

MARCH 2023

SUMMARY REPORT



COWI

MARCH 2023

REMEDICATION OR ENCAPSULATION OF ASBETOS – SUMMARY REPORT

PROJECT NO.

A133558

DOCUMENT NO.

001

VERSION

1.0

DATE OF ISSUE

25.03.2023

DESCRIPTION

Final

PREPARED

JEBC

CHECKED

CRL, LAPE, LAVD

APPROVED

JEBC

CONTENTS

1	Background and purpose	7
2	Collection of experiences	8
3	Qualitative experiences	10
4	Assessment of the consequences of encapsulation versus remediation of asbestos	13
5	Recommendations	19
5.1	Operator specific recommendations	19
6	Litterature	22

1 Background and purpose

In 2020, The Working Environment Research Foundation (Arbejdsmiljøforskningsfonden) granted 2.1 million DKK for a technical investigation about encapsulation versus remediation of asbestos. The purpose of the investigation is to strengthen the decision-making basis for choosing between encapsulation versus remediation of asbestos in buildings.

The request for the technical investigation stems from a broad political agreement about initiatives in the field of asbestos from 2018 (Aftalepartierne, 2018) and several recommendations from a selected working group (Arbejdsgruppe om asbest, 2018).

The investigation must be seen on the basis of the fact that encapsulation, including sealing, of asbestos entails a potential risk of workers who carry out work with the encased asbestos being exposed to asbestos in the working environment. Safe remediation of asbestos is an important alternative to encapsulations and will, over time, reduce the amount of asbestos in the building stock.

The investigation consists of three parts, which are reviewed in this summary report.

First part: Collection of experiences with occupational health considerations among developers and affiliated advisors/project supervisors which is the basis for the decision whether to remediate or encapsulate asbestos.

Second part: Qualitative experiences from developers who, at the time of a renovation project, have been faced with the choice between encapsulation or remediation, including the concerns about finances in the short- and long-term.

Third part: Analysis of several cases that, based on part 1 and 2, address the considerations that are relevant to include when a decision has to be made on whether to remediate or encapsulate.

2 Collection of experiences

The purpose of this part of the investigation is to outline existing knowledge about remediation and encapsulation related to working with materials containing asbestos, including advantages and disadvantages of these two approaches. Advantages and disadvantages are interpreted broadly and thus include technical, practical, health-related and (socio-)economic relations.

Information has been collected from scientific peer-reviewed literature, as well as the 'grey' literature (reports, etc. from projects and knowledge institutions) and further in guidelines and legislation in other EU countries.

It is distinguished in the literature between different methods for handling asbestos, which can either be used alone or together. These are listed below.

- > **Remediation** – Materials containing asbestos are removed entirely from the installation in question and disposed of properly according to applicable regulations.
- > **Sealing** – Materials containing asbestos are treated such that the fibres are bound more strongly to the surface and are not gradually released into the air. There are two types of encapsulations: "penetrators", which penetrate and strengthen the material, and "bridging sealants," which cover the surface of the material with a protective layer that prevents release. Both types are applied as a spray.
- > **Encapsulation** – Materials containing asbestos are covered with a barrier and thus physically separated from the surrounding environment.
- > **Monitoring** – The level of loose asbestos fibres in the air environment is monitored over time, and there will continuously be evaluated whether action is necessary and, if so, when and how the management should take place. Monitoring is a requirement in some countries after encapsulation and/or sealing.

In general, within the so-called 'grey' literature and in Danish legislation along with the relevant EU-countries, there are no method that can be emphasized over another. However, in the guidelines, texts, literature and legislation it is emphasized that it must be health-wise defensible. This includes a generally large focus on the condition of the asbestos, that is, whether asbestos is being released – e.g., from damaged or incoherent asbestos.

Furthermore, in the 'grey' literature, no knowledge has been found about the specific decision parameters underlying legislation and guidelines other than the fact that over time, there has been a tightening of limits and procedures/guidelines that are relevant for both remediation and encapsulation/sealing. One must assume that these are political decisions based on trends in society and increased knowledge about the dangers of asbestos (in different countries).

By some authors it is mentioned that the greatest disadvantages of remediation are the high (immediate) costs and that activities in buildings where remediation must be carried out frequently must cease during the renovations, whereas encapsulation and sealing are both (initially) cheaper and less invasive solutions. However, it is stated that encapsulation and sealing require monitoring of the asbestos level around the encapsulated/sealed materials. Producers must thus be established in relation to the future operation of buildings and installations, which help to increase the costs of operation and maintenance after the sealing. It is further stated that there is a risk of damage to sealed materials, which may lead to exposure of users of the building (United States Environmental Protections Agency, 1981).

In the scientific peer-reviewed literature there is identified several arguments for and against remediation of asbestos. In general, it is pointed out that the choice of method – e.g., encapsulations of remediation – depends on many factors, including conditions/porosity, type of asbestos, location (e.g., it is close to a mechanical impact such as drilling) and function of asbestos, and the short- and long-term costs of remediation, encapsulation and sealing.

In addition, the literature points out that encapsulations requires that the levels of asbestos can be monitored over time to ensure that the encapsulation lasts. In the long-term encapsulation can therefore be just as costly as remediation.

At the same time the literature describes that if asbestos is present in constructions and buildings, it poses a risk to human health. The risk can be minimized by taking precautions regarding the material containing asbestos such as encapsulating it. However, the exposure of asbestos is not constant over time, and therefore levels of asbestos in the indoor climate must be monitored carefully to prevent inappropriate effects on users of buildings of construction workers. Thus, an analysis must be carried out as to whether it is economically and socially best to make a major intervention and remediate, or simply encapsulate or seal and then monitor the asbestos levels. Exactly which decision to choose depends on the individual situation and local legislation.

Regardless of whether asbestos is remediated or encapsulated, it is emphasized that if asbestos is present in constructions and buildings, it poses a risk to human health. The risk can be minimized by encapsulating the materials containing asbestos – however, only minimized and not completely removed as would be the case with remediation.

3 Qualitative experiences

The purpose with this part of the investigation is to identify, through interviews, what the most important considerations and experiences are in various situations where remediation or encapsulation of asbestos has taken place, including what drives the choice of encapsulation or remediation of asbestos at the operators.

The qualitative collection is based on 24 interviews including 12 interviews with developers or administrators, three interviews with advisors or project supervisors, three interviews with entrepreneurs, an interview with an architect, four interviews with smaller entrepreneur companies and an interview with The Danish Working Environment Authority. The interviews are performed as semi-structured interviews.

The analysis of the 24 interviews shows that three context-dependent factors are the drivers to whether asbestos is being remediated or capsulated:

- > **Internal company politics:** Several of the interviewees express that their company has a fixed internal policy or principled position to remove asbestos. The choice of asbestos management has thus to a large extent already been made in advance in this context and the decisions parameters that have a great influence on others, such as time and finances, are less relevant. However, the interviewees point out that there could be situations where circumstances could cause their politics to be departed from but could not specify further. An internal company policy is also associated to the desire for a certain image.
- > **Knowledge about asbestos:** Several interviewees highlight that especially many craftsmen do not have enough knowledge about asbestos – including what asbestos looks like or where it occurs most often. Several interviewees assess that environmental screenings are usually not carried out in private homes before a craftsman begins to work.
- > **Operator type, including public vs. private builders:** In particular, the interviewees point out that public developers to greater extent choose to remediate than private developers. Several of the interviewees assess that this is especially due to private builders caring more about the short-term project economy than the public builders who value the health of the citizens higher, and to a greater extent have permanent policies regarding remediation in the case where asbestos is found. In addition, choices are more often made to remediate rather than encapsulate, if there are other interests that must be included in the financial decision regarding the project such as, among other things, housing associations.

At the same time, the analysis shows which factors motivate a decision on whether to remediate or encapsulate asbestos. The primary factors that motivate the choice of encapsulation is:

- > **Asbestos is detected during the working process:** If asbestos is discovered late in the working process, e.g., after a timeline and budget have been established, all other things being equal, this will motivate an encapsulation solution.
- > **The economy of the project:** Asbestos remediation is often immediately more expensive here and now for a project than for an encapsulation of asbestos, which speaks in favour of encapsulation of asbestos in a short perspective.
- > **Renovation work schedule:** Remediation is often more time consuming than encapsulation. If the renovation has begun, it can cost a lot of time on the already approved schedule to carry out an asbestos remediation.
- > **The operation of the building:** Part of the decision-making on how asbestos should be handled is also considerations of whether a long-term asbestos remediation will put the building out of service. If it is assessed that the asbestos is securely encapsulated without sprinkling, the asbestos remediation can be postponed or saved to a time when it fits in with the operation – this despite, for example, a possible internal company policy of always remediate asbestos.
- > **Asbestos is inaccessible, bound, and intact:** Most of the interviewed operators agree that they do not see a reason to remove asbestos that is bound and intact, and with which they do not expect anyone to come into contact. In these cases, the operators see it as most meaningful to choose encapsulation where fewer resources are used and reduces the builders' risk of exposure to asbestos. However, it also matters how difficult it is to remove asbestos. In cases where the asbestos is bound, intact and difficult to access, encapsulation is most often chosen.

It is essential to note, that the context for a possible choice of enclosure is crucial. For example, even if the asbestos is inaccessible, bound and intact or e.g., first being discovered in the execution phase, the operator may choose to remove the asbestos if the operator's company has an internal company policy of always remediate asbestos.

The main factors that can motivate the choice of remediation rather than encapsulation are:

- > **The asbestos is known in the design phase:** There is a greater possibility that the operators choose an asbestos remediation if a given incident is known before the renovation begins. This makes environmental screenings important as they can lead to the discovery of asbestos.
- > **Risks to the user's safety:** It varies when something is assessed as a health risk. While the presence of asbestos alone is considered by some operators to pose a health risk, for other the presence of asbestos must be either broken, dusty or accessible to users in everyday life in order to pose a health risk. In most cases, this trade-off is linked to whether there is a

permanent company policy of always cleaning asbestos in renovations projects. Otherwise, the operators assess the situation in relation to whether the asbestos is available to the users of the building or premises. In cases where the users of the building are teachers, pupils, patients or residents who have no knowledge of asbestos, remediation is more likely to be taken, considering that there is a greater risk of these users inadvertently breaking an enclosure and exposure to the asbestos.

- > **Risk of builders and operating personnel working environment:** In cases where health considerations play a role in relation to the operating personnel and any builders, it becomes a question of working environment considerations. In this connection, the craftsmen who carry out the renovation also play an important role, as their pressure can help to get a developer to choose remediation.
- > **Long-term economy:** While the project economy often militates against asbestos remediation, the long-term economy often speaks in favour of remediation. Several of the interviewed operators assess the redevelopment is cheaper in the long-term. This is mainly since a remediation ensures that the asbestos problem does not reappear later. In addition, interviews with private developers in particular make it clear that asbestos remediation can help increase the value of their buildings, which can potentially be sold as 'asbestos-free'.
- > **The asbestos is dusty, broken and easily accessible:** The fact that asbestos is easily accessible is partly because it is easier to break in everyday life, and there are therefore greater risks associated with encapsulating it. In this connection, an asbestos source that is intact and bound or hard can be remediated based on an assessment that the availability of the occurrence means that it can easily be broken and dusty in the future.
- > **Public known case:** The mere risk of a case ending up in the media may lead some developers to choose to remediate. This is due to the fear of a damaged image. However, it is not only the fact that the asbestos becomes known in the media that is important. Also, the users' knowledge of asbestos may result in remediation. This is because it is widely known that asbestos is dangerous and, according to the interviewed operators, users will also often demand that the asbestos is removed, even though the technical characteristics of the specific asbestos presence do not pose a health risk.
- > **Surveillance framework:** A major part of the operators agree that they to a higher extent would choose remediation if there were legal requirements for them to supervise the asbestos occurrences that were encapsulated. This is mainly because it would increase the project financial costs of encapsulation, and this reduce the difference between encapsulation and remediation.

4 Assessment of the consequences of encapsulation versus remediation of asbestos

Based on a number of cases, the purpose of this part of the investigation is to shed light on what currently drives the choice of renovation method (encapsulation or remediation) when asbestos is encountered in the building stock, what the costs of the various solutions in the short and long-term are, and shed light on what it would mean if long-term consequences for health and the economy were to be included to a greater extent.

For the analysis, based on results and contacts from the previous phases of the project, information on specific asbestos works has been collected. For several of the cases, however, it has been necessary to take the working group's experience with similar work as a starting point, as it has not been possible to obtain detailed information on specific cases. For all cases based on specific cases, the developer has chosen to remediate, and it has thus only been possible to obtain a few information about specific costs of an encapsulation solution. This has also meant that it has not been possible to measure the effectiveness of different encapsulation solutions.

For all cases, it is assumed that in the long-term an encapsulation solution, asbestos removal will have to be varied out in any case. In addition, for all cases, it is expected that a final removal of asbestos will take place while the building is still in use.

The assumption that it is most realistic that asbestos-containing materials should eventually be removed is based on the general tendency in society to regard asbestos as undesirable in the building stock. It was also justified by the fact that in October 2021 the European Parliament has prepared a resolution with recommendations to the European Commission to prepare requirements for the removal of asbestos (European Parliament, 2021). However, this has not resulted in such a proposal and the European Commission has issued a press release in September 2022, which includes proposal on "...put forward a legislative proposal on the screening and registration of asbestos in buildings. Member States will be asked to develop national strategies for the removal of asbestos" (EU Parliament, 2022).

For none of the cases has it been possible to obtain detailed information on how to project finances and considerations of future expenses have influenced the choice of solution. For cases where a redevelopment solution has been chosen the explanation may well be that the long-term project economy has not been a significant decision-making factor.

In all the investigated cases the developer has chosen a remediation solution, even though it was more expensive in the short term than an encapsulation solution. The reasons are mentioned in Chapter 3.

Developer- and socio-economic costs

The total costs for developers as well as a socio-economic perspective when encapsulating versus remediation of asbestos appears in Table 1:

Table 1 Total developer related costs and socio-economic costs discounted to net present value. For health costs, the cumulated societal health costs are indicated without discounting.

Case	Total developer-related costs Net present value (2022) DKK			Socio-economic health costs Net present value (2022) DKK In parenthesis (): cumulated societal health costs, DKK	
	Encapsulation short-term	Encapsulation (incl. later remediation)	Remediation now	Encapsulation (incl. later remediation)	Remediation now
1 – Slate eternity roof containing asbestos.	1,152,482	1,269,206	2,162,649	12 (71)	10 (35)
2 – Internal ceiling tiles containing asbestos	174,060	255,098	147,279	21 (127)	17 (56)
3 – Cleaning and painting of eternity roofs containing asbestos	97,280	226,802	786,418	3 (17)	13 (16)
4 – Filler containing asbestos in attics	11,264	27,957	42,789	38 (251)	35 (115)
5 – Asbestos-containing magnesite floors	5,280,000	9,456,853	9,802,445	682 (3.672)	1.013 (3,485)
6 – Dust in the basement or air containing asbestos	123,724	222,648	140,800	3,5 (14)	0,2 (0,6)
7 – Technical insulation containing asbestos	96,000	239,565	368,000	69 (361)	83 (268)
8 – Tiles with asbestos-containing tile adhesives	337,920	712,166	3,467,171	76 (396)	111 (369)

Developer costs

In the calculations, the developer-related costs are discounted to a present value using the discount rate, as specified in the Ministry of Finance's guide to socio-economic impact assessments (Finansministeriet, 2017). Therefore, the analysis corresponds to a budgetary economic analysis.

Unsurprisingly, the results show that in the short term, the cost of encapsulation for all cases will be less than the cost of remediation. This result is robust as it is independent of the assumptions of what will happen in the long-term.

More surprising there will also be fewer developer-related costs in the long-term for encapsulation rather than a remediation, even with the assumption that the

asbestos will later be removed and that the total cost will thus be greater. This result is available for cases 1, 3, 4, 5, 7 and 8. An important reason for this is that future costs for asbestos removal in 25 years will contribute less to the calculated developer-related costs due to discounting than asbestos removal today.

For some of the cases, the difference is not only a consequence of this discount. In the two cases of roof renovation (1 and 3), it is expected that the new roof established during the redevelopment will have to be replaced in 25 years, at the same time as it is expected that the encapsulated roof will have to be replaced. In these cases, there are several measures for scaffolding and covering, which means that the difference between the two solutions becomes even larger. In both cases, there is a requirement that under the roof there is insulation and slabs that ensure that there is no significant asbestos contamination of the attic space under the roof. Furthermore, it is expected that there will be no significant changes to the use of the attic space. The comparison between the two scenarios would be significantly different if these two assumptions were not met. With the encapsulation solution, any subsequent work involving the breakthrough of the roof would be significantly more expensive.

As mentioned, in the investigated cases, the developer has chosen a remediation solution, even though the budget financial calculations indicate that an encapsulation solution would be cheaper, which shows that it is other factors that have given higher weight to the developer's choice.

For two of the cases, the calculations show that the total cost of a remediation is lower. In case 2 "Internal ceiling tiles containing asbestos" and case 6 "Dust in basement or attic containing asbestos", the costs of the encapsulation itself are so high in relation to remediation that, despite discounting future costs, the remediation solution becomes cheaper than the encapsulation solution.

Uncertainty and reservations

There are a wide range of uncertainties in the calculations and the results are also dependent on the specific situations, such as future changes in the use of the buildings and future works involving the encapsulated asbestos-containing materials.

For all cases, an encapsulation solution will mean that future maintenance work involving the breakthrough of asbestos-containing materials will be more expensive to the extent that the craftsmen doing the work are aware of the presence of asbestos. It is the experience of both COWI and DMA that such maintenance work and breakage of encapsulation often occur, but for none of the cases has there been a sufficient basis of experience to assess what the probability is of a breach of the encapsulation; for example, by piercing an encapsulated ceiling or repairing an encapsulated pipe installation. This systematically underestimates the costs of encapsulation, and it cannot be denied that this may have a significant impact on the comparison between the two solutions in cases where more extensive work will be required.

In the calculations it is assumed that a remediation solution will later require a reorganisation within a maximum period of 25 years. If there is no actual requirement to remove asbestos from buildings in connection with renovation work, the asbestos-containing materials will be able to remain in the building for a longer period and this will mean that the cost of encapsulation will be significantly reduced. On the other hand, the calculations assume that the costs of later remediation of asbestos-containing materials correspond to the costs of today. It cannot be denied that in the future there will be additional requirements such as additional coverage of the remediation area, increased authorisation and documentation requirements or requirements for the use of more effective protective equipment, which could increase the overall cost of the encapsulation solution. Possible increased prices for the landfill of asbestos-containing waste will have a similar effect.

In all cases, it is expected that the building will still be in use when a final inspection of the asbestos-containing materials takes place. In cases where the entire building is removed instead, almost the same precautions must be taken as in the case of a remediation, so in most cases it is unlikely to significantly change the calculated costs.

Societal health costs

For each case, an assessment of the socio-economic consequences has been carried out, focusing on the costs associated with expected illness and death from asbestos exposure. The purpose of these calculations is to be able to relate the long-term socio-economic consequences in relation to the company's economic costs of the various solutions and to shed light on what it would mean for the building owners' decisions if the developer to a greater extent includes long-term consequences for health and the socio-economy.

In the assessment of the socio-economic consequences, the starting point is the Ministry of Finance's guidance on socio-economic impact assessments. The socio-economic consequences of exposure to asbestos have been calculated based on the total cumulative exposure time to asbestos substances, the exposure concentration, dose-response correlations for calculating the number of disease cases, and social costs per disease occurrence.

On this basis, two values have been calculated, as shown in Table 1 above:

- > The socio-economic costs discounted to net present value calculated according to the Ministry of Finance's guidance.
- > The cumulative societal health costs without discounting.

In all cases, the calculated number of cases of disease is greater for the solution of encapsulation than for the remediation solution. Since the cumulative societal health costs without discounting are directly dependent on the total number of disease cases, the cumulated societal health costs are also greater for the encapsulation solutions.

When calculating the socio-economic health costs, a discounting is carried out, and it is therefore important when the cases of the disease and the associated costs occur. As the encapsulation solution postpones when most of the disease cases occur, the consequence is that the socio-economic health costs are generally lower for the encapsulation solutions than for the remediation solutions.

As an example, in the case of roof encapsulation, it is calculated that the total social health costs (without discounting) for the remediation and encapsulation solution are around DKK 71 and 35 respectively, while the discounted socio-economic costs for the two solutions are calculated at DKK 12 and 10, respectively.

Regardless of the calculation method, the calculated social health costs are minimal in comparison with the developer-related costs. To the question of what it would mean if the developer to a greater extent includes long-term consequences for health and the economy in the considerations of remediation vs. encapsulation, the conclusion is therefore that, from a narrow economic point of view, it is unlikely to have any significance.

Although the socio-economic costs for the individual cases are small compared to the developers' costs, the total socio-economic costs associated with all activities with asbestos-containing materials in Denmark may well be significant, but it has been outside the scope of this study to estimate these.

Uncertainty and reservations

There are several uncertainties associated with the calculation of the socio-economic consequences. The greatest uncertainties are estimated to be related to the dose-response relationship and exposure concentrations. The measures used for willingness to pay are of course subject to some uncertainty, but the values are generally well documented and recognised in socio-economic assessments.

Regarding the dose-response relationship, a dose-response relationship from an evaluation by the Danish Working Environment Authority's scientific quality committee, VKU, has been used as a basis for setting the new Danish limit value for asbestos. The use of this dose-response relationship results in more calculated cases of disease than the dose-response relationship developed by the EU Risk Assessment Committee (RAC) and used in recent EU assessment of the consequences of introducing a new occupational limit value for asbestos at EU level.

The dose-response relationship concerns the risk of developing lung cancer and mesothelioma. These cancers are estimated to account for about 90% of the total incidence of cancer caused by exposure to asbestos. The calculated number of cases of disease and the resulting costs may therefore be systematically underestimated by approx. 10%. As the uncertainty of the calculations is in any case significantly greater than 10%, no attempt has been made to correct for the presence of other cancers.

The exposure concentrations used in the working environment are considered to be realistic worst-case, which in many cases are higher than the current Danish limit values. Actual concentrations may well be lower. As a rule, older Danish studies or studies from other countries have been used. The protective factors used for respiratory protection are also lower than the factors most often used in Denmark, which means that the calculated effective breathing concentrations will be higher. Both an older Danish study and foreign studies show that the effective protection of the equipment is significantly lower than the stated efficiency of the filter, and to avoid an underestimation of the actual exposure, the lower values based on foreign studies have been used. Overall, therefore, it is assessed that the overall exposure is overestimated rather than underestimated.

There is great uncertainty associated with the possible exposure to encapsulated asbestos in the encapsulation solutions, because it will depend on which type of work will be carried out in the period until the final redevelopment. In addition, the exposure will depend on whether the builders involved are aware that there is asbestos under the enclosure and use protective equipment. It is likely that in some cases there may be significantly greater overall exposure during this period than is foreseen here. However, it is not considered to significantly change the fact that the socio-economic costs of exposure at all scenarios are much lower than the business economic costs. However, this could increase the overall exposure of an encapsulation solution compared to sanitation. It is generally expected that exposure of users in the building after an encapsulation solution will be negligible, as the purpose of enclosures is precisely to avoid the exposure to asbestos that might otherwise occur.

Overall, it is very certain that the socio-economic healthcare costs of exposure of workers and users in the concrete cases are very small compared to the total economic costs of rehabilitation or encapsulation.

It is also considered very certain under the current legislation that the total long-term exposure with an encapsulation solution will be at least twice as large as the exposure of a remediation solution.

5 Recommendations

Based on the experience gained in the three phases of the project, i) collection of experiences, ii) interviews and iii) analysis of different cases, compared to the project team's experiences in general, some specific recommendations are described here.

Overall, the presence of asbestos-containing materials in buildings poses a risk of accidental and unnecessary exposure to asbestos fibres. This applies to both intact and damaged/broken materials. At the same time, it is the project team's experience that the insecurity and problem if there is damage to asbestos-containing building parts can grow very large among users or residents of the building, and of course there is also a possible health risk.

Therefore, the general recommendation is that asbestos-containing materials be removed when possible and, in any case, when the asbestos-containing materials are identified in connection with renovation or repair of damage.

5.1 Operator specific recommendations

Below, some of the recommendations for advisors, developers/building owners and entrepreneurs are described.

The recommendations must be seen as the project's advice to the different actors, and it is considered which interests we see as important for each actor.

Advisors

Advisors should always assess which preparatory investigations the developer/building owner should make, including whether the present building contains asbestos.

At the same time, the advisor should assess whether the advisor in-house has the right skills to examine and map the content of asbestos in the building. If not, the advisor should suggest that the developer make an agreement with an advisor with experience in asbestos management.

Developers / Building owners

It is recommended that every building owner completes a registration of all asbestos occurrences in his buildings. Registration should be systematic and recorded in a system adapted to the operation of the building and the staff responsible for the repair and maintenance of the building. It is important that the registration does not get lost in the amount of building information and that the knowledge about asbestos occurrence in the building is clearly visible when repairing or maintaining it.

At the same time as registration, the building owner should carry out a risk assessment in relation to the consequences of any breakage or damage to intact

asbestos-containing building parts. The risk assessment should include both financial, health and safety risks.

The risk assessment should include the following:

- > Start remediation or encapsulation immediately if there are asbestos-containing materials that are broken.
- > Consideration of intact materials that are not to be rehabilitated must be further encapsulated for added safety.
- > Clear marking of asbestos-containing materials to avoid inappropriate incidents in relation to breakage, damage, processing, etc.
- > Preparation of a plan or extending an existing maintenance plan so that all asbestos is cleaned up and removed from the building over a certain period.
- > Preparation of instructions in relation to operation and maintenance including a plan for annual inspection of remaining asbestos-containing materials.
- > Informing users of buildings about asbestos occurrences and possible handling.

For actual contracts, the building owner must assign a consultant with experience in asbestos management, so that specific work instructions for asbestos management are prepared.

All asbestos work (of a certain size) should be reported to the Danish Working Environment Authority.

After asbestos remediation, representative, qualified purity samples shall be taken by independent parties.

Entrepreneurs (not asbestos remediation entrepreneurs)

Entrepreneurs who are assigned task of maintaining, repairing or renovating older buildings are at risk of being affected by asbestos-containing materials during the work. It is therefore of great importance for the safety and health of the entrepreneurs that information is available on possible asbestos occurrences in the building.

Before starting work with a potential asbestos risk, the entrepreneurs should always ask whether asbestos has been registered in the building.

It is essential for the above recommendation that entrepreneurs have knowledge of where asbestos can be encountered, and it is recommended that guidelines published by the Branch Community for the Working Environment, BFA should be included in the builder's instructions. See, among others, <https://asbest-huset.dk/>

Asbestos remediation entrepreneurs

It is expected that asbestos remediation entrepreneurs have the necessary knowledge of asbestos, including sufficient knowledge of safe handling and disposal.

It is also expected that the personnel carrying out the work are instructed and that the necessary equipment is always available in the form of protective equipment, welfare measures and other remediation measures.

In addition, the following are recommended:

- > Always ask for asbestos registration and sampling. Also of lying (historical) dust.
- > Request impartial qualified advice from the developer.
- > Ask for specific work instructions that can be provided by the developer.
- > Demand requirements for outcomes.
- > Demand impartial purity checking.
- > Consider whether it makes sense to carry out sealing/encapsulation in relation to future work.

6 Litterature

Aftalepartierne (2018), *Agreement between the government (Venstre, Det konservative Folkeparti and Liberal Alliance) and Dansk Folkeparti, Radikale Venstre, Socialdemokratier, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten and Alternativet on recommendations on asbestos*. Ministry of Employment, Copenhagen.

Arbejdsgruppen om asbest (2018), *To the Minister for Employment, recommendations from the working group on asbestos*. Ministry of Employment, Copenhagen.

Finansministeriet (2017), *Guidance in socio-economic impact assessments*. Ministry of Finance, Copenhagen.

United States Environmental Protection Agency (1980), *National Accomplishments in Pollution Control: 1970-1980: Some Case Histories*. EPA, Office of Planning and Management Program Evaluation Directorate, Chicago.

Europa-Parliament (2022), *Commission acts to better protect people from asbestos and ensure an asbestos-free future [Press release]*, European Commission, Brussels

MARTS 2023

RESUMÉ RAPPORT



COWI

MARTS 2023

INDKAPSLING ELLER SANERING AF ASBEST - RESUMÉRAPPORT

PROJEKTNR.

A133558

DOKUMENTNR.

001

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

28.03.2023

BESKRIVELSE

Endelig

UDARBEJDET

JEBC

KONTROLLERET

CRL, LAPE, LAVD

GODKENDT

JEBC

INDHOLD

1	Baggrund og formål	7
2	Indsamling af erfaringer	8
3	Kvalitative erfaringer	10
4	Vurdering af konsekvenser ved indkapsling kontra sanering af asbest	13
5	Anbefalinger	19
5.1	Aktørspecifikke anbefalinger	19
6	Litteraturliste	22

1 Baggrund og formål

Arbejdsmiljøforskningsfonden bevilgede i 2020 2,1 mio. kr. til en teknisk udredning om indkapsling kontra sanering af asbest. Udredningen har til formål at styrke beslutningsgrundlaget for valg af indkapsling versus sanering af asbest i bygninger.

Ønsket om denne tekniske udredning udspringer af en bred politisk aftale om initiativer på asbestområdet fra 2018 (Aftalepartierne, 2018) og en række anbefalinger fra en nedsat arbejdsgruppe (Arbejdsgruppe om asbest, 2018).

Udredningen skal ses i lyset af, at indkapsling - herunder forsegling - af asbest indebærer en potentiel risiko for, at håndværkere, der senere udfører arbejde ved den indkapslede asbest, bliver udsat for asbest i arbejdsmiljøet. Sikker sanering af asbest er et vigtigt alternativ til indkapsling og vil over tid reducere mængden af asbest i bygningsmassen.

Udredningen består af tre dele, som er sammenfattet i indeværende resumerapport.

Første del: Indsamling af erfaringer med de arbejdsmiljøfaglige overvejelser blandt bygherrer og tilknyttede rådgivere/projekterende, der ligger til grund for beslutning om at sanere eller indkapsle asbest (Litteraturstudie).

Anden del: Kvalitative erfaringer fra bygherrer, der ved renoveringsprojekter har stået over for et valg om indkapsling eller sanering, herunder overvejelser vedrørende økonomi på kort og lang sigt, der også har indgået i bygherrens overvejelser (Interviewundersøgelse).

Tredje del: Analyse af en række cases, der med afsæt i del 1 og 2 adresserer de overvejelser, der er relevante at have med, når der skal træffes beslutning om at sanere eller indkapsle (Illustrative cases).

2 Indsamling af erfaringer

Formålet med denne del af udredningen er at kortlægge eksisterende viden om sanering og indkapsling ved arbejde med asbestholdigt materiale, herunder fordele og ulemper ved de to tilgange. Fordele og ulemper er fortolket bredt og inkluderer således tekniske, praktiske, sundhedsmæssige og (samfunds-)økonomiske forhold.

Der er indsamlet viden i den videnskabelige peer-reviewede litteratur, såvel som i den 'grå' litteratur (rapporter mv. fra projekter og vidensinstitutioner), samt i vejledninger og lovgivning i andre EU-lande.

I litteraturen skelnes mellem forskellige metoder til håndtering af asbest, som kan anvendes alene, eller i et samspil. Disse er listet nedenfor:

- > **Sanering** – Asbestholdige materialer fjernes fuldstændigt fra den pågældende installation og bortskaffes forsvarligt efter gældende regler.
- > **Forsegling** – Asbestholdige materialer behandles, så fibre bindes stærkere til overfladen og ikke gradvist frigives til luften. Der findes to typer indkapsling: "penetrators", som gennemborer og styrker materialet og "bridging sealants", som dækker overfladen af materialet med et beskyttende lag, som hindrer frigivelse. Begge typer påføres som spray.
- > **Indkapsling** – Asbestholdige materialer dækkes til med en barriere og adskilles dermed fysisk fra det omgivende miljø.
- > **Overvågning** – Niveauet af frie asbestfibre i luftmiljøet monitoreres over tid, og der gøres løbende status over hvorvidt handling er nødvendig, og i så fald hvornår og hvorledes forvaltningen skal foregå. Overvågning er i nogle lande et krav efter udførelse af indkapsling og/eller forsegling.

I den såkaldte 'grå' litteratur og i dansk lovgivning samt relevante EU-lande er der generelt set ikke en metode, der fremhæves frem for en anden. Der lægges dog i vejledninger, tekster, litteratur og lovgivninger vægt på, at det skal være sundhedsmæssigt forsvarligt. Herunder er der generelt stor fokus på asbestens tilstand; altså om der kan frigives asbest – f.eks. fra beskadiget eller usammenhængende asbest.

Derudover er der i den 'grå' litteratur ikke fundet viden om, hvilke konkrete beslutningsparametre der ligger til grund for lovgivninger og retningslinjer udover at der, over tid, ses en stramning af grænseværdier og procedurer/retningslinjer, som er relevante for såvel sanering som indkapsling/forsegling. Man må antage, at der er tale om politiske beslutninger på baggrund af strømninger i samfundet og øget viden om farligheden af asbest (i forskellige lande).

Nogle forfattere nævner, at de største ulemper ved sanering er de høje (umiddelbare) omkostninger, samt at aktiviteter i bygninger, hvor der skal foretages sanering ofte, må ophøre under renoveringen, hvorimod indkapsling og forsegling begge (umiddelbart) er billigere og mindre invasive løsninger. Dog anføres

det, at indkapsling og forsegling medfører behov for at overvåge asbestniveauet omkring de indkapslede/forseglede materialer. Der skal således etableres procedurer ift. den fremtidige drift af bygninger og installationer, der er med til at øge udgifterne til drift og vedligehold efter forseglingen. Det anføres desuden, at der er risiko for beskadigelse af forseglede materialer, som derved kan lede til eksponering af brugere af bygningen (United States Environmental Protection Agency, 1980).

I den videnskabelige peer-reviewed litteratur er der identificeret en række argumenter for og imod sanering af asbest. Generelt bliver det påpeget, at valget af metode – f.eks. indkapsling eller sanering – afhænger af mange faktorer, herunder tilstand/porøsitet, asbesttype, placering (er det f.eks. tæt på en mekanisk påvirkning såsom boring) og funktion af asbest, samt omkostningerne på kort og lang sigt til hhv. sanering, indkapsling og forsegling.

Derudover peges der i litteraturen på, at indkapsling kræver, at niveauerne af asbest overvåges over tid, for at sikre at indkapslingen holder. Dermed kan indkapsling på længere sigt blive lige så omkostningstungt som sanering.

Samtidig beskriver litteraturen, at så længe asbest forefindes i konstruktioner og bygninger, udgør det en risiko for menneskers sundhed. Risikoen kan minimeres ved at træffe forholdsregler omkring det asbestholdige materiale, f.eks. indkapsling. Dog er eksponeringen af asbest ikke konstant over tid, og derfor skal niveauer af asbest i indeklimaet overvåges nøje, for at forebygge u hensigtsmæssige effekter hos brugere af bygninger eller konstruktionsmedarbejdere. Dermed må man analysere, hvorvidt det økonomisk og socialt bedst kan svare sig, at lave et stort indgreb og sanere, blot indkapsle eller forsegle og dernæst overvåge asbest-niveauerne. Præcist hvor grænsen skal gå vil afhænge af den enkelte situation samt lokal lovgivning.

Uanset, om asbesten saneres eller indkapsles, understreges det, at så længe asbest findes i konstruktioner og bygninger, udgør det en risiko for menneskers sundhed. Risikoen kan minimeres ved at indkapsle de asbestholdige materialer – men dog kun minimeres og ikke helt fjernes som tilfældet ville være ved sanering.

3 Kvalitative erfaringer

Formålet med denne del af udredningen er at identificere, gennem interviews, hvad de væsentligste overvejelser og erfaringer er i forskellige renoveringssituationer, hvor der er blevet foretaget en sanering eller indkapsling af asbest, herunder hvad der driver valg af hhv. indkapsling eller sanering af asbest hos aktørerne.

Den kvalitative indsamling baserer sig på i alt 24 interviews, herunder 12 interviews med bygherrer eller administratører, tre interviews med rådgivere eller projekterende, tre interviews med entreprenører, et interview med arkitekt, fire interviews med mindre håndværkervirksomheder og et interview med Arbejdstilsynet. Interviewene er udført som semistrukturerede interviews.

Analysen af de 24 interviews viser, at tre kontekstafhængige faktorer driver, hvorvidt asbest bliver saneret eller indkapslet:

- > **Intern virksomhedspolitik:** Flere af de interviewede giver udtryk for, at de i deres virksomhed har en fast intern politik eller principiel holdning om at sanere asbest. Valget om asbesthåndteringen er i denne kontekst i vidt omfang således allerede truffet på forhånd, og de beslutningsparametre, der har stor indflydelse for andre, såsom tid og økonomi, er mindre relevante. De interviewede påpeger dog, at der kunne være situationer, hvor omstændighederne kunne gøre, at deres politik ville blive fraveget, men kan ikke komme nærmere ind på hvilke omstændigheder. En intern virksomhedspolitik hænger desuden ofte sammen med ønsket om et bestemt image.
- > **Viden om asbest:** Flere interviewpersoner fremhæver, at især mange håndværkere ikke har nok viden om asbest – blandt andet om, hvordan asbest ser ud og hvor den oftest forekommer. Flere interviewpersoner vurderer samtidig, at der som oftest ikke foretages miljøscreeninger i private hjem, inden en håndværker udfører et arbejde der.
- > **Aktørtype, herunder offentlig versus privat bygherre:** De interviewede peger især på, at offentlige bygherrer i højere grad end private vælger at sanere. Flere af de interviewede vurderer, at det især skyldes, at de private bygherrer går mere op i den kortsigtede projektøkonomi end de offentlige, som vægter borgernes sundhed højest og ofte har en fast politik om at sanere ved asbestforekomster. Derudover træffes der oftere et valg om at sanere frem for at indkapsle, hvis der er andre interessenter, der skal inddrages i de økonomiske beslutninger angående projektet såsom bl.a. boligforeninger.

Analysen viser samtidig, hvilke faktorer der motiverer en beslutning om at sanere eller indkapsle asbest. De væsentligste faktorer, som kan motivere valg af indkapsling er:

- > **Asbest opdages i udførelsen af arbejdet:** Hvis asbest opdages sent, f.eks. efter der er fastlagt en tidsplan og budget, vil det alt andet lige motivere en indkapslingsløsning.
- > **Projektets økonomi:** Asbestsanering er ofte umiddelbart dyrere her og nu for et projekt end en indkapsling af asbest, hvilket taler for indkapsling set i et kort perspektiv.
- > **Tidsplanen for renoveringsarbejdet:** Sanering er ofte mere tidskrævende end indkapsling. Såfremt renoveringsarbejdet er påbegyndt, kan det koste meget tid på den allerede vedtagne tidsplan at skulle foretage en asbestsanering.
- > **Bygningens drift:** En del af beslutningsgrundlaget for, hvordan asbest skal håndteres, er også overvejelser om, hvorvidt en længerevarende asbestsanering vil sætte bygningen ud af drift. Hvis det vurderes, at asbesten foreløbigt er forsvarligt indkapslet, uden at det drysser, kan asbestsaneringen udskydes eller gemmes til et tidspunkt, hvor det passer ind med driften – dette til trods for f.eks. en eventuel intern virksomhedspolitik om altid at sanere asbest.
- > **Asbest er utilgængelig samt bunden og intakt:** De fleste af de interviewede aktører er enige om, at de ikke ser en grund til at fjerne asbest, som er bunden og intakt, og som de ikke forventer, at nogen kommer i berøring med. I disse tilfælde ser aktørerne det som mest meningsfuldt at vælge indkapsling, hvor der bruges færre ressourcer og samtidig mindsker risikoen for, at håndværkere eksponeres for asbest. Men det har også betydning, hvor svært det er at fjerne asbesten. I tilfælde, hvor asbesten er bunden og intakt og samtidig er svært tilgængelig vælges oftest indkapsling.

Det er væsentligt at bemærke, at konteksten for et evt. valg af indkapsling er afgørende. Selvom asbesten f.eks. er utilgængelig, bunden og intakt eller f.eks. først opdages i udførelsesfasen, kan aktøren vælge at fjerne asbesten, hvis aktørens virksomhed har en intern virksomhedspolitik om altid at sanere asbest.

De væsentligste faktorer, som kan motivere valg af saneringsløsningen frem for indkapsling er:

- > **Asbesten er kendt i projekteringsfasen:** Der er større sandsynlighed for, at aktørerne vælger en asbestsanering, hvis en given forekomst er kendt før renoveringsarbejdet, går i gang. Således bliver miljøscreeninger vigtige, da de kan føre til opdagelsen af asbest.
- > **Risiko for brugeres sundhed:** Det er forskelligt, hvornår noget vurderes som en sundhedsrisiko. Mens alene tilstedeværelsen af asbest af nogle aktører vurderes at udgøre en sundhedsrisiko, skal forekomsten af asbest for andre være enten brudt, støvende eller tilgængelig for brugerne i dagligdagen for at udgøre en sundhedsrisiko. Denne afvejning er i de fleste tilfælde forbundet med, om der er en fast politik om altid at sanere asbest i

renoveringsprojekter. Ellers vurderer aktørerne situationen i forhold til, om asbesten er tilgængelig for brugerne af bygningen eller lokalet. I tilfælde hvor brugerne af en bygning er lærere, elever, patienter eller beboere, som ikke har viden om asbest, vælges i højere grad sanering, idet det vurderes, at der er større risiko for, at disse brugere uforvarende bryder en indkapsling og bliver eksponeret for asbesten.

- > **Risiko for håndværkeres og driftspersonales arbejdsmiljø:** I de tilfælde, hvor sundhedsbetragtninger spiller en rolle i forhold til driftspersonalet og eventuelle håndværkere, bliver det et spørgsmål om arbejdsmiljøhensyn. I den forbindelse spiller håndværkerne, der skal udføre et renoveringsarbejde, også en vigtig rolle, da deres pres kan være med til at få en bygherre til at vælge en sanering.
- > **Langsigtet økonomi:** Hvor projektøkonomien ofte taler imod en asbestsanering, taler den langsigtede økonomi ofte for sanering. Flere af de interviewede aktører vurderer, at en sanering er billigere på lang sigt. Det skyldes primært, at en sanering sikrer, at asbestproblematikken ikke dukker op igen på et senere tidspunkt. Derudover synliggør interviews med især private bygherrer, at asbestsanering også kan være med til at øge værdien af deres bygninger, der potentielt kan sælges som 'asbestfri'.
- > **Asbesten er støvende, brudt og let tilgængelig:** At asbesten er lettilgængelig handler dels om at den er nem at sanere, dels om at der nemmere opstår brud på den i dagligdagen, og der derfor er større risici forbundet med at indkapsle den. I den forbindelse kan en asbestforekomst, som er intakt og bunden eller hård, blive saneret på baggrund af en vurdering af, at forekomstens tilgængelighed gør, at den nemt kan blive brudt og støve i fremtiden.
- > **Offentlig kendt sag:** Alene risikoen for, at en sag havner i medierne, kan få nogle aktører til at vælge at sanere. Det skyldes en frygt for et skadet image. Det er dog ikke kun, at asbesten bliver kendt i medierne, der har betydning. Også brugernes kendskab til en asbestforekomst kan gøre, at en sanering er nødvendig. Det skyldes, at det er bredt kendt, at asbest er farligt, og derfor vil brugerne ifølge de interviewede aktører også ofte kræve, at asbesten fjernes, selvom de tekniske forhold ved den konkrete asbestforekomst ikke udgør en sundhedsrisiko.
- > **Tilsynsordning:** Størstedelen af aktørerne er enige om, at de i højere grad ville vælge en asbestsanering, hvis der var lovkrav om, at de skulle føre tilsyn med de asbestforekomster, som blev indkapslet. Det skyldes især, at det ville øge de projektøkonomiske udgifter ved indkapsling og dermed mindske forskellen på hhv. indkapsling og sanering.

4 Vurdering af konsekvenser ved indkapsling kontra sanering af asbest

Formålet med denne del af udredningen er med afsæt i en række cases at belyse, hvad der i dag driver valg af renoveringsform (indkapsling eller sanering), når der stødes på asbest i bygningsmassen, hvilke omkostninger der er ved de forskellige løsninger på kort og langt sigt, samt belyse, hvad det ville betyde, hvis man i større omfang inddrager langsigtede konsekvenser for sundhed og økonomi.

Der er til analysen, på basis af resultater og kontakter fra projektets tidligere faser, indsamlet oplysninger om konkrete asbestarbejder. For flere af casene har det dog været nødvendigt at tage udgangspunkt i arbejdsgruppens erfaring med tilsvarende arbejder, idet det ikke har været muligt at få detaljerede oplysninger om konkrete cases. For alle cases, hvor der er taget udgangspunkt i konkrete cases, har bygherren valgt at sanere, og det har således kun været muligt at opnå få oplysninger om konkrete omkostninger ved en saneringsløsning. Dette har dertil betydet, at det ikke har været muligt at foretage målinger af effektiviteten af forskellige indkapslingsløsninger.

Det er for alle cases regnet med, at der ved en indkapslingsløsning på langt sigt under alle omstændigheder skal foretages en fjernelse af asbest. Der er desuden for alle cases regnet med at en endelig fjernelse af asbest skal ske, mens bygningen endnu er i brug.

Antagelsen om, at det er mest realistisk, at asbestholdige materialer på sigt skal fjernes, har sit udgangspunkt i den generelle tendens i samfundet til at betragte asbest som uønsket i bygningsmassen. Det var videre begrundet i at EU-Parlamentet i oktober 2021 har udarbejdet en resolution med anbefalinger til Europakommissionen om at udarbejde krav om fjernelse af asbest (EU-Parlamentet, 2021). Dette har dog ikke resulteret i et sådant forslag og Europakommissionen har september 2022 formuleret en pressemeddelelse, som bl.a. indeholder forslag om "... put forward a legislative proposal on the screening and registration of asbestos in buildings. Member States will be asked to develop national strategies for the removal of asbestos" (EU-Parlamentet, 2022).

Det har til ingen af casene været muligt at få detaljerede oplysninger om, hvordan projektøkonomien og overvejelser om fremtidige udgifter har haft indflydelse på valget af løsning. For de tilfælde, hvor der er valgt en saneringsløsning, kan forklaringen meget vel være, at den langsigtede projektøkonomi ikke har været en væsentlig beslutningsfaktor.

I alle de undersøgte cases har bygherren valgt en saneringsløsning, selvom den på kort sigt var dyrere end en indkapslingsløsning. De årsager, som nævnes, er bl.a. beskrevet i kapitel 3.

Bygherre- og samfundsøkonomiske omkostninger

De samlede omkostninger for bygherrer samt i et samfundsøkonomisk perspektiv ved indkapsling kontra sanering af asbest fremgår af tabel 1:

Tabel 1 Samlede bygherre-relaterede omkostninger og samfundsøkonomiske omkostninger tilbagediskonteret til nutidsværdi. For sundhedsomkostninger angives desuden de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger uden diskontering.

Case	Samlede bygherrerelaterede omkostninger Nutidsværdi (2022), kr.			Samfundsøkonomiske sundheds- omkostninger Nutidsværdi (2022), kr. I parentes (): kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger, kr.	
	Indkapsling kort sigt	Indkapsling (inkl. sanering senere)	Sanering nu	Indkapsling (inkl. sanering senere)	Sanering nu
1 - Skifereternit-tag med indhold af asbest	1.152.482	1.269.206	2.162.649	12 (71)	10 (35)
2 - Indvendige loftplader med indhold af asbest	174.060	255.098	147.279	21 (127)	17 (56)
3 - Afrensning og maling af eternittag med indhold af asbest	97.280	226.802	786.418	3 (17)	13 (16)
4 - Spartelmasse med indhold af asbest i loftrum	11.264	27.957	42.789	38 (251)	35 (115)
5 - Asbestholdige magnesitgulve	5.280.000	9.456.853	9.802.445	682 (3.672)	1.013 (3.485)
6 - Støv i kælder eller loft med indhold af asbest	123.724	222.648	140.800	3,5 (14)	0,2 (0,6)
7 - Teknisk isolering med indhold af asbest	96.000	239.565	368.000	69 (361)	83 (268)
8 - Fliser med asbestholdige fliseklæbere	337.920	712.166	3.467.171	76 (396)	111 (369)

Omkostninger for bygherrer

Ved beregningerne er de bygherre-relaterede omkostninger tilbagediskonteret til en nutidsværdi ved anvendelse af kalkulationsrenten, som angivet i Finansministeriets vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger (Finansministeriet, 2017). Analysen svarer derfor til en budgetøkonomisk analyse.

Resultaterne viser ikke overraskende, at på kort sigt vil omkostningerne til indkapsling for alle cases være mindre end omkostningerne til sanering. Dette resultat er robust, da det er uafhængigt af antagelserne om, hvad der vil ske på langt sigt.

Mere overraskende er det, at der også på lang sigt vil være færre bygherre-relaterede omkostninger ved at foretage en indkapsling fremfor en sanering selv med en antagelse om, at asbesten senere fjernes, og at de samlede omkostninger dermed vil være større. Dette resultat fås for casene 1, 3, 4, 5, 7 og 8. En væsentlig årsag til dette er, at fremtidige omkostninger til en fjernelse af asbest om 25 år grundet tilbagediskonteringen vil bidrage mindre til de beregnede bygherre-relaterede omkostninger end en fjernelse af asbesten i dag.

For nogle af casene er forskellen ikke kun en konsekvens af denne tilbagediskontering. I de to cases med tagrenovering (1 og 3) regnes der med at det nye tag, som etableres ved saneringen, skal skiftes om 25 år - på samme tidspunkt, som det regnes med at det indkapslede tag skal skiftes. I disse cases, er der ved en sanering en række foranstaltninger til stillads og overdækning, som betyder at forskellen mellem de to løsninger bliver ekstra stor. I begge tilfælde er der regnet med, at der under taget er isolering og plader der sikrer, at der ikke sker væsentlig asbestforurening af loftsrummet under taget. Der er desuden regnet med, at der ikke sker væsentlige ændringer af brugen af loftsrummet. Sammenligningen mellem de to scenarier må regnes at være væsentlig anderledes, hvis disse to forudsætninger ikke var opfyldt. Ved indkapslingsløsningen ville ethvert senere arbejde, der involverede gennembrud af taget, blive væsentlig dyrere.

Som nævnt har bygherren i de undersøgte cases valgt en saneringsløsning, også selvom de budgetøkonomiske beregninger indikerer, at en indkapslingsløsning ville være billigere, hvilket viser, at det er andre forhold der har vægtet højere for bygherrens valg.

For to af casene viser beregningerne, at de samlede omkostninger er lavere ved en sanering. I case 2 "Indvendige loftplader med indhold af asbest" og case 6 "Støv i kælder eller loft med indhold af asbest" er omkostninger til selve indkapslingen så store i forhold til sanering, at saneringsløsningen på trods af tilbagediskonteringen af fremtidige udgifter bliver billigere end indkapslingsløsningen.

Usikkerhed og forbehold

Der er en lang række usikkerheder ved beregningerne og resultaterne er desuden afhængig af de konkrete situationer som f.eks. fremtidige ændringer af brugen af bygningerne og fremtidige arbejder, der involverer de indkapslede asbestholdige materialer.

For alle cases gælder det, at en indkapslingsløsning vil indebære, at fremtidige vedligeholdelsesarbejder, der omfatter gennembrud af de asbestholdige materialer, vil være dyrere, i det omfang at håndværkere, der foretager arbejderne, er opmærksomme på forekomsten af asbest. Det er både COWIs og DMAs erfaring, at sådanne vedligeholdelsesarbejder og brud på indkapslinger ofte forekommer, men der har til ingen af casene været et tilstrækkeligt erfaringsgrundlag til at vurdere, hvad sandsynligheden er for, at der sker et brud på indkapslingen; eksempelvis ved gennemboring af et indkapslet loft eller reparation på en indkapslet rørinstallation. Herved er der en systematisk undervurdering af omkostningerne ved indkapsling, og det kan ikke afvises, at dette kan have en væsentlig indflydelse på sammenligningen mellem de to løsninger i de tilfælde, hvor der vil være behov for mere omfattende arbejder.

Det antages i beregningerne, at der ved en indkapslingsløsning senere ville skulle foretages en sanering inden for et tidsrum på maksimalt 25 år. Hvis der ikke kommer et egentlig krav om at fjerne asbest fra bygninger i forbindelse

med renoveringsarbejder, vil de asbestholdige materialer kunne forblive i bygningen i en længere periode og dette vil betyde, at omkostningerne ved indkapslingsløsningen vil blive betydeligt mindre. Til gengæld er det ved beregningerne antaget, at omkostninger til senere sanering af de asbestholdige materialer svarer til omkostningerne i dag. Det kan ikke afvises, at der i fremtiden vil være yderligere krav såsom yderligere inddækning af saneringsområdet, øgede autorisations- og dokumentationskrav eller krav om brug af mere effektive værnemidler, som vil kunne øge de samlede omkostninger ved indkapslingsløsningen. Mulige øgede priser for deponering af asbestholdigt affald vil have en tilsvarende effekt.

Der er i alle cases regnet med at bygningen stadig er i brug, når en endelig sanering af de asbestholdige materialer finder sted. I de tilfælde, hvor hele bygningen i stedet fjernes, skal der ved nedrivning tages næsten samme forholdsregler som ved en sanering, så det vil i de fleste tilfælde næppe ændre væsentligt på de beregnede omkostninger.

Samfundsmæssige sundhedsmkostninger

For hver case er der gennemført en vurdering af de samfundsøkonomiske konsekvenser, som fokuserer på omkostninger forbundet med forventet sygdom og død som følge af asbesteksposering. Formålet med disse beregninger er at kunne sætte de langsigtede samfundsøkonomiske konsekvenser i relation til de virksomhedsøkonomiske omkostninger af de forskellige løsninger og belyse, hvad det ville betyde for bygningsejernes beslutninger, hvis bygherren i større omfang inddrager langsigtede konsekvenser for sundhed og samfundsøkonomi.

I vurderingen af de samfundsøkonomiske konsekvenser er der taget udgangspunkt i Finansministeriets vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger. De samfundsøkonomiske konsekvenser af eksponeringen for asbest er beregnet på grundlag af den samlede kumulerede eksponeringstid for asbestfibre, eksponeringskoncentrationen, dosis-respons sammenhænge til beregning af antal sygdomstilfælde, samt samfundsmæssige omkostninger pr. sygdomstilfælde.

Der er på den baggrund beregnet to værdier, som fremgår af ovenstående tabel 1:

- > De samfundsøkonomiske omkostninger tilbagediskonteret til nutidsværdi beregnet efter Finansministeriets vejledning.
- > De kumulerede samfundsmæssige sundhedsmkostninger uden tilbagediskontering.

I alle cases er det beregnede antal sygdomstilfælde større for indkapslingsløsningen end for saneringsløsningen. Da de kumulerede samfundsmæssige sundhedsmkostninger uden tilbagediskontering, er direkte afhængig af det samlede antal sygdomstilfælde, er de kumulerede samfundsmæssige sundhedsmkostninger ligeledes større for indkapslingsløsningerne.

Ved beregning af de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger foretages en tilbagediskontering, og det er derfor af betydning, hvornår sygdomstilfældene og de dermed forbundne omkostninger indtræffer. Da indkapslingsløsningen udskyder, hvornår hovedparten af sygdomstilfældene indtræffer er konsekvensen, at de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger generelt er mindre for indkapslings-løsningerne end for saneringsløsningerne.

Som eksempel er det i casen med indkapsling af tag beregnet, at de samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger (uden tilbagediskontering) for sanerings- og indkapslingsløsningen er på henh. 71 og 35 kr., mens de tilbagediskonterede samfundsøkonomiske omkostninger for de to løsninger er beregnet til henh. 12 og 10 kr.

Uanset beregningsmetode er de beregnede samfundsmæssige sundhedsomkostninger minimale i sammenligning med de bygherre-relaterede omkostninger. Til spørgsmålet om, hvad det ville betyde, hvis bygherren i større omfang inddrager langsigtede konsekvenser for sundhed og samfundsøkonomi i overvejelserne om sanering vs. indkapsling er konklusionen derfor, at det ud fra en snæver økonomisk betragtning næppe vil have nogen betydning.

Selvom de samfundsøkonomiske omkostninger for de enkelte cases er små sammenlignet med bygherrernes omkostninger, kan de samlede samfundsøkonomiske omkostninger knyttet til alle aktiviteter med asbestholdige materialer i Danmark godt være betydelige, men det har været uden for rammerne af denne undersøgelse at estimere disse.

Usikkerhed og forbehold

Der er en række usikkerheder knyttet til beregningen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. De største usikkerheder vurderes at være knyttet til den anvendte dosis-responsrelation og eksponeringskoncentrationerne. De benyttede mål for betalingsvillighed er naturligvis behæftet med en vis usikkerhed, men værdierne er generelt veldokumenterede og anerkendte i samfundsøkonomiske vurderinger.

Hvad angår dosis-responsrelationen er der benyttet en dosis-responssammenhæng fra en evaluering af Arbejdstilsynets videnskabelige kvalitetsudvalg, VKU, som er benyttet som baggrund for fastsættelse af den nye danske grænseværdi for asbest. Brug af denne dosis-responsrelation resulterer i flere beregnede sygdomstilfælde end den dosis-responssammenhæng, der er udviklet af EUs risikovurderingskomite (RAC), og anvendt i nylig EU vurdering af konsekvenser af indførelse af en ny grænseværdi for asbest på EU plan.

Dosis-responsrelationen vedrører risikoen for udvikling af lungekræft og lungehindekræft (mesoteliom). Disse kræftformer vurderes at udgøre omkring 90% af den samlede forekomst af kræft forårsaget af udsættelse for asbest. De beregnede antal sygdomstilfælde og de deraf afledte omkostninger vil derfor kunne være systematisk underestimeret med ca. 10%. Da usikkerheden på

beregningerne under alle omstændigheder er væsentligt større end 10%, er der ikke gjort forsøg for at korrigerer for forekomsten af andre kræftformer.

De anvendte eksponeringskoncentrationer i arbejdsmiljøet vurderes at være realistiske worst case koncentrationer, som i mange tilfælde er højere end de nuværende danske grænseværdier. De faktiske koncentrationer kan meget vel være lavere. Der er som udgangspunkt anvendt ældre danske undersøgelser eller udenlandske undersøgelser. De anvendte beskyttelsesfaktorer for åndedrætsværn er desuden lavere end de faktorer, der oftest anvendes i Danmark, hvilket indebærer, at de beregnede effektive indåndingskoncentrationer bliver højere. Både en ældre dansk undersøgelse og udenlandske undersøgelser viser, at den effektive beskyttelse af udstyret er betydeligt lavere end den angivne effektivitet af filtret, og for at undgå en underestimering af den faktiske eksponering, er der benyttet de lavere værdier baseret på udenlandske undersøgelser. Samlet vurderes det derfor, at den samlede eksponering snarere er overestimeret end underestimeret.

Der er stor usikkerhed forbundet med den mulige eksponering for indkapslet asbest ved indkapslingsløsningerne, fordi det vil afhænge af, hvilke arbejder der vil foretages i perioden indtil den endelige sanering. Desuden vil eksponeringen være afhængig af, om de involverede håndværkere er opmærksomme på, at der er asbest under indkapslingen og anvende værnemidler. Det kan ikke afvises, at der i nogle tilfælde vil kunne være betydelig større samlet eksponering i denne periode, end der her er regnet med. Det vurderes dog ikke at ændre væsentligt på, at de samfundsøkonomiske omkostninger af eksponeringen ved alle scenarier er langt lavere end de virksomhedsøkonomiske omkostninger. Dog vil det kunne øge den samlede eksponering ved en indkapslingsløsning sammenlignet med sanering. Der er generelt regnet med at eksponering af brugere i bygningen efter en indkapslingsløsning vil være ubetydelig, da formålet med indkapslinger netop er at undgå den eksponering for asbest, der ellers ville kunne forekomme.

Det vurderes samlet set at være meget sikkert, at de samfundsøkonomiske sundhedsmkostninger af eksponeringen af arbejdstagerne og brugere ved de konkrete cases er meget små sammenlignet med de samlede erhvervsøkonomiske omkostninger af henh. sanering eller indkapsling.

Det vurderes ligeledes at være meget sikkert under den nuværende lovgivning, at den samlede eksponering på lang sigt ved en indkapslingsløsning vil være mindst dobbelt så stor som eksponeringen ved en saneringsløsning.

5 anbefalinger

På baggrund af de erfaringer, der er gjort i projektets tre faser, i) indsamling af erfaringer, ii) interviews og iii) analyse af forskellige cases, sammenholdt med projektteamets erfaringer i øvrigt, beskrives her nogle specifikke anbefalinger.

Overordnet set giver tilstedeværelsen af asbestholdige materialer i bygninger risiko for utilsigtet og unødigt eksponering for asbestfibre. Dette gælder både for intakte og skadede/brudte materialer. Samtidig er det projektteamets erfaring at utrygheden og problematikken, hvis der sker skader på asbestholdige bygningsdele, kan vokse sig meget stor hos brugere eller beboere af bygningen, og der er naturligvis også en mulig helbredsmæssig risiko.

Derfor er den generelle anbefaling at asbestholdige materialer fjernes, når det kan lade sig gøre og i hvert fald, når de asbestholdige materialer identificeres i forbindelse med reovering eller udbedring af skader.

5.1 Aktørspecifikke anbefalinger

Herunder beskrives nogle anbefalinger for rådgiver, bygherre/bygningsejer og entreprenører.

Anbefalingerne skal ses som projektets råd til de forskellige aktører, og det er taget i betragtning, hvilke interesser vi ser som vigtige for den enkelte aktør.

Rådgivere

Rådgiver skal altid vurdere, hvilke forberedende undersøgelser bygherren/bygningsejeren skal foretage, herunder om den aktuelle bygning indeholder asbest.

Rådgiver skal samtidig vurdere, om rådgiveren selv har de rette kompetencer til at undersøge og kortlægge indhold af asbest i bygningen. Hvis ikke, bør rådgiveren foreslå bygherren at lave aftale med en rådgiver med erfaring i asbesthåndtering.

Bygherre/bygningsejere

Det anbefales grundlæggende at enhver bygningsejer gennemfører en registrering af alle asbestforekomster i sine bygninger. Registreringen bør foretages systematisk og journaliseres i et system, som er tilpasset bygningens drift og det personale, der har ansvaret for reparation og vedligeholdelse af bygningen.

Det er vigtigt at registreringen ikke forsvinder i mængden af bygningsinformation og at den viden, der er om asbestforekomst i bygningen træder tydeligt frem, når der skal foretages reparation eller vedligeholdelse.

Samtidig med registreringen bør bygningsejeren foretage en risikovurdering ift. konsekvensen ved eventuelt opstået brud eller skader på intakte asbestholdige bygningsdele. Risikovurderingen bør inkludere både økonomiske, sundhedsmæssige og trygheds risici.

Risikovurderingen bør følges op med følgende:

- > Igangsætning af sanering eller indkapsling straks, hvis der er asbestholdige materialer, som er itu.
- > Overvejelse om intakte materialer, der ikke ønskes saneret skal indkapsles yderligere for en ekstra sikkerhed.
- > Tydeligt markering af asbestholdige materialer, så der undgås uhensigtsmæssige hændelser ift. brud, skader, bearbejdning etc.
- > Udarbejdelse af en plan eller udvidelse af en eksisterende vedligeholdelsesplan, så al asbest over en vis tid saneres og fjernes fra bygningen.
- > Udarbejdelse af instrukser ift. drift og vedligehold herunder plan for årligt tilsyn af tilbageværende asbestholdige materialer.
- > Orientering af brugere af bygninger om asbestforekomster og evt. håndtering.

Ved egentlige entrepriser skal bygningsejeren tilknytte en rådgiver med erfaring med asbesthåndtering, så der bliver udarbejdet specifikke arbejdsbeskrivelse for asbesthåndteringen.

Alle asbestarbejder (af en vis størrelse) bør anmeldes til Arbejdstilsynet.

Efter asbestsaneringer udtages repræsentative, kvalificerede renhedsprøver af uvildig part.

Entreprenører (ikke asbestsanerings-entreprenører)

Entreprenører, som får tildelt en opgave med vedligehold, reparation eller renovering af ældre bygninger er udsat for en risiko for at blive påvirket af asbestholdige materialer under arbejdet. Det er derfor af stor betydning for entreprenørens sikkerhed og sundhed, at der foreligger oplysninger om mulige asbestforekomster i bygningen.

Før et arbejde med potentiel asbestrisiko sættes i gang bør entreprenøren altid efterspørge, om der er foretaget en registrering af asbest i bygningen.

Det er essentielt for ovenstående, at entreprenøren har viden om hvor man kan støde på asbest, og det anbefales at vejledninger, udgivet af Branchefællesskabet for Arbejds miljø, BFA indgår i håndværkernes instruktioner. Se bl.a.

<https://asbest-huset.dk/>

Asbestsanerings-entreprenører

Det forventes, at asbestsaneringsentreprenører har den nødvendige viden om asbest, heri tilstrækkelig viden om sikker håndtering og bortskaffelse.

Det forventes ligeledes, at det mandskab, som udfører arbejdet er instrueret, og at der altid er det nødvendige udstyr til rådighed i form af værnemidler, velfærdsforanstaltninger og andre saneringsforanstaltninger.

Der anbefales som supplement følgende:

- > Efterspørg altid om der er foretaget en asbestregistrering og -prøvetagning. Også af henliggende (historisk) støv.
- > Efterspørg uvildig kvalificeret rådgivning stillet til rådighed af bygherren.
- > Efterspørg specifikke arbejdsbeskrivelser, der er bygbare fra bygherren.
- > Efterspørg udfaldskrav.
- > Efterspørg uvildig prøvetagning ift. renhedskontrol.
- > Overvej om det giver mening af foretage forsegling/indkapsling ift. fremtidige arbejder.

6 Litteraturliste

Aftalepartierne (2018), Aftale mellem regeringen (Venstre, Det konservative Folkeparti og Liberal Alliance) og Dansk Folkeparti, Radikale Venstre, Socialdemokratier, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten og Alternativet om anbefalinger om asbest. Beskæftigelseministeriet, København.

Arbejdsgruppen om asbest (2018), *Til beskæftigelsesministeren, anbefalinger fra arbejdsgruppen om asbest*. Beskæftigelsesministeriet, København.

Finansministeriet (2017), *Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*. Finansministeriet, København.

United States Environmental Protection Agency (1980), *National Accomplishments in Pollution control: 1970-1980: Some Case Histories*. EPA, Office of Planning and Management Program Evaluation Direction, Chicago.

Europa-Parlamentet (2022), Commission acts to better protect people from asbestos and ensure an asbestos-free future [Pressemeddelelse], Europa-Kommissionen, Bruxelles

JULI 2021

PROJEKT: INDKAPSLING ELLER SANERING AF ASBEST – HVAD ER BEDST? (ASBEST-VALG)

LITTERATURSTUDIE

ASBEST VALG – ARBEJDSPAPIR TIL FASE 0 (OPSTART OG PLANLÆGNING)

JULI 2021

PROJEKT: INDKAPSLING ELLER SANERING AF ASBEST – HVAD ER BEDST?
(ASBEST-VALG)

ADRESSE COWI A/S
Parallevej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

LITTERATURSTUDIE

ASBEST VALG – ARBEJDSPAPIR TIL FASE 0 (OPSTART OG PLANLÆGNING)

UDARBEJDET AF:

MARTIN NERUM OLSEN, DANSK MILJØANALYSE
ØYVIND OMLAND, ARBEJDS- OG MILJØMEDICINSK AFDELING, AALBORG
UNIVERSITETSHOSPITAL
JAKOB BØNLØKKE, ARBEJDS- OG MILJØMEDICINSK AFDELING, AALBORG
UNIVERSITETSHOSPITAL
LARS VEDSMAND, COWI A/S
EMILIE BAK PEDERSEN, COWI A/S
FRANS MØLLER CHRISTENSEN, COWI A/S

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A133558	1

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
0.99	2. juli 2021	Delrapport	Se ovenfor	CRL	FMCH

Forord

Arbejdsmiljøforskningsfonden indkaldte i starten af 2020 ansøgninger til en "*Teknisk udredning om indkapsling versus sanering af asbest*". Motivation i indkaldelsen var følgende:

"Indkapsling - herunder forsegling - af asbest indebærer en potentiel risiko for, at håndværkere, der senere udfører arbejde ved den indkapslede asbest, bliver udsat for asbest i arbejdsmiljøet. Sikker sanering af asbest er et vigtigt alternativ til indkapsling og vil over tid reducere mængden af asbest i bygningsmassen.

I forhold til reovering af asbestholdige bygninger ønskes et projekt om indkapsling af asbest kontra sanering. Studiet vil have til formål at styrke beslutningsgrundlaget for, om der bør saneres eller indkapsles i forbindelse med reovering af den ældre bygningsmasse."

Ønsket om denne tekniske udredning udspringer af *Anbefalinger fra arbejdsgruppen om asbest*: <https://bm.dk/media/7200/anbefalinger-om-asbest-til-beskaeftigelsesministeren.pdf>.

Projektet "Indkapsling eller Sanering af Asbest – Hvad er Bedst? (Asbest-valg)" blev i juli 2020 tildelt midler til at gennemføre udredningen. Projektet gennemføres i et samarbejde mellem COWI A/S, Dansk MiljøAnalyse (DMA) og Arbejds- og Miljømedicinsk Afdeling, Aalborg Universitetshospital.

Projektets aktiviteter er følgende:

- > **Opstart og planlægning, herunder kortlægning af eksisterende viden**
- > **Indsamling af erfaringer via interviews med aktører**
- > **Udarbejdelse af illustrative cases som belyser fordele og ulemper ved hhv. sanering og forsegling i forskellige situationer**
- > **Udarbejdelse af anbefalinger og formidling**

Projektet følges af en interessentgruppe, som på tidspunktet for færdiggørelse af denne rapport består af repræsentanter fra: Foreningen af rådgivende ingeniører (FRI), DI Byg, Tekniq Arbejdsgivere, Bygherreforeningen, Dansk Arbejdsgiverforening, Dansk Byggeri, BAT-Kartellet, Blik- og Rørarbejderforbundet, 3F, Konstruktørforeningen, Arbejdstilsynet.

Nærværende rapport er resultatet af projektets indledende litteratursøgning og -gennemgang.

INDHOLD

Forord 4

Forkortelser og enheder	7
1 Indledning	9
1.1 Undersøgelsens baggrund, formål og metode	9
1.1.1 Formål	9
1.1.2 Metode	9
2 Resultater	12
2.1 Begreber	12
2.1.1 Asbest - fibertyper	12
2.1.2 Strategier for håndtering af asbest	12
2.2 "Grå litteratur" og lovgivning	13
2.2.1 Rapporter og referencedokumenter	13
2.2.2 Oversigt over EU-aktiviteter og udvalgte EU landes asbestlovgivninger og retningslinjer	19
2.3 Videnskabelig litteratur – tekniske og samfundsøkonomiske forhold	29
2.3.1 Fordele og ulemper ved sanering	30
2.4 Videnskabelig litteratur – sundhedsmæssige forhold	33

3	Opsamling	42
4	Referencer	43
Bilag 1	Oversigt over litteratursøgning – tekniks og samfundsøkonomisk	48
Bilag 2	Oversigt over videnskabelig peer-reviwed litteratur gennemgået	49

Forkortelser og enheder

3F	Fagforeningen "Fagligt Fælles Forbund"
AIHA	American Industrial Hygiene Association
AM	Arithmetic Mean
ANSES	L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (EN: The French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety)
ARCA	Asbestos Removal Contractors Association
ASEA	Asbestos Safety and Eradication Agency
At-vejledning	Vejledning fra Arbejdstilsynet
BAT kartellet	Bygge- Anlægs- og Trækartellet
BBSR	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
EFBWW	European Federation of Building and Woodworkers
FHO	Fagbevægelsens Hovedorganisation
GM	Geometric Mean
GSD	Geometric Standard Deviation
IARC	International Agency for Cancer Research
IHME	Institute for Health Metrics and Evaluation
LAVS	Landelijk Asbestvolgsysteem (DA: National asbestovervågning i Nederlandene)
LO	Landsorganisationen i Danmark (funktion varetaget af FHO siden 2019)
ND	Not detectable
NEA	Netherlands Enterprise Agency
PCM	Phase Contrast Microscopy

PLN	Polsk zloty (valuta)
SD	Standard Deviation
SEM	Scanning Electron Microscopy
SLIC	Senior Labour Inspectors Committee
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
US EPA	United States Environmental Protection Agency
WHO	World Health Organization
WSCC	Workers' Safety & Compensation Commission

1 Indledning

1.1 Undersøgelsens baggrund, formål og metode

1.1.1 Formål

Formålet med litteratursøgningen er at kortlægge eksisterende viden om sanering og indkapsling ved arbejde med asbestholdigt materiale, herunder fordele og ulemper ved de to tilgange. Fordele og ulemper er fortolket bredt og inkluderer således tekniske, praktiske, sundhedsmæssige og (samfunds-)økonomiske forhold.

1.1.2 Metode

Der søges viden af relevans for projektet i den videnskabelige peer-reviewed litteratur, såvel som i den 'grå' litteratur (rapporter mv. fra projekter og vidensinstitutioner), samt i vejledninger og lovgivning i andre EU-lande.

"Grå litteratur" og lovgivning:

På baggrund af allerede kendt viden er der foretaget yderligere iterative søgninger via Google på dansk, tysk og engelsk. Der er søgt efter 'grå' litteratur (rapporter mv. fra projekter og vidensinstitutioner), samt efter vejledninger og lovgivning i andre EU-lande.

For at kortlægge den grå litteratur og lovgivning blev der til start lavet en frisoegning på Google med søgeord: ASBESTOS / EU / LEGILATION / ENCAPSULATION.

Disse søgeord gav en række resultater – ikke mindst en række centrale referencdokumenter fra en række internationale vidensinstitutioner.

Rapporten *"EFBWW Trade Union Guide on using Asbestos Registries"* udarbejdet for European Federation of Building and Woodworkers, blev udvalgt som udgangspunkt for den videre søgning efter love, regler og vejledninger i EU. Her blev landene Tyskland, Holland, Frankrig, Polen samt Danmark udvalgt, da det var disse lande, der kunne fremsøges relevant viden om. I førnævnte rapport er der henvist til de udvalgte landes miljø – og sundhedsmyndigheder, og den videre søgning tog derfor udgangspunkt i søgninger på de konkrete myndigheders hjemmeside. På myndighedernes hjemmesider blev søgeordet "ASBESTOS" brugt. Dette generelle søgeord blev brugt under den formodning, at det var relevant at afdække alle dokumenter, som de relevante myndigheder har gjort tilgængelige. På hjemmesiderne blev der ofte henvist til arbejdsmiljølovgivning og dokumenter herom.

Derudover er der søgt på en kombination af "EU" og "ASBESTOS" for af afdække relevante EU dokumenter.

Relevante links/hjemmesider blev gennemgået og evt. litteratur herfra blev læst og systematiseret ud fra relevans og sammenfald ift. kildehenvisninger – som udgangspunkt er al "grå litteratur", som er fundet, medtaget. I den fremsøgte litteratur, herunder præsentationer fra konferencer eller hjemmesider, blev henvisninger fulgt for at undersøge, om der kunne være baggrundsviden, som kunne være relevant.

Resultater af gennemgangen præsenteres i afsnit 2.2.

Videnskabelig litteratur – tekniske og samfundsøkonomiske forhold

En systematisk litteratursøgning blev udarbejdet ved Medicinsk Bibliotek Aalborg Universitetshospital (Bilag 1) og resulterede, efter ekskludering af dubletter, i 848 videnskabelige artikler. Titler og abstracts for disse 848 artikler blev gennemgået. Heraf blev 29 artikler udvalgt til gennemgang af fuldttekst baseret på relevans af titel og abstract. Udvælgelseskriterier ved gennemgangen fokuserede på artikler, som beskrev praktiske, økonomiske, samfunds- og sundhedsmæssige fordele og ulemper ved forskellige metoder til håndtering af asbest, hovedsageligt i bygninger, men også i installationer indeholdende rør og produkter af cement.

I enkelte tilfælde blev artikler, som kun beskrev én type håndtering (enten sanering eller indkapsling), medtaget, hvis det drejede sig om asbest-håndtering på en bygning, hvor det skønnedes, at metoden kunne sammenlignes indirekte med andre undersøgelser.

21 ud af de 29 udvalgte artikler kunne hentes hjem af COWI eller af Medicinsk Bibliotek Aalborg.

Af de 8 artikler, som ikke kunne hjemtages, var 6 af ældre dato (udgivet 1989-1996), mens 2 var udgivet i 2005 eller senere. Det vurderedes på basis af abstracts, at disse artikler havde et indholdsmæssigt overlap med de tilgængelige artikler, og derfor vurderes fraværet af disse artikler ikke at være væsentlig for nærværende studies konklusioner.

Baseret på gennemlæsning af artiklernes fulde tekst blev artiklerne yderligere sorteret, og 13 (af de 21) blev identificeret til at have relevans for projektet. Indholdet af de udvalgte artikler beskrives nærmere i afsnit 2.3.

Videnskabelig litteratur – sundhedsmæssige forhold

En systematisk litteratursøgning med anvendelse af brede søgeord, blev udarbejdet ved Medicinsk Bibliotek Aalborg Universitetshospital (Bilag 2). Der blev søgt på databaserne PubMed og Embase.com. Efter frasortering af dubletter fandtes 1.228 relevante artikeloverskrifter. På basis af gennemgang af artikeloverskrifterne og gennemlæsning af artiklernes abstract, blev 55 inddraget til fuldttekst gennemlæsning. Kriterier for inkludering som relevant litteratur var, at abstractet indeholdt oplysninger om, at der i artiklen var eksponeringsmålinger for asbestfibre eller at det i abstractet blev vist målinger. Dernæst skulle det af teksten fremgå, at arbejdet ved hvilket der blev foretaget målinger, drejede sig om forsegling eller sanering af materialer med asbest ved renovering af bygninger. Der var ikke et krav til artiklerne, at der var samtidige vurderinger og målinger af arbejde med forsegling eller sanering, ligesom der ikke var krav om

hvorvidt arbejdet foregik inden- eller udendørs. Foruden de 55 artikler fundet enten på databaserne PubMed eller Embase.com blev to yderligere artikler, som ikke var indeholdt i søgningen, inddraget, baseret på forfatterens kendskab til litteraturen og egen vurdering af relevans for studiet. I alt blev 57 artikler udvalgt til at blive gennemgået i fuld tekst. En artikel kunne ikke findes, så 56 artikler blev gennemgået i fuld tekst. Hovedparten af artiklerne var engelsksprogede (52), to var dansksprogede, en var skrevet på tysk og en var skrevet på italiensk. De to sidste artikler blev oversat til dansk (lektor emeritus Henning Sørensen) inden vurdering for relevans. I alt 14 artikler blev inkluderet i studiet.

Indholdet af de udvalgte artikler beskrives nærmere i afsnit 2.4.

2 Resultater

2.1 Begreber

2.1.1 Asbest - fibertyper

Mineralske asbest-fibre har været et yndet anvendt materiale pga. dets flammehæmmende, isolerende og kemisk/fysisk stabile egenskaber. Der findes forskellige typer asbest alt efter hvilket mineral, materialet er udvundet fra: serpentin, som er snoede og bøjelige fibre, og amfiboler, der er kortere og nåleformede. Disse to grupper kan yderligere underinddeles. Således er krysotil-fibre (hvid asbest) en type serpentin, mens amosit (brun) og krocidolit (blå) begge er amfiboler. Krysotil udgør ca. 90% af den asbest man støder på i dag, og dermed menes ofte krysotil, når der tales om asbest.

Indånding af asbestfibre udgør en sundhedsmæssig risiko for mennesker og kan medføre luftvejssygdomme såsom lungekræft, asbestose og lungehindekræft (mesoteliom). Latenstiden for disse sygdomme kan være på 30-40 år (AIHA, 1991) eller længere (Bianchi, et al., 2009). For at forebygge sådanne sygdomsforløb er det derfor vigtigt, at forekomster af asbest opdages og administreres.

2.1.2 Strategier for håndtering af asbest

I såvel den grå som den videnskabelige litteratur (Cheremisinoff, et al., 1989; Workers' Safety & Compensation Commission, 2018) skelnes mellem forskellige metoder til håndtering af asbest, som kan anvendes alene eller i et samspil. Disse er listet nedenfor:

- > **Sanering** – Asbestholdige materialer fjernes fuldstændigt fra den pågældende installation og bortskaffes forsvarligt efter gældende regler.
- > **Indkapsling** – Asbestholdige materialer behandles, så fibre bindes stærkere til overfladen og ikke gradvist frigives til luften. Der findes to typer indkapsling: "penetrators", som gennemborer og styrker materialet og "bridging sealants", som dækker overfladen af materialet med et beskyttende lag, som hindrer frigivelse. Begge typer påføres som spray.
- > **Forsegling** – Asbestholdige materialer dækkes til med en barriere og adskilles dermed fysisk fra det omgivende miljø.
- > **Overvågning** – Niveauet af frie asbestfibre i luftmiljøet monitoreres over tid, og der gøres løbende status over hvorvidt handling er nødvendig, og i så fald hvornår og hvorledes forvaltningen skal foregå. Overvågning er i nogle lande et krav efter udførelse af indkapsling og/eller forsegling.

2.2 "Grå litteratur" og lovgivning

2.2.1 Rapporter og referencedokumenter

I følge WHO og IARC skal alle typer asbest klassificeres som kræftfremkaldende i klasse I. De dominerende kræftformer er lungekræft og lungehindekræft med et estimeret antal på 100-200 nye tilfælde pr år i DK (Ingeniøren, 2018); (Sundhedsdatastyrelsen, 2021). Forekomsten af disse kræftformer pga. asbest er af lignende omfang i andre europæiske lande og tæller tilsammen titusindvis af tilfælde årligt uden sikker faldende tendens i Vesteuropa (IHME, 2019).

Asbest er i dag årsag til de fleste arbejdsbetingede kræftformer, WHO estimerer at der hvert år dør mere end 100.000 af asbestrelaterede sygdomme på verdensplan (World Health Organization, 2012). Dette selvom asbest er blevet forbudt for mange år siden i mange lande. Der findes dog stadig store forekomster af asbest, og i følge tidsskriftet Ingeniøren er der stadig ca. 1.3 mio. husstande med asbestholdige eternittage i Danmark (Ingeniøren, 2018). Tallet er dog be- hæftet med nogen usikkerhed.

Vedrørende asbestsaneringsmetoder anbefaler Arbejdstilsynet ikke den ene lø- sning frem for den anden dvs. totalfjernelse af asbest fremfor forsegling af as- best, men skriver i Asbestvejledningen (At-vejledning C.2.2-2 - 1. juli 2005), at indkapsling eller forsegling med fordel kan overvejes i stedet for at fjerne asbe- sten helt.

Blandt de forskellige danske fagforbund er der mere klare meninger om emnet, således anfører LO (FHO) i Arbejdstilsynets asbestgruppe (Arbejdsgruppen om asbest, 2018) og BAT Kartellet i Fagbladet 3F, at man helst ser en total fjernelse af asbest i Danmark (3F, 2018). LO har i 2011 fremlagt handlingsplan for fjer- nelse af asbest (LO, 2011).

Også den internationale fagbevægelse har ved mange lejligheder fremhævet, at sanering er bedste løsning på asbestproblemet (Vedsmænd, 2007).

Den amerikanske miljøstyrelse US EPA anfører på side 43 i rapporten "*Guidance for Controlling Asbestos Containing Materials in Buildings*" (United States Environmental Protection Agency, 1985) i summarisk form fordele og ulemper i forbindelse med fjernelse af asbest fremfor asbestforsegling.

Samme US EPA har i rapporten "Guidelines for the use of encapsulants on as- bestos containing materials" (United States Environmental Protection Agency, 1981) en meget grundig gennemgang af fordele og ulemper ved asbestforseg- ling. Denne reference er gammel, men litteraturgennemgangen har vist, at den omfattende EPA-rapport og andre rapporter fra 1980'erne har været en del af grundlaget for de følgende årtiers retningslinjer og derfor stadig er relevante for nærværende projekt.

Generelt anbefaler US EPA (United States Environmental Protection Agency, 1981) kun indkapsling af asbest, hvis det ikke er til mere skade end gavn. Hvis

der er benyttet sprøjteasbest på en ujævn overflade, der er bundet i fast materiale såsom cement, kan indkapsling anbefales. US EPA vurderer at asbestcement generelt ikke forbindes med en sundhedsrisiko, men anbefaler dog indkapsling for at forebygge senere emission. En konsekvens ved indkapsling kan dog være, at en asbestsanering på et senere tidspunkt kan være mere udfordrende, og at det kan blive mere omstændigt at følge arbejdsmiljølovgivningen for sanering. Generelt anbefaler US EPA at sanere for asbest, hvis der er tale om materialer, som er porøse, sprøde, og ikke er stærkt bundet til den underliggende overflade, hvis materialet er beskadiget af vand, det er luftigt og let kan frigive fibre, eller hvis bygningsbrugerne er i direkte kontakt med materialet. Derudover skal der tages højde for, hvilken form for indkapsling som kan anvendes i den konkrete situation. Fordele og ulemper oplistet af EPA er oversat og summeret i Tabel 1.

Tabel 1. Fordele og ulemper ved sanering baseret på EPA (United States Environmental Protection Agency, 1981)

Fordele ved indkapsling	Ulemper ved indkapsling
<p>1. Man kan fjerne asbestekspone- ring, uden at fjerne det asbestholdige materiale</p> <p>Fordelen ved ikke at fjerne asbest, er at man beholder de egenskaber, som asbest har. Derudover skal man ikke bruge tid eller penge på at sanere for asbest, og derefter erstatte det med et andet materiale.</p>	<p>1. Asbest forbliver i bygningen</p> <p>Det kan ikke anses som en langvarig løsning at indkapsle asbest, da renoveringer eller nedrivning kan ske på et senere tidspunkt, hvor man dermed skal forholde sig til det asbestholdige materiale og indkapslingen kan besværliggøre disse processer. Derudover skal man ved indkapsling løbende kontrollere indkapslingens tilstand og reparere det, hvis det bliver beskadiget.</p>
<p>2. Indkapsling er ofte den hurtigste måde at reducere asbestekspone- ring</p> <p>Det kan ofte være mindre kompliceret at indkapsle asbest, frem for at fjerne det. Dog peger EPA på at fordele ofte overvurderes, da der stadig skal tages højde for tidsforbrug ved indkapsling, korrekt brug af værnemidler og udsug.</p>	<p>2. Indkapslet asbest kan være svært at fjerne på et senere tidspunkt, fordi man skal overholde arbejdsmiljølov- givningen for arbejde med asbest</p> <p>Hvis det tidligere er valgt indkapsling, kan det besværliggøre saneringsprocessen, da arbejdsmiljølovgivningen for sanering skal overholdes. Dog skal der tages forbehold for at anbefalingerne er udviklet i en amerikansk kontekst, og Danmarks/EU's lovgivning ikke nødvendigvis er den samme som den amerikanske. Derudover er anbefalingerne fra 1981, og derfor kan lovgivningen på området være anderledes på nuværende tidspunkt.</p>
<p>3. Ofte kan det være den mindst omkostningsfulde metode at beskytte mod asbestekspone- ring på kort sigt</p> <p>På kort sigt vurderes det mindre omkostningsfuldt at indkapsle asbest frem for at</p>	<p>3. Indkapsling er ikke egnet til mate- rialer som er i dårlig stand jf. indle- dede beskrivelse af hvilke materialer EPA anbefaler ikke at indkapsle</p>

<p>fjerne det. Der skal tages forbehold for de omkostninger som opstår på et senere tidspunkt i form af kontrol og vedligeholdelse af indkapsling på længere sigt.</p>	<p>Hvis det asbestholdige materiale er i en sådan stand, at det kan knuses til pulver med hænderne, er det ikke egnet til indkapsling. Dette skyldes blandt andet muligheden for at indkapslingen vil få det asbestholdige materiale til at smuldre og dermed forværre tilstanden. Hvis det asbestholdige materiale ikke er stærkt bundet til det underliggende materiale, kan en indkapsling medføre at det asbestholdige materiale løsriver sig helt fra det underliggende materiale.</p>
<p>4. Indkapsling anses som en fin metode når det drejer sig om asbestcement</p> <p>US EPA estimerer at asbestcement indeholder mindre end 15% asbest. De fraktioner som kan opstå fra cementen vurderer EPA er relativt store og ikke flyvske. Tilstanden af asbestcement forværres over tid, dog anser EPA ikke emission heraf som et svært problem. Kun hvis asbestcement er ubeskadiget anbefales indkapsling.</p>	<p>4. Indkapsling er ikke egnet til materialer som er beskadiget af vand</p> <p>Hvis det asbestholdige materiale er beskadiget af vand, kan det medføre at det løsriver sig fra det underliggende materiale. Indkapsling af fugtigt asbest, kan medføre at det asbestholdige materiale vil blive porøst og smuldrer og dermed ikke vil kunne tåle vægten fra indkapslingen over længere tid.</p>
<p>-</p>	<p>5. Indkapsling er ikke egnet til materialer som er i direkte kontakt med bygningsbrugerne</p> <p>US EPA vurderer at indkapsling kan modstå nogen grad af slid over tid. Dog vurderer US EPA, at ved direkte kontakt med indkapslingen fra bygningsbrugerne, vil risikoen for slitage være for stor og indkapslingen kan for let blive beskadiget.</p>
<p>-</p>	<p>6. Indkapsling frarådes ved materialer, som er mere end 2,5 cm tykke (oversat fra 1 inch).</p> <p>Test af forskellige klæbeprodukter, viser at det ikke kan binde asbest i materialer, der er tykkere end 2,5 cm. Dog kan der være undtagelser ved isolering af rør og kanaler, hvor indkapsling kan være fordelagtig på trods af at isoleringen er mere end 2,5 cm tyk.</p>
<p>-</p>	<p>7. Indkapsling kan ikke anbefales i bygninger og rum som er udsat for vibrationer</p> <p>Vibrationer kan medføre, at sprøjteasbest</p>

	løsriver sig fra det underliggende materiale.
-	8. Indkapsling af asbestholdigt brand-isolering, kan mindske den brand-hæmmende effekt
-	9. Indkapsling af asbest, som bruges til at skabe god akustik i et rum, kan mindske denne effekt

US EPA vurderer, at indkapsling kun er hensigtsmæssig i 10%-15% af tilfældene. Ud fra ovenstående ses det også, at der er flere ulemper end fordele ved at indkapsle. Vejledningen fra US EPA (s. 11 i vejledningen), gengiver et beslutningstræ som kan være med til at vise hvordan og hvilke materialer, der kan være egnet til indkapsling. US EPA understreger at dette beslutningstræ ikke kan bruges alene, men blot vise hvilke tilgange man kan tage, når man skal vurdere, om indkapsling af asbest kan være hensigtsmæssig. Det skal noteres, at denne vejledning fra US EPA er fra 1981. Vi vurderer dog, at de fleste overvejelser i rapporten stadig er relevante i dag.

Jævnfør en rapport fra canadiske Workers' Safety & Compensation Commission (2018) er de største ulemper ved sanering de høje (umiddelbare) omkostninger, samt at aktiviteter i bygninger, hvor der skal foretages sanering, ofte må ophøre under renoveringen. Ifølge rapporten er indkapsling og forsegling begge billigere og mindre invasive løsninger. Dog medfører disse et behov for at overvåge asbestniveauet omkring de renoverede materialer, eftersom begge metoder kun er midlertidige, og dermed kan asbestfibre frigives over tid (Workers' Safety & Compensation Commission, 2018).

Workers' Safety & Compensation Commission (2018) har ydermere udformet et beslutningstræ til hvilke forhold, der bør overvejes ved forekomster af asbest.

For Control 1-5 gælder det, at såfremt sanering ikke er mulig, og/eller det besluttet at bibeholde det asbestholdige materiale frem for at fjerne det, skal Control 6, en overvågningsplan af asbest-niveauer, indføres.

Tilstanden af det asbestholdige materiale defineres som "god", "rimelig" eller "dårlig". Ved "god" tilstand forstås, at materialet ikke har synlige tegn på skade eller forringelse. "Rimelig" tilstand angiver mild til moderat forringelse af materialet, mens "dårlig" tilstand indikerer meget forringet materiale.

Tilsvarende defineres tilgængeligheden af asbestholdigt materiale som "høj", "moderat" eller "lav". "Høj" tilgængelighed betyder, at materialet kan berøres af alle brugere af bygningen. "Moderat" tilgængelighed angiver, at materialet er tilgængeligt i områder af bygningen, hvor der er lav aktivitet og/eller at materialet kun er tilgængeligt for vedligeholdelsespersonale. Materialer med "lav" tilgængelighed kræver, at dele af bygningen fjernes, for at materialet kan tilgås.

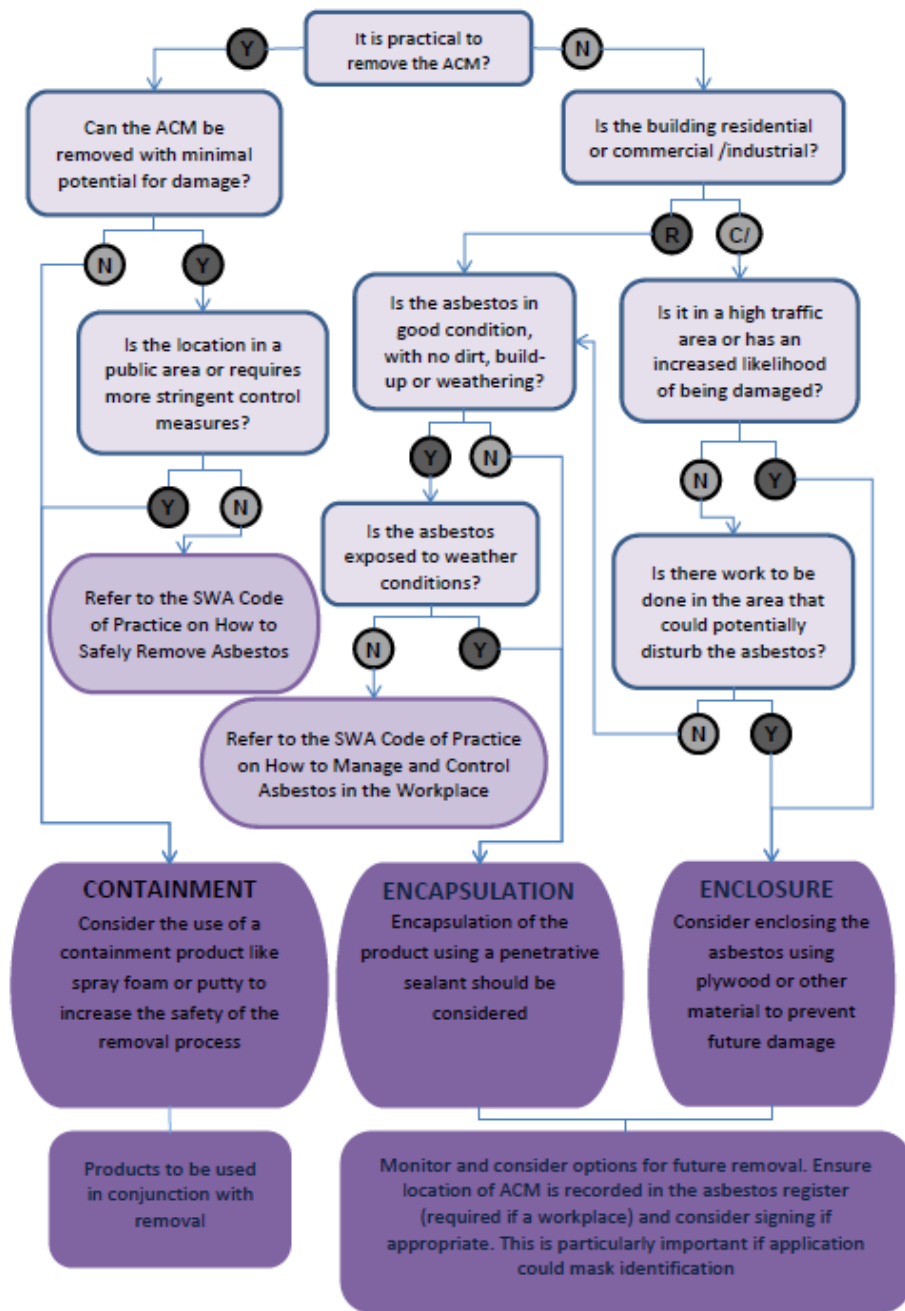
Af ovenstående beslutningstræ kan det udledes, at disse forfattere anbefaler at forekomst af krocilodit skal fjernes omgående om muligt. Derudover afgøres handlingsplanen også af, hvilken stand det asbestholdige materiale er i, om det drysser, samt hvor tilgængeligt det er for brugerne af bygningen (Asbestos Removal Contractors Association, 2015).

En anden rapport "*Guidance for the Encapsulation of Asbestos Containing Materials*" fra den engelske organisation ARCA (Asbestos Removal Contractors Association, 2015), beskriver parametre, som er vigtige at holde sig for øje ved håndtering af asbestholdige materialer: Først og fremmest er standen af det asbestholdige materiale vigtigt for beslutningen om, hvorvidt der skal saneres eller indkapsles, særligt hvis det drejer sig om spray-påført asbest eller isolering. Desuden skal asbesten være fæstnet til underlaget i en sådan grad, at indkapsling ikke vil forårsage, at asbesten frigøres som følge af øget tyngde. Derudover skal det være teknisk muligt at tilgå materialet, og efter indkapslingen skal materialet udøve samme funktion som førhen. Endelig skal økonomiske aspekter også tilgodeses. Det skal desuden tages med i overvejelserne, om asbesten i fremtiden vil være udsat for udefrakommende påvirkning i form af vibrationer fra boring og andre aktiviteter i bygningen.

En australsk vejledning gennemgår en række fordele og ulemper ved henholdsvis indkapsling og fjernelse (Asbestos Safety and Eradication Agency (ASEA), 2017). Faktorer, der skal tages i særlig betragtning ift. beslutninger, er:

- > Typen af brug af bygning/området med asbestholdige materialer
- > Typen af asbest ift. om det er støvende/drysser (friable)
- > Eksponering af asbestforekomsten ift. nedbrydning og dermed frigivelse af fibre
- > Om det er muligt at fjerne uden at "forstyrre" den bundne asbest eller blot at lade det sidde, såfremt det ikke udgør en risiko

Her er der også udarbejdet et beslutningstræ (procesdiagram) ift. at vælge forsegling eller fjernelse (se Figur 1). Det anbefales i vejledningen, at der altid tilknyttes en ansvarlig faglig kompetent person, og at der foretages efterfølgende målinger.



Figur 1. Beslutningstræ ved forekomst af asbest i en bygning (Asbestos Safety and Eradication Agency, Australian Government, 2017).

En opsummering af beslutningsparametrene for de fire fremhævede rapporter præsenteres i Tabel 2 nedenfor.

Tabel 2. Oversigt over vigtigste beslutningsparametre i forbindelse med håndtering asbestholdige materialer jævnfør reference-dokumenter fra fire internationale organisationer.

Beslutningsparameter	US EPA	CA WSCC	ARCA	ASEA
Tilstand af asbest	x	x	x	x
Type asbest		x		x
Tilgængelighed af asbest	x	x	x	x
Type bygning (bolig, kommerciel, industriel)				x
Asbest er støvende/drysser	x	x		x
Asbest er udsat for påvirkning (aktivitet i bygning, renoveringsarbejde, vejr mm.)	x	x	x	x
Koncentration i indendørs luftmiljø		x		
Tykkelse af materialet	x			
Hvor stærkt fæstnet materialet er (og hvorvidt ekstra vægt vil tynde det ned)			x	

Beslutningstræerne i ovenstående referencedokumenter kunne danne inspiration til det videre arbejde i forbindelse med nærværende projekt især ift. fremtidige anbefalinger.

I denne type referencedokumenter er der således ikke en entydig anbefaling af den ene eller den anden fremgangsmåde. Det fremgår dog i nogen grad, at der opstår en del flere udfordringer, når der vælges forsegling/indkapsling fremfor fjernelse. Udfordringerne vil især vedrøre det forhold, at der efterfølgende kan detekteres asbestfibre, og at der er risiko for beskadigelse af forseglede materialer. Samtidig skal der etableres procedurer ift. den fremtidige drift af bygninger og installationer, der er med til at øge udgifterne til drift og vedligehold efter forseglingen – dette er i sagens natur ikke tilfældet, når asbestholdige materialer fjernes i deres helhed.

I litteratursøgningen blev der derudover sat fokus på at danne et overblik over forskellige EU-landes regler vedrørende asbest, for derigennem at belyse, hvilke beslutningsparametre der lå bag disse lovgivninger, da tesen må være at lovgivning og retningslinjer må basere sig på forskning, data, evidens og konkrete beslutningsparametre.

2.2.2 Oversigt over EU-aktiviteter og udvalgte EU landes asbestlovgivninger og retningslinjer

EU's generelle anbefalinger for asbesthåndtering

Det første forbud af asbest blev indført i EU i 1983, hvor det blev forbudt at markedsføre krocidolit, og forbud for flere asbesttyper er gradvist indført de efterfølgende år. Disse forbud er senere i 2006 samlet i REACH Annex XVII,

indgang nr. 6. Forud for det første forbud, var asbest allerede blevet forbudt i en række EU lande (Allen, et al., 2018). Efter det generelle EU forbud i 2005, udarbejdede Senior Labour Inspectors Committee (SLIC) en guide til hvordan arbejdsgivere og ansatte bedst håndterer asbestholdige materialer, samt hvordan eksponeringen af asbestfibre mindskes for arbejdere, som ofte håndterer asbestholdige materialer (European Commission, Senior Labour Inspectors Committee (SLIC), 2006).

Forfatterne bag guiden anbefaler, at man mindsker eksponering for asbeststøv, hvilket enten kan ske gennem sanering eller indkapsling. Afhængigt af, hvilke asbestholdige materialer der er tale om, samt om det er nedrivning eller vedligehold/renovering, som skal foretages i en given bygning, anbefales enten sanering eller indkapsling. Derudover anbefaler forfatterne, at såfremt man vælger at indkapsle asbest eller asbestholdige materialer, bør dette registreres i et register og efterfølgende, løbende kontrolleres for at sikre, at indkapslingen er tilstrækkelig effektiv. Det er beskrevet i guiden at asbestsanering anbefales, hvis der er tale om nedrivning, at materialerne er beskadiget eller i dårlig stand, samt hvis en indkapsling vil forstyrre renoveringsarbejde (European Commission, Senior Labour Inspectors Committee (SLIC), 2006).

I 1983 udstedte EU asbestdirektivet. Direktivet blev i 2009 nyfattet (Direktiv 2009/148/EF). Direktivet er implementeret i Danmark ved asbestbekendtgørelsen, som regulerer sikkert arbejde med nedrivning af asbest samt arbejde med reparation og vedligeholdelse af bygninger, anlæg, tekniske hjælpemidler m.v., hvortil der er anvendt asbestholdigt materiale – dette for at beskytte arbejdstagere mod asbest.

Der har både før og efter EU's forbud i 2005 om produktion, salg og anvendelse af asbestholdige materialer været politisk interesse fra en række medlemslande for at mindske eksponeringen af asbest i arbejdsmiljøet, men også for den generelle befolkning (Banduch, et al., 2018).

Europa-parlamentet har i 2012 lavet en betænkning om asbest, hvor alle medlemsstater opfordres til at udarbejde nationale handlingsplaner for udfasning af alle asbestprodukter og EU-kommissionen opfordres til at lave handlingsplaner inden 2028 og at koble asbestspørgsmål med renovering og energieffektivitet (Europa Parlamentet, 2012). Betænkningen viser, at man allerede på daværende tidspunkt generelt ønskede at udfase asbest i EU, samt at arbejde hen imod et globalt asbestforbud. For at udfase asbest, kræves først en klarlægning af, hvor asbest findes og dernæst en renovering af de pågældende elementer. Jævnfør betænkningen forholder EU sig ikke direkte til sammenligning af førnævnte metoder til håndtering af asbest, men fokuserer primært på sanering og heraf følgende politiske forhold. Det nævnes dog at indkapsling og forsegling kun bør tillades, hvis materialerne er "passende mærket med advarsler" (Europa Parlamentet, 2012).

I nærværende dokument præsenteres en kort gennemgang af regler for asbesthåndtering og eventuelle politiske initiativer om samme emne i udvalgte EU-medlemslande. Landene er udvalgt på baggrund af en rapport om registre for asbestregistrering og asbestlovgivning i samtlige EU medlemslande. Rapporten "*EFBWW Trade Union Guide on using Asbestos Registries*" er udarbejdet for European Federation of Building and Woodworkers, og har fået økonomisk støtte fra Europa-kommissionen. De lande, som beskrives i nærværende dokument, er udvalgt da de jf. denne kilde har implementeret yderligere politiske initiativer end EU's minimumskrav. Udover at det er relevant at gennemgå de udvalgte landes regler for asbesthåndtering, og sammenligne dem med Danmarks, kan

det også senere være relevant at undersøge, hvilke rationaler som ligger bag de politiske beslutninger, som er taget i det pågældende lande. Regler for følgende lande beskrives: Danmark, Holland, Polen, Frankrig og Tyskland.

Danmark

I Danmark kom det første forbud mod asbest i 1972, hvor det blev forbudt at anvende asbest eller asbestholdige materialer til termisk-, støj- og fugtisolering. I 1980 blev brugen af al asbest forbudt, undtagen asbestcementprodukter. I 1986 blev forbuddet mod asbest yderligere skærpet, hvor kun få asbestprodukter var undtaget forbuddet. I dag er det forbudt at producere, markedsføre og anvende asbest og asbestholdige materialer, i henhold til EU lovgivningen fra 2005 (Arbejdstilsynet, 2005).

Arbejdstilsynet anbefaler, at asbest enten fjernes helt, eller indkapsles i forbindelse med renovering. Hvis en bygning, som benyttes til erhvervmæssig brug, er opført før 1990, skal der foretages en indvendig registrering af bygningens asbestindhold i forbindelse med en renovering. Arbejdstilsynet beskriver at det, ved renovering af bygninger som indeholder asbest, med fordel kan overvejes, om det er mere fordelagtigt at indkapsle asbest frem for at fjerne det. Dette forudsætter dog, at asbesten er i hel stand, og at der ikke er risiko for eksponering for asbeststøv for personer, som senere skal benytte bygningen (Arbejdstilsynet, 2005). I Danmark sondres der ikke mellem farligheden af de forskellige typer asbest. I Asbestbekendtgørelsen (Beskæftigelsesministeriet, 2015) listes der seks typer asbest, som alle betragtes som farlige iht. lovteksten.

Holland

I 1993 blev det helt forbudt i Holland at producere, anvende og sælge asbest og asbestholdige materialer. De hollandske myndigheder råder i dag alle med et asbesttag til at fjerne det. Deres begrundelse er, at mange asbesttage er gamle og slidte, og dermed udgør en sundhedsrisiko (Government of the Netherlands). Den hollandske regering ønskede at vedtage en lov som skulle forbyde asbesttage i hele landet fra 2024, men lovforslaget kom ikke igennem i parlamentet. Den hollandske regering har lavet en samarbejdsaftale med kommuner, brancheforeninger og andre interessenter, om at man kan låne penge til fjernelse af asbesttage. Her bidrager staten med 12 mio. euro (Rijswaterstaat, 2020).

Skal man foretage renovering eller nedrivning af bygninger, er det lovpligtigt at undersøge om bygningen indeholder asbest, hvis den er opført før 1994. Undersøgelsen skal foretages af et firma, som er certificeret hertil (Netherlands Enterprise Agency, 2021). Såfremt der skal asbestsaneres i en bygning, skal dette indberettes til det hollandske nationale asbestovervågningssystem, kaldet LAVS. Det er ikke lovpligtigt at fjerne alt asbest, men de asbestholdige materialer må ikke være til sundhedsfare, ellers skal de fjernes. Hvis det asbestholdige materiale ikke er til sundhedsfare, og man vælger at lade det være, skal det kontrolleres en gang om året, for at sikre at det ikke er blevet beskadiget eller der er sket for meget slitage (Rijswaterstaat, 2020).

Det nationale asbestovervågningssystem (LAVS) er et system, der er implementeret af de hollandske myndigheder med det formål at forbedre forståelsen af tilstedeværelsen af asbest, skabe gennemsigtighed i asbestsaneringsprocessen, forbedre overholdelsen af asbestbestemmelserne, forbedre overvågningen af

asbestsanering, yde støtte til at gennemgå de juridiske processer og give synlig information til alle involverede parter i asbestsanering (Rijkswaterstaat, 2020).

I Holland bruges et klassificeringssystem til asbest når det skal fjernes. Asbest kan være i hhv. klasse 1, 2 eller 2A. Hvis asbest, som skal fjernes, er i kategori 2 eller 2A, er det et certificeret firma som skal stå for saneringen. Hvis det er i kategori 1, kan et firma som ikke er certificeret godt asbestsanere, men de personer, som står for saneringen, skal have en uddannelse i at håndtere asbest (Rijkswaterstaat, 2020).

Hvis en arbejdsgivers ansatte potentielt kan være eksponeret for asbest, er det lovpligtigt at underrette det hollandske arbejdstilsyn. Arbejder man med nedrivning og asbestsanering til dagligt, kan man tage en online test, hvor man kan reflektere over virksomhedens retningslinjer for håndtering af sundhedsskadelige stoffer, samt ens egen ageren omkring sundhedsskadelige stoffer i arbejdsmiljøet (Netherlands Enterprise Agency, 2021).

Den hollandske arbejdsmiljølovgivning fra 2017 beskriver, hvornår en arbejdsgiver har ansvaret for hvad der håndteres, og med hvilken prioriteringsrækkefølge man skal forholde sig til dette, når man arbejder med sundhedsskadelige stoffer. Lovgivningen er ikke specifik for asbest, men asbesthåndtering hører ind under denne lovgivning, der oprindeligt er formuleret i 1999:

"The employer shall ensure that the health and safety of employees is protected with respect to all employment-related aspects, and to this end shall conduct a policy aimed at achieving the best possible working conditions, taking account of the following factors in the light of the state of the art and professional provision of services." (The Government of the Netherlands, 1999).

Hvis ikke det er muligt at skabe optimale forhold, skal man forsøge at eliminere eller mindske eksponeringen af de ansatte. Og hvis ikke dette er muligt, skal man sørge for at arbejdstagerne har de fornødne værnemidler, som er nødvendige for ikke at blive udsat for en sundhedsrisiko. Derudover vægter man den kollektive sundhed over den individuelle, hvilket i dette tilfælde kan tolkes som, at man accepterer at en nedriver potentielt set eksponeres for asbest, i forbindelse med at det fjernes, så andre ikke eksponeres for det på et senere tidspunkt (The Government of the Netherlands, 1999).

Grænseværdien for antal fibre som man må udsættes for i arbejdsmiljøet er 2000 fibre/m³ luft over en otte timers arbejdsdag (de Grave, et al., 1997). Dette er 50 gange lavere end EU's grænseværdi.

Der er i 2011 og 2012 foretaget en kortlægning over asbestforekomsten i alle folkeskoler i Holland. Her fandt man, at 80% af alle folkeskoler bygget før 1994 indeholder asbest. Beslutningen om hvorvidt asbesten skal fjernes afhænger af, hvilke materialer som indeholder asbest, og om det udgør en umiddelbar sundhedsrisiko. Hvis de asbestholdige materialer ikke udgør en sundhedsrisiko på skolerne, skal de ikke fjernes. Dog skal der føres årligt tilsyn, for at kontrollere materialernes tilstand og sikre, at de fortsat ikke udgør en sundhedsrisiko (Rijkswaterstaat, 2020).

Det er målet i Holland, at der fra 2040 ikke længere er nogen asbestrelaterede sygdomstilfælde (Government of the Netherlands, 2017).

Kommentar

Generelt henviser hollandske myndigheder på deres hjemmesider, til EU-retningslinjer og -regler. Det er lavet nogle tiltag, så som at give økonomisk støtte til at fjerne asbesttage, og de har oprettet et nationalt asbestovervågningssystem. Der står ikke eksplicit nogle steder at man kan vælge enten at sanere eller indkapsle asbest. Vejledningen om asbest siger generelt, at hvis materialet er beskadiget, eller man skal renovere, og dermed kommer i kontakt med asbest, eller andre senere kan eksponeres for det, så skal asbesten fjernes. Hvis ikke asbesten eller de asbestholdige materialer er beskadiget eller slidt, råder myndighederne til at man lader asbesten være. Derudover er der i Holland også udgivet en asbesthåndbog. Denne er dog kun på hollandsk, og det har ikke været muligt at finde en udgave på engelsk.

Det kunne være interessant at undersøge om der er indikationer på, at Holland har flere asbestrelaterede sygdomstilfælde end fx Danmark, da der er større fokus på at fjerne asbesttage end der er i Danmark. Derudover er det værd at notere sig at den hollandske grænseværdi er 50 gange lavere end EU-grænseværdien.

Polen

I Polen kom et forbud mod at anvende asbestholdige materialer i 1997. Polen har indført et nationalt program, som skal reducere mængden af asbest i landet, som løber fra 2009-2032 (Polish Ministry of Economy, 2010). Man har valgt at alle landets politiske og administrative niveauer skal deltage, både på det nationale plan, i regionerne og kommunerne. Man har taget dette valg for at sikre et bedre politisk samarbejde for asbestsanering. Programmet for fjernelse af asbest i Polen er delt op i fem emner:

- Lovgivning
- Uddannelses - og informationsaktiviteter herunder også træning af administrative medarbejdere og udvikling af materialer som skal give mere information om asbesthåndtering, samt udvikling af nye teknologier til at destruere asbestaffald.
- Øvelser og opgaver relateret til asbesthåndtering og asbestsanering i bygninger, rengøring, anlægning af landområder hvor asbestaffald kan deponeres, samt økonomisk støtte til at udvikle programmer for asbestsanering og håndtering på alle politiske niveauer.
- Kontrol af programmernes implementering via en elektronisk platform som skal monitorere fjernelse af asbestholdige materialer.
- Monitorering af asbesteksponering og sygdomsforebyggelse hvor der også vil være aktiviteter fra "Reference centre of Asbestos Exposure and Health Risk Assessment"

I rapporten "Programme for Asbestos Abatement in Poland 2009-2032" italesættes det, at grunden til at programmet skal forløbe over en lang årrække, er at mange af de asbestholdige materialer som findes i Polen, er asbestcement, hvor fibre er bundet til materialet (Polish Ministry of Economy, 2010). Derfor vil fibre ikke frigives fra cementen, så længe det er intakt. På den måde er sanering af dette materiale ikke akut, som det kan være ved materialer, specielt hvis de er beskadiget (Rzeszowska Agencja Rozwoju Regionalnego, 2017).

I forbindelse med asbestprogrammet i Polen, er der igangsat forbedringer af det datasystem, der bruges til at registrere asbestholdige materialer i bygninger, hvor det skal fjernes (Rzeszowska Agencja Rozwoju Regionalnego, 2017).

Man sigter efter at fjerne asbest, i stedet for at indkapsle det, for at forbygge emission af asbestholdige materialer, og dermed eksponering af asbestfibre (Rzeszowska Agencja Rozwoju Regionalnego, 2017).

Det er planen i forbindelse med asbestprogrammet at uddanne lægfolk til selv at håndtere visse former for asbest. På denne måde kan man i nogle tilfælde undvære, at et specialiseret firma til at håndtere og fjerne asbest. Der er opmærksomhed på, at dette forudsætter grundig uddannelse og at alle nødvendige værnemidler bruges, samt at deponeringen foretages på en rigtig vis.

Uanset hvem det er som skal håndtere asbest, er det lovpligtigt at registrere dette, i Polens nationale asbestovervågningsdatabase (Baza Azbestowa, 2017).

Det kræver ikke altid en akkreditering/certifikat for at arbejde med asbest, men man skal under alle omstændigheder uddannes til det, hvor der her er nogle krav til hvor mange timer man skal have været på kursus (Banduch, et al., 2018).

Politisk er der prioriteret mange penge til at fjerne asbest i Polen. Man regner med at det fra 2009-2032 vil koste omkring 40,4 mia. PLN, hvilket svarer til omkring 67,5 mia. DKK (Rzeszowska Agencja Rozwoju Regionalnego, 2017).

Kommentarer

Det er bemærkelsesværdigt, at der er forskel fra de strikse hollandske regler om asbesthåndtering i forhold til, hvem som må håndtere asbest. Der er selvfølgelig regler for asbesthåndtering i Polen, men politisk er det et mål, at flere lægmænd skal kunne håndtere asbest. Dette kan tænkes både at være en fordel og en ulempe. På den ene side, kan det være billigere ikke at skulle betale for asbestsanering, hvis det kan klares som privatperson. Derudover kan det også tænkes, at flere privatpersoner får kompetencer til at kende asbestproblemstillingen, og dermed sætte en proces i gang med at fjerne det og samtidig bedre kunne vurdere, om det er en situation, hvor et specialiseret firma skal tilkaldes. På den anden side kan det tænkes, at hvis privatpersoner ikke håndterer asbestsanering rigtigt, kan det øge incidensen af lungehindekræft og lungekræft. Dog har begge lande implementeret et nationalt system til asbestregistrering, og i Polen monitorerer de også saneringsprocessen.

Frankrig

Der blev vedtaget et endeligt forbud mod produktion, anvendelse og salg af asbest og asbestholdige materialer i Frankrig i 1997. Det franske nationale forsknings- og sikkerhedsinstitut vurderede i 2007 at mellem 1 og 2 millioner arbejdere er blevet eksponeret for asbestfibre (ANSES, 2016).

Det er lovpligtigt at undersøge, om en bygning indeholder asbest, hvis den er opført før 1997, og den skal renoveres eller rives ned. Her skal et certificeret firma gennemgå bygningen. Hvis der er tale om renovering, klassificeres asbest og asbestholdige materialer som liste A, B og C, afhængigt af risikoen for at asbestfibre kan frigives fra materialet. Hvis der er tale om en lav risiko, kan man lade asbesten være, ellers rådes der enten til at indkapsle eller fjerne det. Hvis der foretages luftmåling og det estimeres at mængden af fibre overstiger aktionsværdien som er 5 fibre/L luft (5000/cm³), skal asbesten enten indkapsles eller fjernes (Ministère des Solidarités et de la Santé, 2016).

Der er forskellige regler i forhold til om materialerne listes som A, B eller C. Inden for hver liste, er der kategorier for materialernes tilstande. Her skal en person, der er autoriseret til det, vejlede om, hvordan asbesten skal håndteres. Det er ejerens ansvar at efterleve anbefalingerne, og såfremt de ikke bliver efterlevet, kan ejeren få en bøde (Ministère des Solidarités et de la Santé, 2016).

Hvis en bygning indeholder asbest, skal der oprettes en datafil, hvor der fremgår en oversigt for, hvor i bygningen der findes asbest, samt hvilken stand det er i. Det er ejeren af bygningens ansvar at få udarbejdet denne fil. Den skal ikke registreres i et nationalt system, men være tilgængelige for eventuelle brugere af eller beboere i bygningen (Ministère des Solidarités et de la Santé, 2016).

I 1998 blev der i Frankrig implementeret et nationalt overvågningsprogram for lungehindekræft. Dette program skal være med til at afdække hvor asbesteksponering kommer fra. I alle diagnosticerede tilfælde af lungehindekræft, igangsættes en undersøgelse for at afdække hvor asbesteksponeringen er sket. Her har det indtil videre været muligt at undersøge årsagen for 59% af mændene og 57% af kvindernes tilfælde (Gill Soit Ilg, et al., 2020). Så selvom man prioriterer at undersøge eksponeringskilder, er det i mange tilfælde ikke muligt.

Antallet af nye sygdomstilfælde med lungehindekræft var på sit højeste i starten af 2000'erne og har været svagt faldende siden. Man forventer at antallet af nye sygdomstilfælde i 2050 vil falde til samme niveau som man så i 1970'erne (Ministère des Solidarités et de la Santé, 2017).

Kommentar

Det ser ud til, at det samme rationale gælder i Frankrig, som også gælder i Holland og Danmark. Man skal mindske eksponeringen af asbest. Om det er via indkapsling eller sanering, kommer an på den konkrete situation. I Frankrig foretages luftmålinger efter både sanering og indkapsling. På den måde sikrer man, at der ikke er fortsat er asbeststøv i det område, hvor man har arbejdet. Der skal også føres tilsyn med de materialer som man har forseglet, men reglerne er ikke lige så klare som i Holland. På den måde er Frankrigs lovgivning ikke så forskellig fra den generelle EU-lovgivning. Dog er det interessant at de har igangsat et så stort monitoreringsarbejde i forhold til lungehindekræft allerede i 1998.

Tyskland

I 1993 blev det endeligt forbudt at producere, anvende og sælge asbest og asbestholdige materialer i Tyskland. Der er i 2020 udgivet en ny asbestbekendtgørelse, hvori der beskrives at man mistænker at alle bygninger opført før 1993 indeholder asbest. Her beskrives også, at hvis der ikke planlægges renoveringsarbejde, behøves der ikke undersøgelser for om bygningen indeholder asbest. Hvis man derimod ønsker at foretage renoveringsarbejde, skal man kunne bevise, at der ikke sker frigivelse af asbest under renoveringsarbejdet (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BBSR, 2020).

I Tyskland arbejder der med to typer af grænseværdier for kræftfremkaldende stoffer: den acceptable koncentration og en tolerancekoncentration. Den acceptable koncentration i arbejdsmiljøet er 10.000 fibre/m³ luft (0,01 fibre/cm³). Den er fastlagt på basis af en kræftisiko relateret til asbesteksponering gennem 40 års arbejdsliv på 4:10.000. Den acceptable koncentration er ikke bindende, men

virksomhederne skal arbejde mod at overholde den. Derudover anvendes der en tolerancekoncentration i Tyskland, som er 100.000 fibre/m³ luft (0,1 fibre/cm³). Denne er baseret på en kræftrisiko på 4:1000 og er bindende. Der skal laves sikkerhedsforanstaltninger som personlige værnemidler for at mindske asbesteksposeringen (TRGS 519, 2019).

De tyske myndigheders vejledninger om asbesthåndtering, beskriver at hvis asbesten er bundet til et fast materiale, og er intakt, råder de til ikke at fjerne asbesten. Hvis asbesten udgør en sundhedsrisiko, skal der en konkret vurdering af situationen til. Her skal et firma som er specialiseret i asbest, og lever op til kvalitetskravene, vurdere sagen. Tysklands lovgivning læner sig generelt op ad EU's asbestlovgivning (Umweltbundesamt, 2020). Der står ikke konkret, om de tyske myndigheder råder til at indkapsle asbest frem for at fjerne det. Derfor må det antages, eftersom Tyskland læner sig op ad EU-lovgivningen, at deres vejledning om indkapsling er den samme som EU's vejledning. Dog har de nogle grænseværdier for hvor hurtigt der skal handles, hvis der er asbestfibre i luften. Disse er beskrevet i Tabel 3 nedenfor.

Tabel 3. Skema over landes grænseværdier for asbestfibre samt lungehindeforekomst

Lande	Arbejdsmiljøgrænseværdi (fibre/cm ³ som vægtet gennemsnit over en 8 timers arbejdsdag (8h TWA))	Generelle grænseværdier i indeluft	Incidensrate for lungehindekræft el. aldersjusteret incidensrate + evt. incidens
Danmark	0,1 fibre/cm ³ luft (100.000 fibre/m ³) (Arbejdstilsynet, 2005)		Incidens 2018 (Sundhedsdatastyrelsen, 2021): 147 Incidensrate for mænd og kvinder i 2009-2013 (Ringbæk, et al., 2020): 1,5 pr. 100.000 Eller opdelt på køn (Røe, 2018): "I Danmark er der en høj forekomst, 3,6/100.000 for mænd og 0,7/100.000 for kvinder"
Holland	0,002 fibre/cm ³ (2000 fibre/m ³ luft) (Overheid Nederland - Wettenbank, 2020) "Asbestos fibres of the chrysotile type and amphibolic asbestos fibres, respectively, should not exceed this value"		Incidens fra 2008-2011 (Bianchi, et al., 2014): 526 Aldersjusteret incidensrate i 2011 (Bianchi, et al., 2014): 2,85 pr. 100.000 for mænd 0,35 pr. 100.000 for kvinder

Lande	Arbejdsmiljøgrænseværdi (fibre/cm ³ som vægtet gennemsnit over en 8 timers arbejdsdag (8h TWA))	Generelle grænseværdier i indeluftten	Incidensrate for lungehindekræft el. aldersjusteret incidensrate + evt. incidens
Polen	0,1 fibre/cm ³ luft (100.000 fibre/m ³) (Rzeszowska Agencja Rozwoju Regionalnego, 2017)	<p>Der er ikke grænseværdier for hvornår asbest skal fjernes (de sigter efter at fjerne al asbest). Dog inddeles eksponeringsniveauet af fibre i 5 kategorier:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meget lav 0-0,0002 fibre/cm³ luft (0-200 fibre/m³) • Lav 0,0002-0,0004 fibre/cm³ luft (201-400 fibre/m³) • Moderat 0,0004-0,001 fibre/cm³ luft (401-1000 fibre/m³) • Høj 0,001-0,002 fibre/cm³ luft (1001-2000 fibre/m³) • Meget høj >0,002 fibre/cm³ luft (>2000 fibre/m³) (Szeszenia-Dąbrowska, et al., 2012) 	<p>Kumulative incidensrate fra 1999-2006 (Krówczyńska, et al., 2018):</p> <p>0,3 pr. 100.000 for mænd</p> <p>0,1 pr. 100.000 for kvinder</p>
Frankrig	I 2015 er grænseværdien for arbejdspladser fastsat til 0,01 fibre/cm ³ (10.000 fibre/m ³) (Actu Environnement, 2017)	Hvis materialet er liste A, kategori 2, skal der foretages luftmålinger. Hvis disse viser mere end 5 fibre/L luft (0,005 fibre/cm ³), kræves der handling	<p>Incidens i 2017 (Gill Soit Ilg, et al., 2020):</p> <p>3 pr. 100.000 for mænd</p> <p>0,9 pr. 100.000 for kvinder</p>

Lande	Arbejdsmiljøgrænseværdi (fibre/cm ³ som vægtet gennemsnit over en 8 timers arbejdsdag (8h TWA))	Generelle grænseværdier i indeluf-ten	Incidensrate for lun-gehindekræft el. al-dersjusteret incidens-rate + evt. incidens
		(Ministère des Solidarités et de la Santé, 2016).	
Tysk-land	<p>Der skelnes mellem en acceptabel koncentration på 0,01 fibre/cm³ luft (10.000 fibre/m³) og en tolereret koncentration på 0,1 fibre/cm³ luft (100.000 fibre/m³).</p> <p>Derudover inddeles fiberkoncentrationen i arbejdsmiljøet i 3 kategorier, hvor der tages større sikkerhedsforanstaltninger ved højere fiberkoncentration:</p> <p>Lav eksponering = <0,015 fibre/cm³ luft (<15.000 fibre/m³)</p> <p>Lille omfang = <0,1 fibre/cm³ luft (<100.000 fibre/m³)</p> <p>Stort omfang = >0,1 fibre/cm³ luft (>100.000 fibre/m³)</p> <p>(Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2010)</p>	<p>De generelle grænseværdier er inddelt i 5 kategorier efter hvor hurtigt der skal handles, hvis støvmålinger viser, at der er asbestfibre i luften:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Straks >0,001 fibre/cm³ luft (>1000 fibre/m³) • Kortfristet 0,0005-0,001 fibre/cm³ luft (500-1000 fibre/m³) • Langfristet 0,0002-0,0005 fibre/cm³ luft (200-500 fibre/m³) • Ingen handling 0,00005-0,0002 fibre/cm³ luft (50-200 fibre/m³) <p>(Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2010)</p>	<p>Kumulative incidens fra 2009-2013 (Lehnert, et al., 2017):</p> <p>5,989 for mænd</p> <p>1558 for kvinder</p> <p>Justeret incidens-rate40+ fra 2009-2013 (Lehnert, et al., 2017):</p> <p>1,33 pr. 100.000* for mænd</p> <p>0,29 pr. 100.000* for kvinder</p>
EU	0,1 fibre/cm ³ luft (100.000 fibre/m ³) (Europaparlamentet og Det Europæiske Råd, 2009)		
*Standardiseret incidensrate udvalgt af Lehnert et al. 2017			

Kommentar til lovgivning

Generelt tager de beskrevne lande afsæt i EU's asbestlovgivning. Det har ikke været muligt at identificere, hvilken evidens politiske beslutninger vedrørende fjernelse af asbestholdige materialer er taget på baggrund af. I Polens og Hollands asbestprogrammer nævnes det, at grundet mange gamle asbesttage, er det fordelagtigt at fjerne asbesten helt, da det mindsker risikoen for emission.

Del-konklusion

Generelt fremhæves den ene løsning ikke frem for den anden, men der lægges i de fleste vejledninger, tekster, litteratur og lovgivninger vægt på, at det skal være sundhedsmæssigt forsvarligt. Herunder er der generelt stor fokus på asbestens tilstand; altså om der kan frigives asbest – f.eks. fra beskadiget eller usammenhængende asbest. En canadisk baggrundsrapport anbefaler desuden sanering, hvis der forekommer asbest fibre af krocidit-typen (Workers' Safety & Compensation Commission, 2018). Det skal i den sammenhæng nævnes, at Canada indtil for få år siden var et asbestproducerende land og asbest først for nyligt er blevet forbudt i Canada. I Danmark sondres der ikke mellem farlighed af forskellige typer asbest.

Derudover er der i den grå litteratur ikke fundet viden om, hvilke konkrete beslutningsparametre der ligger til grund for lovgivninger og retningslinjer udover at der over tid ses en stramning af grænseværdier og procedurer/retningslinjer, som er relevante for såvel sanering som indkapsling/forsegling. Man må antage, at der er tale om politiske beslutninger på baggrund af strømninger i samfundet og øget viden om farligheden af asbest (i forskellige lande).

Nogle forfattere nævner, at de største ulemper ved sanering er de høje (umiddelbare) omkostninger, samt at aktiviteter i bygninger, hvor der skal foretages sanering ofte må ophøre under reoveringen, hvorimod indkapsling og forsegling begge (umiddelbart) er billigere og mindre invasive løsninger. Dog anføres det, at indkapsling og forsegling medfører behov for at overvåge asbestniveauet omkring de indkapslede/forseglede materialer. Der skal således etableres procedurer ift. den fremtidige drift af bygninger og installationer, der er med til at øge udgifterne til drift og vedligehold efter forseglingen. Det anføres endvidere, at der er risiko for beskadigelse af forseglede materialer, som derved kan lede til eksponering af brugere af bygningen (United States Environmental Protection Agency, 1981).

2.3 Videnskabelig litteratur – tekniske og samfundsøkonomiske forhold

Overordnet kan de identificerede videnskabelige artikler opdeles i tre grupper.

- > Den ene gruppe argumenterer for, at sanering er den eneste måde, hvorpå asbest og den associerede risiko kan fjernes fuldstændigt.
- > Den anden gruppe mener, at dårlig sanering kan være værre end ingen sanering, fordi sanering kan indbefatte en høj grad af frigivelse af asbestfibre, i og med at materialet forstyrres meget under den indgriben, som en sanering er. Dermed kan indkapsling ifølge disse forfattere i visse situationer være en bedre løsning.
- > En tredje gruppe forholder sig mere pragmatisk og beskriver både sanering og indkapsling/forsegling i forhold til forskellige situationer. Tabel 4 viser et

overblik over de gennemgåede artiklers fordeling i de tre grupper. Det følgende afsnit vil præsentere en gennemgang af forfatterernes argumenter for og imod sanering og alternative metoder til håndtering af asbest.

Tabel 4. Videnskabelig litteratur for og imod asbest sanering, samt mere pragmatiske synspunkter.

Argumenterer primært for sanering	Argumenterer primært for indkapsling, forsegling og/eller overvågning	"Pragmatikere"
<ul style="list-style-type: none"> > Hughes (1988) > Hopper (1993) 	<ul style="list-style-type: none"> > Lizanich (1988) > Reilly (1990) > AIHA (1991) > Gualtieri (2000) > Block et al. (2000) 	<ul style="list-style-type: none"> > Cheremisinoff & Ouellette (1989) > LaForest (1990) > Azen (1992) > Bailar (1994) > Friedman (1994) > Damigos & Kaliampakos (2006)

2.3.1 Fordele og ulemper ved sanering

I dette afsnit beskrives konkrete eksempler og argumenter fra de ovenfor nævnte artikler.

Argumenter for sanering

Hughes (1988) argumenter for, at fjernelse af asbest er mest fornuftigt på den lange bane. Indkapsling kan fungere som en midlertidig løsning, men før eller senere skal materialet fjernes permanent.

Dette synspunkt bakkes op af en konkret erfaring; Hopper (1993) har beskrevet forekomsten af asbest i en bygning fra 1966, som var indrettet som autoværksted i stueetagen og kontorer på 1. sal. Ved opførelsen af bygningen var asbest blevet inkoorporeret i loftet i autoværkstedet. Dette asbest viste sig at drysse efter en boring i forbindelse med renovering et andet sted på bygningen. Det fundne asbest blev dernæst indkapslet og forseglet. Dette holdt dog ikke ret længe og endte med meget besvær for bygningens ejer samt utryghed for medarbejderne, som troede at der var taget hånd om problematikken. I dette tilfælde vurderedes det, at indkapsling og forsegling kun var lappeløsninger, og at asbest-eksponeringen ikke kunne elimineres fuldstændigt, medmindre man sanerede eller rev bygningen ned.

Argumenter imod sanering

Lizanich (1988) mener at dilemmaet mellem sanering og indkapsling/forsegling er mere kompleks end som så, og at man bør udvide synspunktet, om at

sanering er den eneste rigtige løsning – især eftersom metoder til indkapsling udvikles og forbedres kontinuerligt. Eksempelvis har Block et al. (2000) udviklet en metode til kemisk nedbrydning af krysotil-fibre uden dannelse af skadelige luftbårne biprodukter. Endvidere præsenterer Gualtieri (2000) en metode, hvor asbest indkapsles i en særlig type epoxyharpiks.

For en bygherre kan indkapsling og/eller forsegling være en både sikker og prisbesparende løsning i visse tilfælde (Lizanich, 1988). For eksempel kan "bridging sealants" være fordelagtige at anvende til reparation af rørisolering. Bruges samme indkapslingsmetode derimod til flammehæmmende asbest i loftet i en bygning, kan der opstå udfordringer med fugtdannelse under indkapslingen, hvilket nedbryder asbesten. Derudover kan vægten af selve indkapslingen, tynde det asbestholdige materiale ned, og i sidste ende frigive asbest til luftmiljøet (Lizanich, 1988).

Dermed afhænger håndteringen af asbest af den givne situation, men modsat Hughes (1988) og Hopper (1993), er Block (2000), Gualtieri (2000) og Reilly (1990) enige om, at indkapsling kan være en god løsning, hvis det gøres ordentligt. Reilly (1990) går endda så vidt som at mene, at dårlig sanering er værre end ingen sanering, hvis der ikke er eksponering, så længe asbest er bundet. Denne holdning understøttes af AIHA's opinion om, at asbest kun bør fjernes, hvis der er risiko for lækage til luften. I stedet for at sanere, bør man monitorere bygninger jævnlige (AIHA, 1991). Ved monitorering forstås ofte blot at måle på asbestniveauer i luften, men ifølge Reilly (1990) er det også vigtigt at inspicere tilstanden af de asbestholdige materialer visuelt.

Endvidere er der mange ulemper ved sanering; ikke alene er det omkostnings tungt, niveauerne af asbest kan også blive faretruende høje under processen. Endelig er det resulterende affald farligt, og skal håndteres og bortskaffes herefter (Gualtieri, 2000).

Pragmatikere

Af ovenstående afsnit ses det, at der kan være uenigheder om hvordan asbest håndteres bedst. Dette udspringer formentlig af, at selve risikovurderingen af asbest er udfordrende og problemstillingen kompleks (Bailar, 1994).

Derudover afhænger valget af håndtering også af, hvilke forhold man ønsker at tilgodese: sociale, miljømæssige, økonomiske mm. Dette illustreres til dels i en analyse foretaget af Damigos & Kaliampakos (2006), hvori tre scenarier til reetablering af en bygning beskrives. Dog beskrives her en industriel bygning, som tidligere har været anvendt som asbestfræsingsanlæg, hvorfor vurderingen har handlet om, hvorvidt bygningen som sådan skulle nedrives, fuldstændig saneres eller afskæres fra videre anvendelse (indkapsling af hele bygningen). Dermed kan analysen ikke direkte overføres til nærværende projekt. I analysen præsenterer Damigos & Kaliampakos (2006) en regnemetode til at vurdere, hvilke scenarier, der tilgodeser forskellige forhold (miljømæssige, økonomiske, samfundsøkonomiske osv.) mest. Disse parametre er relevante at notere, men selve regnemetoderne er ugenomsigtige, og konklusionerne er alt i alt svære at generalisere til nærværende projekt. Kigger man alene på niveauer af asbest i en bygnings indeklima, har LaForest (1990) opsat helt konkrete grænseværdier for, hvornår en given håndterings-strategi skal træde i kraft:

- i) Hvis der ikke er tegn på forringelse af asbest, skal der ikke gøres noget;
- ii) Hvis det asbestholdige materiale er begyndt at gå fra hinanden og luftkoncentrationen måles til 5-25 fibre/L (0,005-0,025 fibre/cm³) skal materialet forstærkes ved en form for indkapsling eller forsegling;
- iii) Hvis forringelse er fremskreden og luftkoncentration er større end 25 fibre/L skal asbest fjernes ved brug af veldefinerede procedurer, for at beskytte medarbejdere såvel som det omgivende miljø.

Azen (1992) har opstillet en prioriteringsliste for sanering af 207 konkrete bygninger. Udover standen af asbest i bygningerne, lægges også vægt på mængden af asbest og prisen for sanering. Ifølge Azen (1992) er det mest økonomisk fordelagtigt kun at sanere de bygninger, hvor det kræves omgående handling, og blot overvåge bygninger som er af lavere prioritet. Prisforskellen mellem de to scenarier er 5 mio. \$ imod 379 mio. \$. Det er altså væsentligt dyrere at sanere alle bygninger, og dermed må myndighederne prioritere.

Friedman (1994) beskriver, at standen af asbest-materialet er af afgørende betydning, når General Services Administration (USA's nationale boligadministration) skal træffe beslutning om asbest i renoveringssager. Derudover spiller det også en rolle for beslutningen, hvor stor en udledning af asbest, som en indgriben vil resultere i. Beregninger viser, at håndtering over længere tid er billigere end at sanere alt på én gang.

Cheremisinoff & Ouellette (1989) er enige i, at håndteringen af asbest i høj grad afhænger af den givne situation. De præsenterer en række forhold, som der bør tages højde for, når beslutningen skal træffes. Bl.a. skal følgende karakteristika af det asbestholdige materiale vurderes: Tilgængelighed, stand, porøsitet (altså om det drysser), procentvis indhold af asbest, aktivitet i umiddelbar nærhed af materialet samt risiko for eksponering hvis materialet kommer i kontakt med vand, eller forstyrres fysisk f.eks. ved vibration ved boring. Cheremisinoff & Ouellette (1989) er dog delvist enige med Hopper (1993) og Hughes (1988) idet de udtaler, at *"med undtagelse af fjernelse er alle metoder midlertidige. Den eneste måde hvorpå risikoen for asbesteksponering kan elimineres permanent, er ved at fjerne asbest"*.

Del-konklusion

Valget af strategi for håndteringen af asbest afhænger af mange faktorer, herunder tilstand/porøsitet, asbesttype, placering (er det f.eks. tæt på en mekanisk påvirkning såsom boring) og funktion af asbest, samt omkostningerne på kort og lang sigt til hhv. sanering, indkapsling og forsegling.

Indkapsling kræver, at niveauerne af asbest overvåges over tid, for at sikre at indkapslingen holder. Dermed kan indkapsling på længere sigt, blive lige så omkostningstungt som sanering.

Så længe asbest forefindes i konstruktioner og bygninger, udgør det en risiko for menneskelig sundhed. Risikoen kan minimeres ved at træffe forholdsregler omkring det asbestholdige materiale, såsom at indkapsle det. Dog er eksponeringen ikke konstant over tid, og derfor skal niveauer af asbest i indeklimaet overvåges nøje, for at forebygge u hensigtsmæssige effekter hos brugere af bygninger eller konstruktionsmedarbejdere. Dermed må man foretage en analyse af, hvorvidt det økonomisk og socialt bedst kan svare sig, at lave et stort indgreb og sanere, eller blot at indkapsle eller forsegle og dernæst overvåge asbest-niveauerne. Præcist hvor grænsen skal gå, er udfordrende at generalisere, og vil afhænge af den enkelte situation samt lokal lovgivning.

Hvad enten man går ind for sanering eller indkapsling er én ting dog sikkert: asbest udgør en sundhedsrisiko og man bør derfor have styr på, hvor asbest stadig forekommer f.eks. ved at have et register og pligt til at indberette, hvis man som ejer af en bygning opdager en forekomst.

2.4 Videnskabelig litteratur – sundhedsmæssige forhold

Relationen mellem asbestudsættelse og sundhedsrisici afhænger af den kumulerede eksponering for asbestfibre. Data der beskriver asbestudsættelsens størrelse ved sanerings- og indkapslingsarbejde vil kunne angive om der foreligger en sundhedsrisiko ved arbejdets udførelse. Der er foretaget en litteratursøgning med fokus på sundhedsrisici som følge af kvantificeret udsættelse for asbest ved sanerings- og indkapslingsarbejde.

Tabel 5 opsummerer resultaterne fra de inkluderede artikler. 547 stationære målinger er udført, hvoraf 151 er målinger foretaget inden arbejdet er startet. I alt 826 personlige målinger er rapporteret, heraf er 6 udført inden arbejdet er påbegyndt og 16 på kontrolpersoner. 7 af studierne er udført i USA ((Crossman, et al., 1996); (Lange, et al., 1996); (Lange, 2001); (Lange, 2002); (Paik, et al., 1983); (Perkins, et al., 2007); (Welsh, 2007) og (Wilmoth, et al., 1994)), mens de øvrige studier er fordelt på en række lande, Tyskland (Arhelger, et al., 1984), Australien (Brown, 1987), Danmark (Bælum, et al., 1989), Iran (Hossein, et al., 2014), Estland (Kangur, 2007), Italien (Maino, et al., 1995). Artiklerne er publiceret i perioden 1983 (Paik, et al., 1983) til 2014 (Hossein, et al., 2014). Kun ét studie er publiceret indenfor de sidste 10 år (Hossein, et al., 2014). Som det fremgår af

Tabel 5 analyserer alle de 14 inkluderede artikler arbejde med fjernelse, nedrivning og nedtagning af asbestholdigt materiale. Ét studie (Maino, et al., 1995) analyserer både på arbejdsprocesser med forsegling såvel som fjernelse af asbestholdigt materiale (asbestholdige tagplader).

Sanering

Arbejdsopgaverne har været af forskellig karakter fra nedrivning af bygninger til fjernelse af gulvbelægning. Det har også drejet sig om eksponering fra sprøjteasbest ved fjernelse af turbiner fra industrialæg. Der har også været arbejdsfunktioner med fjernelse af bygningsdele med asbestindhold som vinduer, tag, plader og rør (

Tabel 5). Målingerne viser store forskelle i målte fibermængder. For de personbårne målinger svinger værdierne fra under detektionsgrænsen ved fjernelse af acrylat forseglede asbestplader (Brown, 1987) og fjernelse af gulvfliser og plader med asbest indhold (Wilmoth, et al., 1994) til 90 fibre/cm³ ved fjernelse af sprøjteasbest fra turbiner (Arhelger, et al., 1984). De stationære målinger viser ligeledes en stor variation i måleværdierne fra 0,007 fibre/cm³ ved nedrivning af kondemnerede bygninger med kendte bygningselementer med asbestindhold (Perkins, et al., 2007) til 92,0 fibre/cm³ ved opbrydning af gulv med kendt asbestindhold (Brown, 1987). Studiet af Bælum og Staun (Bælum, et al., 1989) fra 1989 har interesse, idet projektet blev udført i Danmark og de retningslinjer der blev arbejdet efter, gav ikke en tilstrækkelig beskyttelse til dem der udførte arbejdet.

Enkelte studier har indeholdt måleprogrammer, hvor målinger inden arbejdets udførelse har været foretaget. Ved fjernelse af sprøjteasbest fra turbiner var værdierne for asbestudsættelse inden arbejdet 0,011-0,013 fibre/cm³ (min-max) og under arbejdet steg værdierne til 0,048-0,54 fibre/cm³ (min-max) i det ene studie (1,6) og ved et lignende arbejde i to turbinehaller steg værdierne fra før 0,024 fibre/cm³ ± 0,009 (AM, SD) til 0,038 ± 0,016 under renovering i den ene hal, og i den anden hal fra før 0,017 fibre/cm³ ± 0,005 (AM, SD) til 0,024 fibre/cm³ ± 0,014. Ved fjernelse af gulvfliser med asbestindhold steg værdierne for asbestudsættelse fra 0,026-0,057 fibre/cm³ før begyndelse til 0,021-0,22 fibre/cm³ under arbejdet (Crossman, et al., 1996). I forbindelse med nedtagning af loftsplader var asbestudsættelsen inden målt til 0,11 fibre/cm³ ved to målinger og i forbindelse med arbejdet til 0,46-2,21 fibre/cm³ (min-max). I forbindelse med nedtagning af rørisolering var værdierne 0,019 fibre/cm³ (max) før arbejdet og under 0,16-2,05 fibre/cm³ (min-max) (Perkins, et al., 2007). Der er ikke i nogle af studierne lavet udregninger på om disse målinger før, under og efter arbejde statistisk sikkert adskiller sig fra hinanden, men det kan ikke udelukkes, at der er en sikker forskel på grund af den ensartede trend i studierne og på grund af diversiteten i arbejdet som er blevet udført.

Et enkelt studie (Maino, et al., 1995) har anvendt målinger af kontroller i designet. Ved nedtagning af eternittag var eksponeringen for dem der udførte arbejdet 0,0057-0,174 fibre/cm³ (min-max) og blandt kontrollerne lavere mellem ikke måleligt (ND) og op til 0,053 fibre/cm³ (min-max). Tolkningen af data er imidlertid vanskelig idet der mangler beskrivelse af kontrollernes funktion og mulige asbesteksponering.

To artikler indeholder data vedr. effekten af eksponeringsdæmpende foranstaltninger for asbest i forbindelse med arbejdets udførelse. Ved nedtagning af asbestholdige plader fra lagerbygninger (Brown, 1987) var asbestudsættelsen i luft ved tørt arbejde 0,04-1,1 fibre/cm³ (min-max), arbejde efter overrisling af vand 0,05-0,68 fibre/cm³ (min-max) og ved arbejde efter forsegling med acryl forbindelse 0,04-0,78 fibre/cm³. I forbindelse med nedtagning af sprøjteasbestmateriale (Paik, et al., 1983) blev der målt værdier for asbest i luften ved tørt arbejde på GM (GSD) 16,4 fibre/cm³ (3,16) og arbejde efter overrisling med vand på GM (GSD) 0,5 fibre/cm³ (2,0). Ud fra de begrænsede data synes overrisling med vand at kunne have en eksponeringsdæmpende effekt på asbestudsættelsen. Der foreligger dog ikke statistiske beregninger i nogen af studierne.

Indkapsling

Af de 14 inkluderede studier analyserer et studium eksponeringsniveauerne for asbest ved indkapsling (Maino, et al., 1995). Et eternittag blev indkapslet af et dæklag af lette plader som aluminium. Der blev boret huller i eternitpladerne for

at forankre et skelet af trælistes som bærer de lette plader. Inden gennembores af pladerne blev overfladen forsejlet af en ikke nærmere beskrevet lak. Målinger af asbestfibre i luften blandt eksponerede var lav 0,025-0,027 fibre/cm³ (min-max), men højere end blandt kontroller 0,0005-0,01 fibre/cm³. Der foreligger ingen statistiske beregninger og kontrollernes funktion og eventuelle eksponering for asbest er ikke angivet.

Asbesteksponering

Eksponeringsniveauerne for asbest i de fleste inkluderede studier ((Arhelger, et al., 1984); (Brown, 1987); (Bælum, et al., 1989); (Crossman, et al., 1996); (Hosseini, et al., 2014); (Lange, et al., 1996); (Maino, et al., 1995); (Paik, et al., 1983); (Perkins, et al., 2007) og (Welsh, 2007)), som har omhandlet saneringsarbejde, har vist værdier over gældende danske grænseværdi på 0,10 fibre/cm³ (Arbejdstilsynet, 2005) og de færreste ((Kangur, 2007); (Lange, 2001); (Lange, 2002) og (Wilmoth, et al., 1994)) har målt værdier lavere end grænseværdien. Der synes ikke at være en sikker forskel i studiernes alder i relation til eksponeringsniveauerne. Fjernelse af sprøjteasbest viste sig i litteraturen at medføre særligt voldsom udsættelse, især når den blev udført uden påsprøjtning af vand. Det var ikke muligt at identificere sikre forskelle i eksponeringsniveauerne afhængig af arten eller karakteren af andre af de undersøgte arbejdsopgaver. Det enkelte studie, der beskriver eksponeringsniveauet for asbest ved indkapsling, viser lave værdier ca. ¼ af grænseværdien. Til trods for det lave niveau er værdierne højere end dem, der er målt blandt kontrollerne.

Risiko for asbestrelateret sygdom er en funktion af den samlede asbesteksponering. Pga. lange latenstider for asbestrelaterede sygdomme pågår eksponering i mange år inden påvisning af eventuel sygdom. I relation til nuværende punktvis, fragmentariske og lave eksponering for asbest i Danmark, er malignt mesotheliom (lungehindekræft) den lidelse med den største risiko for at kunne diagnosticeres og sættes i forbindelse med eksponeringen, om end det er en meget sjælden lidelse. I 2019 blev der konstateret 185 tilfælde (Sundhedsdatastyrelsen, 2021). Asbestose (lungefibrose pga. asbest) kræver en større kumuleret eksponering for asbest end den der realistisk kan tænkes at findes på det danske arbejdsmarked i dag. Der er ingen sikker kendt nedre grænse mellem asbestudsættelse og kræft. Dette har historisk især været fremhævet for malignt mesotheliom med teorien om at "en fiber er nok", om end udsagnet om, at der ikke eksisterer en nedre tærskelværdi længe, har været diskuteret og eksperimenter heller ikke tyder på, at den er rigtig (Cox, 2019).

Opsummering

Den videnskabelige litteratur vedrørende asbestudsættelse ved arbejde er sparsom med betydelig overvægt af studier i forbindelse med sanering. De fleste af studierne er af ældre dato, kun et studie har været publiceret inden for de sidste 10 år. Der er overvægt af studier med eksponeringsniveauet over gældende grænseværdi i Danmark. Mange af studierne indikerer, at det er muligt at nå til ganske lave eksponeringsniveauet med de rette foranstaltninger og i den sammenhæng, skal det nævnes at de fleste studier er udenlandske. Afhængig af den beskrevne eksponeringslængde, kan risiko for lungehindekræft og lungekræft ikke udelukkes ved renoveringsopgaver, som de er beskrevet i litteraturen. Grundet antallet af studier kan der ikke drages nogen konklusion om evt. systematiske forskelle i eksponeringsniveauet ved hhv. indkapsling/forsegling og sanering.

I den hidtil mest omfattende kendte litteraturgennemgang af spørgsmålet om hvorvidt sanering og renovering medførte mindre eller større risiko for

sundheden samlet set for henholdsvis håndværkere og de, der ville skulle bruge og vedligeholde en bygning i dens levetid, kom the Health Effects Institute i 1991 (Health Effects Institute, 1991) frem til, at det måtte vurderes fra situation til situation. Især personer, der skulle udføre daglig vedligeholdelse kunne samlet set løbe en større risiko, hvis ikke asbestforekomster i bygninger var effektivt registreret og mærket, sammenlignet med arbejdere som forestod renovering. Specielt hvis sidstnævnte udførte opgaven forsvarligt efter gældende retningslinjer. Det var et stort problem for undersøgelsens konklusioner, at der manglede viden, især systematiske målinger af asbestniveauer før og efter asbesthåndtering og for alle grupper af personer i bygningerne samt for tilstrækkeligt mange forskellige typer af bygninger.

Tabel 5. Asbestmålinger ved indkapsling og saneringsarbejde.

Land (Forfatter, år)	Arbejde	Asbestfiber målinger fibre/cm ³ Stationære=st, personbårne=p Hvor intet andet angivet indikerer en værdi et gennemsnit, mens et interval indikerer min-max målinger.
Tyskland (Arhelger, et al., 1984)	Fjernelse af sprøjteasbest fra turbine. Stor støvsuger og mekanisk deling af sprøjteasbest var procedurer ved arbejde	Stationære målinger inden: 0,011-0,013 fibre/cm ³ 15 st målinger: 0,048-0,54 fibre/cm ³ 7 p målinger: 18-90 fibre/cm ³ fra kraftværk.
Australien (Brown, 1987)	Fjernelse af asbestholdige plader fra lagerbygninger. Målinger af arbejde uden overrisling, efter overrisling og efter acryl forsegling af pladerne	40 p målinger Tørt arbejde (n=23): 0,04-1,1 fibre/cm ³ Vådt (n=8): 0,05-0,68 fibre/cm ³ Acrylforseglet (n=9): ND-0,78 fibre/cm ³
Danmark (Bælum, et al., 1989)	Nedtagning af loftsplader og rørsolering samt fjernelse af asbestholdig gulvbelægning fra folkeskole.	<u>Nedtagning af loftsplader</u> Før: 2 st målinger: 0,11 fibre/cm ³ Under: 11 st målinger: 0,46-2,21 fibre/cm ³ 13 p målinger: 0,02-8,70 fibre/cm ³ <u>Nedtagning af rørsolering</u> Før: 2 st målinger (max): 0,019 fibre/cm ³ Under: 10 st målinger: 0,16-2,05 fibre/cm ³ 15 p målinger: 0,24-4,11 fibre/cm ³ <u>Efter rengøring</u> 2 st målinger: 0,07-0,15 fibre/cm ³ <u>Opbrydning af asbestgulve</u> 4 st målinger: 0,72-9,40 fibre/cm ³ 4 p målinger: 3,3-92,0 fibre/cm ³
USA (Crossman, et al., 1996)	Fjernelse af gulvfliser fra værelser skoler og fra et forretnings bygning ved hjælp af forskellige metoder	Før: 6 p målinger: 0,026-0,057 fibre/cm ³ Under: 35 p målinger: 0,021-0,22 fibre/cm ³
Iran (Hosseini, et al., 2014)	Nedrivning af 13 asbestholdige bygninger	45 p målinger 0,2 fibre/cm ³ (SEM) (GM) (0,02-0,36) 0,06 fibre/cm ³ (PCM) (GM) (0,01-0,15)
Estland (Kangur, 2007)	Skift af asbestisolerede turbiner og kedler i 2 kraftværk. Der står ikke hvad slags beskyttelsesforanstaltninger der er gjort	304 st målinger fra 12 positioner i 2 kraftværk <u>Højeste målinger</u> I kraftværk 1 i turbinehallerne: Før (AM ± SD): 0,024 fibre/cm ³ ± 0,009 (N = 84) Under (AM ± SD): 0,038 fibre/cm ³ ± 0,016 (N = 76) I kraftværk 2 i turbinehallerne: Før (AM ± SD): 0,017 fibre/cm ³ ± 0,005 (N = 61) Under (AM ± SD): 0,024 fibre/cm ³ ± 0,014 (N = 87)
USA (Lange, et al., 1996)	Fjernelse af (1) kedler og rør fra kryberum, (2) loftsplader, (3) og	173 st målinger, 92 p målinger. <u>Fjernelse af kedler fra kryberum</u> st målinger (GM (range)): 0,149 fibre/cm ³ (0,005-1,542)

	transport af asbestholdigt materiale, (4) fugemasse (match).	p målinger (GM (range)): 0,089 fibre/cm ³ (0,005-0,957) <u>Fjernelse af loftsplader</u> st målinger (GM (range)): 0,019 fibre/cm ³ (0,005-0,331) p målinger (range): 0,005-0,154 fibre/cm ³ <u>Manuel transport</u> P målinger (GM (range)): 0,048 fibre/cm ³ (0,005-0,278) <u>Fjernelse af gulvfliser</u> St malinger (GM (range)): 0,005 fibre/cm ³ (0,005-0,010) <u>Fjernelse af fugemasse</u> St målinger (GM (range)): 0,005 fibre/cm ³ (0,005-0,005)
USA (Lange, 2001)	Fjernelse af vinduer med asbest i det gamle forseglingsmateriale	7 p målinger: 0,0028-0,0394 fibre/cm ³ (middel 0,01)
USA (Lange, 2002)	Manuel fjernelse af gulvfliser med asbestindhold (skole 1, 10-15% chrysotil, skole 2, 3-5% chrysotil). Begrænset brug af vand, men med negativt tryk i arbejdsområdet	30 p målinger ved 2 skoler Skole 1 (GM (range)): 0,027 fibre/cm ³ (0,009-0,076) Skole 2 (GM (range)): 0,014 fibre/cm ³ (0,006-0,05)
Italien (Maino, et al., 1995)	A. Forsegling af eternittage ved op-sætning af dæk-lag over eksisterende eternittag B. Nedtagning af eternittag	A. 14 p målinger 8 eksponerede: 0,025-0,027 fibre/cm ³ 6 kontroller: 0,0005-0,01 fibre/cm ³ B. 25 personbårne målinger 17 eksponerede: 0,0057-0,174 fibre/cm ³ 8 kontroller: ND-0,053 fibre/cm ³
USA (Paik, et al., 1983)	Fjernelse af sprøjteasbestsmateriale fra 3 bygninger, med målinger fra både fjernelse ved overrisling med vand og ved tørt arbejde	94 p målinger 79 med vandings-procedurer (GM (GSD)): 0,5 fibre/cm ³ (2,0) Tørt arbejde (GM (GSD)): 16,4 fibre/cm ³ (3,16)
USA (Perkins, et al., 2007)	Nedrivning af 2 kondemnerede bygninger med kendt indhold af asbestholdigt materiale. Bygningerne oversprøjtet fra brand-slanget med 75 til 225 m ³ vand om dagen i nedrivningsperioden	Bygning A: 15 st målinger på 4 målesteder Mean (max): <0,001-0,023 fibre/cm ³ (0,0318) 39 p målinger i 3 arbejdsfunktioner Mean (max): 0,036-0,042 fibre/cm ³ (0,14) Bygning B: 12 st målinger på 2 målesteder Mean (SD): 0,0015-0,003 fibre/cm ³ (0,0007-0,0017) 3 p målinger Mean (SD): 0,0145 fibre/cm ³ (0,015) <u>Sanering af en folkeskole</u> <u>Nedtagning af loftsplader:</u> Før: 2 st målinger: 0,11 fibre/cm ³ Under: 11 st målinger: 0,46-2,21 fibre/cm ³ 13 p målinger: 0,02-8,70 fibre/cm ³ Nedtagning af rørisolering

		<p>Før: 2 målinger (max): 0,019 fibre/cm³</p> <p>Under: 10 st målinger: 0,16-2,05 fibre/cm³ 15 p målinger: 0,24-4,11 fibre/cm³</p> <p>Efter rengøring: 2 st målinger: 0,07-0,15 fibre/cm³</p> <p><u>Opbrydning af asbestgulve</u> 4 st målinger: 0,72-9,40 fibre/cm³ 4 p målinger: 3,3-92,0 fibre/cm³</p>
USA (Welsh, 2007)	Fjernelse af sprøjtet asbestholdig lofts- og vægisolering. Vådgjort først. Afskrabning og skovling	<p>2 ansatte x 3 p målinger: 2,6 – 5,3 – 4,7 – 6.0 – 10 – 8.5 fibre/cm³ sv.t. 8 timers gennemsnit på 3,2 og 5,6 fibre/cm³</p>
USA (Wilmoth, et al., 1994)	Nedrivning af folkeskoler hvor asbestindholdet var i gulvfliser og loftsplader. Disse elementer blev fjernet for sig, inden selve bygningskroppene blev nedrevet.	<p>2 x 19 p målinger på to skoler</p> <p><u>Skole 1</u> 18 målinger under detektionsgrænsen (PCM) Max: 0,044 fibre/cm³</p> <p><u>Skole 2</u> 16 målinger under detektionsgrænsen Max: 0,051 fibre/cm³</p>

3 Opsamling

I forhold til valg af sanering eller indkapsling/forsegling anbefaler de gennemgåede studier og vejledninger ikke den ene løsning ikke frem for den anden. Der lægges dog i de fleste vejledninger, tekster, lovgivninger og anden litteratur vægt på at asbesthåndteringen skal være sundhedsmæssig forsvarlig. Herunder er der generelt stor fokus på asbestens tilstand; altså om der kan frigives asbest – f.eks. fra beskadiget eller usammenhængende asbest. Nogle lande/forfattere skelner også mellem type af asbest-forekomst, mens der i dansk administrativ praksis ikke sondres mellem farlighed af forskellige typer asbest.

Der er ikke fundet viden om, hvilke konkrete beslutningsparametre der ligger til grund for lovgivninger og retningslinjer, udover at der over tid ses en stramning af grænseværdier og procedurer/retningslinjer, som er relevante for såvel sanering som indkapsling/forsegling. Man må antage, at der er tale om politiske beslutninger på baggrund af strømninger i samfundet (i forskellige lande) og mere viden om de sundhedsmæssige effekter af asbest.

De største ulemper ved sanering er de høje (umiddelbare) omkostninger, samt at aktiviteter i bygninger, hvor der skal foretages sanering ofte må ophøre under renoveringen, hvorimod indkapsling og forsegling begge (umiddelbart) er billige og mindre invasive løsninger. Grundet et begrænset antal studier kan der ikke på basis af litteraturgennemgangen drages nogen konklusion om evt. systematiske forskelle i eksponeringsniveauer ved hhv. indkapsling/forsegling og sanering. Indkapsling og forsegling kan medføre behov for at overvåge asbestniveauet omkring de indkapslede/forseglede materialer. Der skal således etableres procedurer ift. den fremtidige drift af bygninger og installationer, der er med til at øge udgifterne til drift og vedligehold efter forseglingen. Der er endvidere risiko for beskadigelse af forseglede materialer, som derved kan lede til eksposering af brugere af bygningen.

Når man kigger på fordele og ulemper ift. at indkapsle/forsegle asbest, så er der umiddelbart flere ulemper end fordele beskrevet i litteraturen.

De i litteraturen beskrevne valg af strategi for håndteringen af asbest afhænger af mange faktorer, herunder tilstand/porøsitet, asbesttype, placering og funktion af asbest, samt ikke mindst omkostningerne på kort og lang sigt til hhv. sanering, indkapsling og forsegling. Indkapsling kan på længere sigt, blive lige så omkostningstungt eller endog tungere end sanering.

Så længe asbest forefindes i konstruktioner og bygninger, udgør det en risiko for menneskelig sundhed. Risikoen kan minimeres ved at indkapsle de asbestholdige materialer – men dog kun minimeres og ikke helt fjernes som tilfældet ville være ved sanering.

Generelt beskrives i litteraturen, at eksponeringen ikke er konstant over tid, og derfor bør niveauer af asbest i indeklimaet samt asbestmaterialets beskaffenhed/stand overvåges nøje, for at forebygge u hensigtsmæssige effekter menneskelige individer.

4 Referencer

Banduch Dr.-Ing. Isabella, Müller Arne og Brück Carsten EFBWW Trade Union Guide on using Asbestos Registries. - Bruxelles : Published by the European Federation of Building and Woodworkers (EFBWW) ; Kooperationsstelle Hamburg IFE, 2018.

3F Ansatte i byggeriet skal beskyttes bedre mod asbest [Online] // www.fagbladet3f.dk. - 23. Maj 2018. - <https://fagbladet3f.dk/artikel/ansatte-i-byggeriet-skal-beskyttes-bedre-mod-asbest>.

Actu Environnement Amiante : ce 1er juillet, la valeur limite d'exposition professionnelle est divisée par dix [Online] // Actu-Environnement.com. - 15. Juli 2017. - 02. 11 2021. - <https://www.actu-environnement.com/ae/news/amiante-valeur-limite-exposition-professionnelle-baisse-10-fibres-air-24872.php4>.

AIHA AIHA position statement on the removal of asbestos-containing materials (ACM) from buildings [Tidsskrift] // American Industrial Hygiene Association Journal. - June 1991. - Årg. 52. - s. 324 - 328.

Allen Lucy P. [et al.] Trends and the Economic Effect of Asbestos Bans and Decline in Asbestos Consumption and Production Worldwide [Tidsskrift] // International Journal of Environmental Research and Public Health. - 2018. - 3 : Årg. 15. - s. 531.

ANSES Asbestos - Presentation, health effects, exposure and regulatory framework. - Paris : [s.n.], 2016.

Arbejdsgruppen om asbest [Online] // www.bm.dk. - Beskæftigelsesministeriet, 25. May 2018. - 18. February 2021. - <https://bm.dk/media/7197/bilag-b-samlet-oversigt-over-forslag-fra-arbejdsgruppen-om-asbest.pdf>.

Arbejdstilsynet Asbest [Online] // AT-vejledninger. - 1. Juli 2005. - 17. September 2020. - <http://at.dk/regler/at-vejledninger/asbest-c-2-2/>.

Arbejdstilsynet At-vejledning - Stoffer og Materialer C.2.2-2 - Asbest [Rapport]. - København C : [s.n.], 2005 - opdateret 2009. - s. 1-28.

Arhelger R. [et al.] Staubgefährdung bei der Entsorgung von Asbestspritzisolierung [Tidsskrift] // Zentralblatt für Arbeitsmedizin. - 1984. - Årg. 24. - s. 291-99.

Asbestos Removal Contractors Association Guidance for the Encapsulation of Asbestos Containing Materials [Rapport]. - Staffordshire : ARCA, 2015. - GN010-V0715.

Asbestos Safety and Eradication Agency (ASEA) A Review of Asbestos Stabilisation and Containment Practices [Rapport]. - Wollongong : Australian Government, 2017. - s. 1-26.

Azen S. P. Estimation of the cost of asbestos abatement in public buildings in the state of California - an application of the bootstrap [Tidsskrift] // Environmentrics. - 1992. - 2 : Årg. 3. - s. 193-209.

Bailar John C. Asbestos in commercial and public buildings: Risk assessment, technology assessment, and public policy [Tidsskrift] // Applied Occupational Environmental Hygiene. - November 1994. - 11 : Årg. 9. - s. 777-780.

Baza Azbestowa Main site - Asbestos Database [Online]. - 25. September 2017. - 25. June 2021. - <https://www.bazaazbestowa.gov.pl/en/>.

Beskæftigelsesministeriet Asbestbekendtgørelsen // BEK nr 1792 af 18/12/2015 / red. Arbejdstilsynet. - København : Lovtidende A, 2015. - BE006637.

- Bianchi C. og Bianchi T.** Malignant pleural mesothelioma in Italy [Tidsskrift] // Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine. - August 2009. - 2 : Årg. 13. - s. 80-83.
- Bianchi Claudio og Bianchi Tommaso** Global mesothelioma epidemic: Trend and features [Tidsskrift] // Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine. - 2014. - 2 : Årg. 18. - s. 82-88.
- Block Jacob [et al.]** A novel approach for the in-situ chemical elimination of chrysotile from asbestos-containing fireproofing materials [Tidsskrift] // Environmental Science & Technology. - 2000. - 11 : Årg. 34. - s. 2293-2298.
- Brown S. K.** Asbestos exposure during renovation and demolition of asbestos-cement clad buildings [Tidsskrift] // American Industrial Hygiene Association Journal. - 1987. - Årg. 48. - s. 478-486.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BBSR** Leitlinie für die Asbesterkundung zur Vorbereitung von Arbeiten in und an älteren Gebäuden [Rapport]. - [s.l.] : Umweltbundesamt, 2020. - s. 29.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung** Gefahrstoff Asbest [Tidsskrift] // BBSR-Berichte KOMPAKT / red. Herr Dr. Roland. - Bonn : Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 2010. - 978-3-87994-393-7.
- Bælum J. og Staun P.** Asbestsanering. Arbejdsprocedurer og varmebelastning ved fjernelse af asbestholdige bygningsmaterialer [Rapport]. - København : Arbejdsmiljøfondet, 1989.
- Cheremisinoff Paul N. og Ouellette Robert P.** Asbestos hazard management [Tidsskrift] // Pollution Engineering. - 1989. - (6) : Årg. 21. - s. 93-106.
- Cox L. A. jr.** Dose-response modeling of NLRP3 inflammasome-mediated diseases: asbestos, lung cancer and malignant mesothelioma as examples [Tidsskrift] // Critical Reviews in Toxicology. - 2019. - Årg. 49. - s. 614-635.
- Crossman R. N., Williams M. G. og Lauderdale J.** Quantification of fiber releases for various floor tile removal methods [Tidsskrift] // Applied Occupational and Environmental Hygiene. - 1996. - Årg. 11. - s. 1113-24.
- Damigos D. og Kaliampakos D.** Developing fuzzy AHP system to evaluate rehabilitation alternatives of asbestos industrial complex [Tidsskrift] // Mineral Processing and Extractive Metallurgy. - 2006. - 3 : Årg. 115. - s. 139-144.
- de Grave F. H. G. [et al.]** Arbejdsomstandighedenbesluit [Law document]. - Gravenhage : Staatsblad, 1997.
- EU-OSHA** Directive 1009/148/EC - exposure to asbestos at work [Online] // Safety and health at work. - 2009. - 22. September 2020. - <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/2009-148-ec-exposure-to-asbestos-at-work>.
- Europa Parlamentet** Betænkning om sundhedsrisici på arbejdspladsen som følge af asbest og udsigterne til fjernelse af al asbest (2012/2065(INI)) [Møde]. - Bruxelles : Udvalget om Beskæftigelse og Sociale Anliggender, EU, 2012.
- Europaparlamentet og Det Europæiske Råd** Direktiv 2009/148/EF om beskyttelse af arbejdstagere mod farerne ved under arbejdet at være udsat for asbest // Den Europæiske Unions Tidende. - 30. November 2009.
- European Commission, Senior Labour Inspectors Committee (SLIC)** A practical guide on best practice to prevent or minimise asbestos risks in work that involves (or may involve) asbestos: for the employer, the workers and the labour inspector [Rapport]. - [s.l.] : International Labour Organization, 2006.

- Friedman Warren** Current asbestos operations and maintenance program: Problems and solutions [Tidsskrift] // Applied Occupational Environmental Hygiene. - November 1994. - 11 : Årg. 9. - s. 895-897.
- Gilg Soit Ilg A. [et al.]** Programme national de surveillance du mésothéliome pleural (PNSM): vingt années de surveillance des cas, de leurs expositions et de leur reconnaissance médico-sociale (France, 1998-2017) [Tidsskrift] // Bull Epidémiol. - 2020. - Årg. 12. - s. 234-243.
- Government of the Netherlands** Asbestos policy aimed at reducing health risks. - [s.l.] : Ministry of Infrastructure and Water Management, 2017.
- Government of the Netherlands** Main asbestos regulations [Online] // government.nl. - 17. September 2020. - <https://www.government.nl/topics/asbestos/asbestos-policy-reducing-health-risks>.
- Gualtieri A. F.** A Solution for the Full Impregnation of Asbestos: The Use of an Epoxy Polymer Resin [Tidsskrift] // Journal of Applied Polymer Science. - 2000. - Årg. 75. - s. 713-720.
- Health Effects Institute** Asbestos in Public and Commercial Buildings [Rapport]. - Cambridge, Massachusetts : Health Effects Institute - Asbestos Research, 1991. - s. 1-520.
- Hopper L. J.** Removal of asbestos [Tidsskrift] // The Structural Engineer. - September 1993. - 17/7 : Årg. 71. - s. 316-317.
- Hosseini K. og Mohammad N.** Asbestos Exposure among Construction Workers During Demolition of Old Houses in Tehran, Iran [Tidsskrift] // Industrial Health. - 2014. - Årg. 52. - s. 71-77.
- Hughes Albert** Asbestos: remove or contain, that is the question [Tidsskrift] // Safety & Health. - May 1988. - s. 46-49.
- IHME** Global Burden of Disease [Online] // healthdata.org. - Institute for Health Metrics and Evaluation, 2019. - 21. Maj 2021. - <http://www.healthdata.org/gbd/2019>.
- Ingeniøren** 1,3 millioner asbesttage i Danmark: Sådan kan du sikre dig, hvis der er asbest i dit tag [Online] // www.ing.dk. - 10. December 2018. - 11. 02 2021. - <https://ing.dk/artikel/13-millioner-asbesttage-danmark-saadan-kan-du-sikre-dig-hvis-asbest-dit-tag-222537>.
- Kangur M.** Occupational Exposure to Asbestos During Renovation of Oil-Shale Fuelled Power Plants in Estonia [Tidsskrift] // International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. - 2007. - 3 : Årg. 13. - s. 341-346.
- Krówczynska Małgorzata og Wilk Ewa** Asbestos Exposure and the Mesothelioma Incidence in Poland [Tidsskrift] // Int. J. Environ. Res. Public Health. - 2018. - 8 : Årg. 15. - s. 1741.
- Lacourt A., Brochard P. og Ducamp S.** Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux fibres d'amiante - Matrice emplois-expositions [Tidsskrift] // Santé Travail. - [s.l.] : Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire, 2010. - Årg. 14.
- LaForest Jean-Claude** Asbestos removal [Tidsskrift] // Aerobiologia. - 1990. - Årg. 6. - s. 11-13.
- Lange J. H. [et al.]** A study of personal and area airborne asbestos concentrations during asbestos abatement: A statistical evaluation of fibre [Tidsskrift] // American Occupational Hygiene. - 1996. - Årg. 40. - s. 449-56.
- Lange J. H.** Impact of asbestos concentration in floor tiles on exposure during removal [Tidsskrift] // International Journal of Environmental Health Research. - 2002. - 4 : Årg. 12. - s. 293-300.

- Lange J. H.** Occupational exposure during removal of windows with lead-based paint and asbestos caulking [Tidsskrift] // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. - 2001. - Årg. 66. - s. 146-149.
- Lehnert M. [et al.]** Incidence of malignant mesothelioma in Germany 2009-2013 [Tidsskrift] // Cancer Causes Control. - Februar 2017. - 2 : Årg. 28. - s. 97-105.
- Lizanich Sherri** Encapsulation attractive alternative to expensive asbestos removal costs [Tidsskrift] // Occupational Health & Safety. - February 1988. - s. 65-71.
- LO** Flere hænder gennem forebyggelse [Rapport]. - København : Landsorganisationen i Danmark, 2011.
- Maino A. [et al.]** Esposizione professionale ad amianto in operazioni di rimozione o trattamento conservativo di coperture in eternit [Tidsskrift] // La Medicina Del Lavoro. - 1995. - Årg. 86. - s. 546-54.
- Ministère des Solidarités et de la Santé** Exposition à l'amiante. - Paris : Ministère des Solidarités et de la Santé, 3. November 2017.
- Ministère des Solidarités et de la Santé** Le repérage de l'amiante dans les bâtiments. - Paris : [s.n.], 1. April 2016.
- Netherlands Enterprise Agency** Working with asbestos [Online] // Business.gov.nl. - Government information for entrepreneurs, 2021. - 22. September 2020. - <https://business.gov.nl/regulation/asbestos/>.
- Overheid Nederland - Wettenbank** Arbeidsomstandighedenbesluit [Online] // wetten.overheid.nl. - 02. December 2020. - 29. June 2021. - <https://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/2020-12-02/0/Hoofdstuk4/Afdeling5/Paragraaf3/Artikel4.46/informatie>.
- Paik N. V., Walcott R. J. og Broqan P. A.** Workers exposure to asbestos during removal of sprayed materials and renovation activities in buildings [Tidsskrift] // American Industrial Hygiene Association Journal. - 1983. - Årg. 44. - s. 428-432.
- Perkins R. A., Hargesheimer J. og Fourie W.** Asbestos Release from Whole-Building Demolition of Buildings with Asbestos-Containing Material [Tidsskrift] // Journal of Occupational and Environmental Hygiene. - 2007. - 12 : Årg. 4. - s. 889-894.
- Polish Ministry of Economy** Programme for Asbestos Abatement in Poland 2009-2032 [Rapport]. - Warsaw : Baza Azbestowa, 2010.
- Reilly William K.** Asbestos Removal [Tidsskrift] // American Association for the Advancement of Science. - 1. June 1990. - 4959 : Årg. 248. - s. 1064-1065.
- Rijkswaterstaat** Asbest aanwezig, wat nu? [Online] // Kenniscentrum InfoMil. - Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020. - 22. September 2020. - <https://www.infomil.nl/onderwerpen/asbest/asbest-scholen/asbest-aanwezig/>.
- Rijkswaterstaat** Landelijk Asbestvolgsysteem [Online] // lavsinfo.nl. - Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020. - 20. September 2020. - <https://www.lavsinfo.nl/lavs-0/>.
- Rijkswaterstaat** Verbouwen en sloop [Online] // infomil.nl. - Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020. - 20. September 2020. - <https://www.infomil.nl/onderwerpen/asbest/asbest-in-panden/verbouwen-sloop/>.
- Rijkswaterstaat** Asbestdaken [Online] // Kenniscentrum InfoMil. - Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020. - 17. September 2020. - <https://www.infomil.nl/onderwerpen/asbest/asbestdaken/>.

Ringbæk Thomas, Sengeløv Lisa og Kristensen Jette Kolding

Lægehåndbogen - Mesoteliom [Online] // sundhed.dk. - 6. January 2020. - 19. February 2021. -

<https://www.sundhed.dk/sundhedsfaglig/laegehaandbogen/lunger/tilstande-og-sygdomme/svulster/mesoteliom/>.

Rzeszowska Agencja Rozwoju Regionalnego Rehabilitation of buildings and removal of asbestos / red. Pawelec Piotr. - Podkarpackie : Build2LC Interreg Europe, 11. January 2017.

Røe O. D. Asbest, malignt mesoteliom og lungekræft [Tidsskrift] // Ugeskrift for Læger. - 2018. - Årg. 180. - V02180128.

Sundhedsdatastyrelsen Cancerregisteret [Online] // Nye kræfttilfælde i Danmark 2019. - Februar 2021. - <https://sundhedsdatastyrelsen.dk/da/registre-og-services/om-de-nationale-sundhedsregistre/sygedomme-laegemidler-og-behandling/cancerregisteret>.

Sundhedsdatastyrelsen Cancerregisteret - Nye kræfttilfælde [Online] // eSundhed.dk. - 11. February 2021. - 19. February 2021. -

<https://www.esundhed.dk/Registre/Cancerregisteret/Nye-kræfttilfaelde>.

Szeszenia-Dąbrowska Neonila [et al.] Environmental asbestos pollution -- situation in Poland [Tidsskrift] // Int J Occup Med Environ Health. - 2012. - 1 : Årg. 25.

The Government of the Netherlands Act of 18 March 1999, containing provisions to improve working conditions (Working Conditions Act) / red. Hoogervorst J. F.. - The Hague : [s.n.], 1999.

TRGS 519 Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) - Asbest-, Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten [Rapport] / Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS). - [s.l.] : Bundesministerium für Arbeit und Soziales Gemeinsamen Ministerialblatt, 2019.

Umweltbundesamt Umwelteinflüsse auf den Menschen - Asbest [Online] // Umweltbundesamt. - 29. April 2020. - 19. February 2021. - <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/asbest>.

United States Environmental Protection Agency Guidance for controlling asbestos-containing materials in buildings [Rapport] / Office of Pesticides and Toxic Substances. - Washington DC : US EPA, 1985. - s. 1-114. - 560/5-85/024.

United States Environmental Protection Agency Guidelines for the use of encapsulants on asbestos containing materials [Rapport]. - Washington DC : [s.n.], 1981.

Vedsmænd Lars Asbestos - a never ending story?. - København : BAT kartel, 2007.

Welsh D. E. Asbestos exposure during an abatement project [Tidsskrift] // Journal of Occupational Environmental Hygiene. - 2007. - 2 : Årg. 4. - s. 7-9.

Wilmoth R. C., Taylor M. S. og Meyer B. E. Asbestos release from the demolition of two schools in Fairbanks, Alaska [Tidsskrift] // Applied Occupational and Environmental Hygiene. - 1994. - Årg. 9. - s. 409-417.

Workers' Safety & Compensation Commission Asbestos Abatement - Codes of Practice [Rapport]. - Northwest Territories & Nunavut : Workers' Safety & Compensation Commission, 2018.

World Health Organization The Human and Financial Burden of Asbestos in the WHO European Region [Rapport]. - Bonn : WHO, 2012. - s. 1-92.

Bilag 1 Oversigt over litteratursøgning – tekniks og samfundsøkonomisk

Søgeprotokol til projekt: Fordele og ulemper ved at vælge hhv. forsegling eller fjernelse af asbestforekomster ved reovering af bygninger – samfundsmæssige konsekvenser.

Søgningerne er udarbejdet af:
 Conni Skrubbeltrang, cand.scient.bibl.
 Medicinsk Bibliotek Aalborg Universitetshospital

Database	Resultat	dato
Scopus.com	758	11.11.2020
Web of Science Core Collection	274	11.11.2020
I alt før dubletsøgning	1.032	11.11.2020
I alt efter dubletsøgning i Endnote	848	11.11.2020

Scopus.com

Samlet søgestreng	Resultat
(TITLE-ABS-KEY (asbest*)) AND ((TITLE-ABS-KEY ((building OR construction) W/3 (worker* OR industr* OR waste))) OR (TITLE-ABS-KEY (encapsulat* OR remedi* OR remedying OR redevelop* OR reconstruct* OR decommission* OR dismantl* OR "waste manage*" OR eliminat* OR decomposit* OR detoxificat* OR remov* OR demolit*))) AND (TITLE-ABS-KEY (benefit* OR advantage* OR drawback* OR feasibilit* OR econom* OR protect* OR cost* OR financ*))	758

Search history

[Combine queries...](#)

6	(TITLE-ABS-KEY (asbest*)) AND ((TITLE-ABS-KEY((building OR construction) W/3 (worker* OR industr* OR waste))) OR (TITLE-ABS-KEY(encapsulat* OR remedi* OR remedying OR redevelop* OR reconstruct* OR decommission* OR dismantl* OR "waste manage*" OR eliminat* OR decomposit* OR detoxificat* OR remov* OR demolit*))) AND (TITLE-ABS-KEY(benefit* OR advantage* OR drawback* OR feasibilit* OR econom* OR protect* OR cost* OR financ*))	758 document results
5	TITLE-ABS-KEY(benefit* OR advantage* OR drawback* OR feasibilit* OR econom* OR protect* OR cost* OR financ*)	10,210,485 document results
4	(TITLE-ABS-KEY((building OR construction) W/3 (worker* OR industr* OR waste))) OR (TITLE-ABS-KEY(encapsulat* OR remedi* OR remedying OR redevelop* OR reconstruct* OR decommission* OR dismantl* OR "waste manage*" OR eliminat* OR decomposit* OR detoxificat* OR remov* OR demolit*))	4,325,628 document results
3	TITLE-ABS-KEY(encapsulat* OR remedi* OR remedying OR redevelop* OR reconstruct* OR decommission* OR dismantl* OR "waste manage*" OR eliminat* OR decomposit* OR detoxificat* OR remov* OR demolit*)	4,247,429 document results
2	TITLE-ABS-KEY((building OR construction) W/3 (worker* OR industr* OR waste))	87,533 document results
1	TITLE-ABS-KEY(asbest*)	29,625 document results

Bilag 2 Oversigt over videnskabelig peer-reviewed litteratur gennemgået

Medio november 2020 blev udførte Conni Skrubbeltrang, cand.scient.bibl. Medicinsk Bibliotek Aalborg Universitetshospital en søgning til projektet: Fordele og ulemper ved at vælge hhv. forsegling eller fjernelse af asbestfokomster ved renovering af bygninger - helbredsmæssige konsekvenser. Følgende søgeprofil er anvendt:

PubMed

Search	Query	Results
#4	Search: ("Asbestos"[MeSH Terms] OR asbest*[Text Word]) AND (("Construction Industry"[Mesh]) OR (encapsulat* [Text Word] OR remediat* [Text Word] OR "building industr*" [Text Word] OR "construction industr*" [Text Word] OR "construction worker*" [Text Word] OR "building worker*" redevelop* [Text Word] OR reconstruct*[Text Word] OR decommission*[Text Word] OR dismantl*[Text Word] OR "waste manage*" [Text Word] OR decomposit*[Text Word] OR remov*[Text Word] OR demolit*[Text Word])) Sort by: Most Recent	601
#3	Search: ("Construction Industry"[Mesh]) OR (encapsulat* [Text Word] OR remediat* [Text Word] OR "building industr*" [Text Word] OR "construction industr*" [Text Word] OR "construction worker*" [Text Word] OR "building worker*" redevelop* [Text Word] OR reconstruct*[Text Word] OR decommission*[Text Word] OR dismantl*[Text Word] OR "waste manage*" [Text Word] OR decomposit*[Text Word] OR remov*[Text Word] OR demolit*[Text Word]) Sort by: Most Recent	1,034,445
#1	Search: "Asbestos"[MeSH Terms] OR asbest*[Text Word] Sort by: Most Recent	16,099

Embase.com

No.	Query
#12	#10 NOT #11
#11	'conference abstract'/it
#10	#3 AND #9
#9	#4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8
#8	((building OR construction) NEAR/3 (industr* OR worker*)):ti,ab,kw
#7	encapsulat*:ti,ab,kw OR remediat*:ti,ab,kw OR redevelop*:ti,ab,kw OR reconstruct*:ti,ab,kw OR decommission*:ti,ab,kw OR dismantl*:ti,ab,kw OR 'waste manage*':ti,ab,kw OR decomposit*:ti,ab,kw OR remov*:ti,ab,kw OR demolit*:ti,ab,kw
#6	'building industry'/exp OR 'construction worker'/exp
#5	'construction and demolition waste'/exp
#4	'encapsulation'/exp

#3	#1 OR #2
#2	asbest*:ti,ab,kw
#1	'asbestos'/exp OR 'asbestos fiber'/exp OR 'asbestos body'/exp

Database	Resultat	dato
Scopus.com	758	11.11.2020
Web of Science Core Collection	274	11.11.2020
I alt før dubletsøgning	1.032	11.11.2020
I alt efter dubletsøgning i Endnote	848	11.11.2020

Scopus.com

Samlet søgestreng	Resultat
(TITLE-ABS-KEY (asbest*)) AND ((TITLE-ABS-KEY ((building OR construction) W/3 (worker* OR industr* OR waste))) OR (TITLE-ABS-KEY (encapsulat* OR remediat* OR remedying OR redevelop* OR reconstruct* OR decommission* OR dismantl* OR "waste manage*" OR eliminat* OR decomposit* OR detoxificat* OR remov* OR demolit*))) AND (TITLE-ABS-KEY (benefit* OR advantage* OR drawback* OR feasibility* OR econom* OR protect* OR cost* OR financ*))	758

Søgningen kom til at indeholde i alt 1228 artikeloverskrifter er, som det fremgår af tabellen nedenfor.

Database	Resultat	Dato for søgning
PubMed	601	11.11.2020
Embase.com	1.126	11.11.2020
I alt før dubletsøgning	1.786	11.11.2020
Efter dubletsøgning	1.228	11.11.2020

AUGUST 2021
ARBEJDSMILJØFORSKNINGSFONDEN

Indkapsling eller Sanering af Asbest – Hvad er Bedst? (Asbest-valg)



AUGUST 2021
ARBEJDSMILJØFORSKNINGSFONDEN

Indkapsling eller Sanering af Asbest – Hvad er Bedst? (Asbest-valg)

INTERVIEWUNDERSØGELSE - ARBEJDSPAPIR TIL FASE 1 + 2 (INDSAMLING AF
ERFARINGER)

UDARBEJDET AF:
Lars Petersen, COWI A/S
Frans Møller Christensen, COWI A/S
Maja Bruun Nielsen, COWI A/S
Gry Grundtvig, COWI A/S
Martin Nerum Olsen, Dansk Miljøanalyse

PROJEKTNR.

DOKUMENTNR.

A133558

VERSION

UDGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

KONTROLLERET

GODKENDT

01

Se ovenfor

INDHOLD

1	Baggrund	7
2	Indledning	9
3	Analyse	11
3.1	Kontekstfaktorer	11
3.2	Motiverende faktorer for valg af asbestsanering	14

1 Baggrund

Arbejds miljøforskningsfonden indkaldte i starten af 2020 ansøgninger til en "Teknisk udredning om indkapsling versus sanering af asbest". Motivation i indkaldelsen var følgende:

"Indkapsling - herunder forsegling - af asbest indebærer en potentiel risiko for, at håndværkere, der senere udfører arbejde ved den indkapslede asbest, bliver udsat for asbest i arbejdsmiljøet. Sikker sanering af asbest er et vigtigt alternativ til indkapsling og vil over tid reducere mængden af asbest i bygningsmassen.

I forhold til renovering af asbestholdige bygninger ønskes et projekt om indkapsling af asbest kontra sanering. Studiet vil have til formål at styrke beslutningsgrundlaget for, om der bør saneres eller indkapsles i forbindelse med renovering af den ældre bygningsmasse."

Ønsket om denne tekniske udredning udspringer af *Anbefalinger fra arbejdsgruppen om asbest¹*. Projektet "Indkapsling eller Sanering af Asbest – Hvad er Bedst? (Asbest-valg)" blev i juli 2020 tildelt midler til at gennemføre udredningen. Projektet gennemføres i et samarbejde mellem COWI A/S, Dansk MiljøAnalyse (DMA) og Arbejds- og Miljømedicinsk Afdeling, Aalborg Universitetshospital.

Projektets samlede aktiviteter dækker over følgende:

- > Opstart og planlægning, herunder kortlægning af eksisterende viden
- > Indsamling af erfaringer via interviews med aktører
- > Udarbejdelse af illustrative cases som belyser fordele og ulemper ved hhv. sanering og indkapsling i forskellige situationer
- > Udarbejdelse af anbefalinger og formidling

¹ <https://bm.dk/media/7200/anbefalinger-om-asbest-til-beskaeftigelsesministeren.pdf>

Projektet følges af en interessentgruppe, som på tidspunktet for færdiggørelse af denne rapport består af repræsentanter fra: Foreningen af rådgivende ingeniører (FRI), DI Byg, Tekniq Arbejdsgivere, Bygherreforeningen, Dansk Arbejdsgiverforening, Dansk Byggeri, BAT-Kartellet, Blik- og Rørarbejderforbundet, 3F, Konstruktørforeningen, Arbejdstilsynet.

Nærværende rapport er resultatet af projektets indsamling af erfaringer via aktørinterviews.

2 Indledning

Formålet med rapporten er at identificere, hvad de væsentligste overvejelser og erfaringer er i forskellige reoveringssituationer, hvor der er blevet foretaget en sanering eller indkapsling af en asbestforekomst. Rapporten beskriver i detaljer, hvad der ifølge de interviewede aktører i dag driver valg af indkapsling over for sanering af asbest.

Metode

Undersøgelsen baserer sig på i alt 24 interviews, herunder 12 interviews med bygherrer eller administratorer, 3 interviews med rådgivere eller projekterende, 3 interviews med entreprenører, 1 interview med arkitekt, 4 interviews med mindre håndværkere og 1 interview med Arbejdstilsynet.

Udvælgelse af aktørerne til interviews er baseret på følgende:

- > Opdraget i særopslaget fra Arbejds miljøforskningsfonden
- > Projektgruppens vurdering af hvilke aktører, som ligger inden for relevant viden om valg af reoveringsmetode
- > Dialog med projektets interessentgruppe, som ønskede at udvide projekt-oplægget med mindre håndværkere, da mindre håndværkere har viden om reovering om asbestforekomster i private boliger og lejligheder, hvor de ofte har en rådgivende funktion. Projektet har derfor udvidet med denne type aktører.

Interviewene blev udført som semistrukturerede interviews. Spørgeguiden til interviewene blev udarbejdet baseret på en tentativ liste over, hvilke beslutningsparametre som har (eller kunne/burde have) indflydelse på valget af indkapsling eller sanering af asbest. Spørgeguiden bestod af en kombination af lukkede spørgsmål, herunder relateret til de definerede beslutningsparametre, samt en række åbne spørgsmål, hvor aktøren kunne uddybe, hvad han/hun finder mest relevant for valg af reoveringsløsning. Da de interviewede aktører typisk har kendskab til flere reoveringssager, tog spørgeguiden udgangspunkt i to cases: Én hvor der er blevet foretaget sanering og én, hvor der er blevet foretaget indkapsling. For at belyse sådanne to cases bestod denne del af spørgeguiden af spørgsmål, som kunne gentages for begge cases. Derudover indgik en række spørgsmål af en mere generel karakter, som kun blev besvaret én gang.

Inden interviewet blev interviewpersonen informeret om, at interviewet ville tage udgangspunkt i de to cases med henholdsvis sanering og indkapsling, såfremt det var muligt. De blev i den forbindelse bedt om på forhånd at tænke over nogle situationer, de har været i, hvor der er blevet foretaget indkapsling og sanering af en asbestforekomst. Derudover blev interviewpersonen bedt om at tænke over nedenstående faktorer, som forberedelse til interviewet:

- > Omfanget af asbestforekomsten samt hvornår det blev opdaget
- > Bygherrens rolle, tidsperspektivet og budgettet
- > Mulige konsekvenser og hensyn ved asbestforekomsten

- > Tilgangen til asbestforekomsten og mulighederne for hhv. sanering/indkapsling
- > Registrering af asbestforekomsten og tilgang til information herom

Den semistrukturerede spørgeguide blev afprøvet på 2 bygherrer og 2 entreprenører som pilotinterviews. På basis af denne afprøvning blev listen over beslutningsparametre og spørgeguiden opdateret.

Interviewene er alle blevet gennemført med tilstedeværelse af to projektmedarbejdere: Én erfaren asbestspecialist fra COWI eller DMA samt én deltager fra COWIs evalueringsafdeling, som har erfaring med design, interviewmetoder samt interviewanalyse – bl.a. fra arbejdsmiljørelaterede opgaver. Det har sikret en tilbundsående dialog om de relevante emner, at alle spørgsmålene i spørgeguiden adresseres samt at analysen både metodisk og indholdsmæssigt kan besvare undersøgelsesspørgsmålene. Interviewene tog 1-2 timer. Efterfølgende udarbejdede de to interviewere en skriftlig opsamling fra interviewet.

De fleste interviews blev gennemført virtuelt på grund af Covid 19 restriktioner og almindelig forsigtighed i forhold til smittespredning.

Analysen af de kvalitative data fra de 24 interviews er blevet gennemført som ved en kvalitativ mønstergenkendelse. Denne mønstergenkendelse foregår ved at læse alle interviews med henblik på at identificere umiddelbare meningsenheder. I løbet af denne gennemlæsning er der blevet identificeret temaer og overskrifter, som har ført til under- og overkategoriseringer af den kvalitative data. Det har gjort det muligt at finde mønstre på tværs af interviewpersonernes overvejelser og beslutningsgrundlag, herunder fordele og ulemper ved henholdsvis indkapsling af asbest frem for sanering.

3 Analyse

I nedenstående præsenteres resultaterne af den analyse, der er foretaget på baggrund af interviewene. Analysen er bygget op om et analysedesign, der har til hensigt at identificere henholdsvis kontekstfaktorer samt motiverende faktorer for at vælge henholdsvis sanering eller indkapsling af asbest.

3.1 Kontekstfaktorer

Analysen af de 24 interviews viser, at hvorvidt asbest bliver saneret eller indkapslet kan afhænge af tre kontekstfaktorer: 1) Intern virksomhedspolitik, 2) Viden om asbest, samt 3) Aktørtype, herunder offentlig vs. privat bygherre. Kontekstfaktorer beskriver de forhold, som uafhængigt af den konkrete situation, har betydning for, om en given aktør vælger at sanere eller indkapsle asbesten.

Fast virksomhedspolitik

Flere af de interviewede giver udtryk for, at de i deres virksomhed har en fast intern politik eller principiel holdning om at sanere asbest. Dette i en sådan grad, at flere af de interviewede ikke kunne fortælle om en situation, hvor indkapsling var blevet valgt til fordel for sanering. Vi kan således konkludere, at valget om asbesthåndteringen for disse aktører i vidt omfang allerede er truffet på forhånd, og de beslutningsparametre, der har stor indflydelse for andre, såsom tid og økonomi, er mindre relevante. Aktørerne mener dog, at der kunne være situationer, hvor omstændighederne kunne gøre, at deres politik ville blive fraveget, men kan ikke komme nærmere ind på hvilke omstændigheder. Vi kan desuden konstatere, at denne faste politik ofte hænger sammen med ønsket om et bestemt image. Det kan både være som bygherre over for kunder, men også som håndværker over for ansatte. Desuden kan beslutningen om en fast politik også være forbundet med, at de interviewede vurderer, at sanering bedst kan betale sig økonomisk i et langsigtet perspektiv.

"Det er en principiel beslutning. Når man skal sælge det [bygningen], er det svært at sige, at der er asbest. Det, vi finder, og det, vi ved, fjerner vi. Der kan være ting, vi ikke ved, f.eks. på konstruktioner, vi ikke åbner. (...) Imaget for [virksomhedsnavn] vægter mere end at kunne spare X antal millioner." (Privat bygherre)

"Det vi piller ved - hvis vi kan komme til det - så fjerner vi det. Vi har ikke lavet noget, hvor vi har forseglet det, og ladet det sidde. Min holdning er, at vi skal fjerne det, hvis vi kan komme til det. Så må projektet blive dyrere." (Offentlig bygherre)

Viden om asbest

Vi kan endvidere konkludere, at håndteringen af en asbestforekomst helt grundlæggende kan være påvirket af, hvilket vidensniveau asbest-aktørerne har. For overhovedet at kunne nå dertil, hvor der skal træffes en beslutning om, hvorvidt en asbestforekomst skal saneres eller indkapsles, skal forekomsten identificeres. Flere interviewpersoner fremhæver herunder, at især mange håndværkere ikke har nok viden om asbest – blandt andet om, hvordan asbest ser ud, og hvor den oftest forekommer. Selvom de vurderer, at der skal foretages miljøscreeninger inden et renoveringsarbejde går i gang, er det ikke sikkert, at alt asbest

opdages. Dertil kommer, at flere interviewpersoner vurderer, at der som oftest ikke foretages miljøscreeninger i private hjem, inden en håndværker udfører et arbejde der. Det betyder samlet, at håndværkerne i deres udførende arbejde uforvarende kan støde på asbest. Vi kan således konstatere, at aktørerne ikke altid oplever, at identificeringen af en asbestforekomst sker rettidigt, som nedenstående citater illustrerer.

*"Vi ser lejlighedskonstruktioner, hvor det er skidt, og man uforvarende har fået spredt asbest, fordi håndværkere og de udførende ikke ved, hvad de skal kigge efter. Det er ikke nødvendigvis specialistviden, de skal have, men de skal have basisviden. Ser jeg en rørbøjning, der ser lagret ud, så skal man måske tænke en ekstra gang inden man piller i den."
(Privat bygherre)*

"... så er der hjemme hos Hr. og Fru Jensen. De ved intet om asbest, men der er samme mængde af det. Og der siger vi, at vi ved, der er asbest i den beholder, så det kræver en merpris. Men de unge håndværkere ved det måske ikke - at sådan en gammel beholder har asbest. Så de ville måske bare tage den ned." (Håndværker)

Vi kan desuden konstatere, at niveauet af viden også har betydning for, hvilken reaktion en aktør har på en asbestforekomst. Nogle af de interviewede peger på, at de aktører, der har lidt viden om asbest, vil tage lettere på det, når de identificerer en forekomst, mens andre peger på, at de som fagpersoner er mindre berøringsangste i forhold til asbest end lægmand, fordi de har viden om, at det kræver en stor eksponering, før asbest er skadeligt. Herunder fremhæver flere interviewpersoner også, at den generelle viden og opmærksomhed på asbest i samfundet udgør en vigtig kontekst for håndteringen af asbest i konkrete projekter.

"Jeg er ikke så bange for asbest, fordi man skal være meget eksponeret for det, men der er kommet en bevågenhed herpå de seneste 10 år, som har betydning for, hvor meget man prioriterer det." (Privat bygherre)

Aktørtype

Endelig viser analysen, at typen af aktør har betydning for, hvilke beslutninger der træffes om asbest. Alt efter aktørtype kan der være forskellige økonomiske interesser i henholdsvis at sanere eller indkapsle. Især peger de interviewede på, at typen af bygherre har betydning, og at offentlige bygherrer i højere grad end private vælger at sanere. Flere af de interviewede vurderer, at det især skyldes, at de private bygherrer går mere op i den kortsigtede projektøkonomi end de offentlige, som vægter borgernes sundhed højest og ofte har en fast politik om at sanere ved asbestforekomster. En rådgiver peger på, at de offentlige bygherrer kan søge puljemidler til asbestsanering, og vurderer, at de offentlige bygherrer i højere grad ville ligne de private og indkapsle mere, hvis ikke de havde denne mulighed. En entreprenør giver udtryk for, at der kan være forskel på, om bygherren er den direkte ejer af bygningen, eller om de blot står for driften, og vurderer, at sidstnævnte vil veje økonomiske hensyn tungere.

"De offentlige bygherrer har et moralsk ansvar. Men det har vi alle. Men det er nok højere i et offentligt byggeri. En developer ser på, hvad står der på bundlinjen, når vi er færdige. Han har måske kun bygningen i 6 måneder." (Privat bygherre)

"De offentlige er mere seriøse end private. I bund og grund er det økonomi, det bedste ville være at fjerne det, men der er nogen som skal betale. I denne sag havde vi taget lofterne ned, og så var det forfra med asbestsanering. Det var anderledes, fordi de var offentlige, hvis det havde været en privat bygherre, så havde de nok ladet det sidde." (Entreprenør)

Derudover kan vi konkludere, at der oftere træffes et valg om at sanere frem for at indkapsle, hvis der er andre interessenter, der skal inddrages i de økonomiske beslutninger angående projektet. Det gælder blandt andet boligforeninger, hvor faste budgetter for renoveringsprojekter bliver vedtaget på generalforsamlinger, afdelingsmøder eller lignende. Derfor er det en udfordring, hvis en asbestsanering medfører en større ændring i budgettet. Af og til vælges indkapsling alene af den grund.

"Når man laver et projekt, så er det et ønske fra bestyrelsen, som bliver taget op på et afdelingsmøde. Så laver vi budget for det, og det skal også godkendes på et afdelingsmøde. Da vi finder ud af, at der er asbest, så vil det tage for lang tid, hvis vi skal vente et helt år igen på, at beboerne kan godkende nyt budget. Så det betyder noget, at det er et alment nyt boligforening. Der er nogle kommandoveje, og demokrati vi skal overholde." (Semi-offentlig bygherre)

Desuden finder vi, at det vil være af betydning, om det er en privat boligejer, der er bygherre. Det skyldes dels, at de private boligejere, som tidligere nævnt, ofte har mindre viden om asbest, dels at de ofte har et andet økonomisk råderum.

"Beslutningen afhænger også af, om det er en privat bolig, hvor de ikke har råd. Der kan vi godt rådgive i forhold til, hvornår man kan forsegle uden risiko. (...) Hr og Fru Jensen, ejerboliger, offentlige bygninger. Der er forskel. Afhængigt af, hvor mange penge de har, så gør man kun det akutte." (Entreprenør)

Endelig finder vi, at de entreprenører eller håndværkere, der rådgiver bygherre, har indflydelse på, om bygherre vælger sanering eller indkapsling. I denne sammenhæng kan der for entreprenører eller håndværkere være økonomiske fordele forbundet med, at bygherre vælger asbestsanering frem for indkapsling, da de dermed vil få en større opgave.

"Der er nogle smede, der gerne vil have det fjernet helt, fordi det er der arbejde i for dem". (Entreprenør)

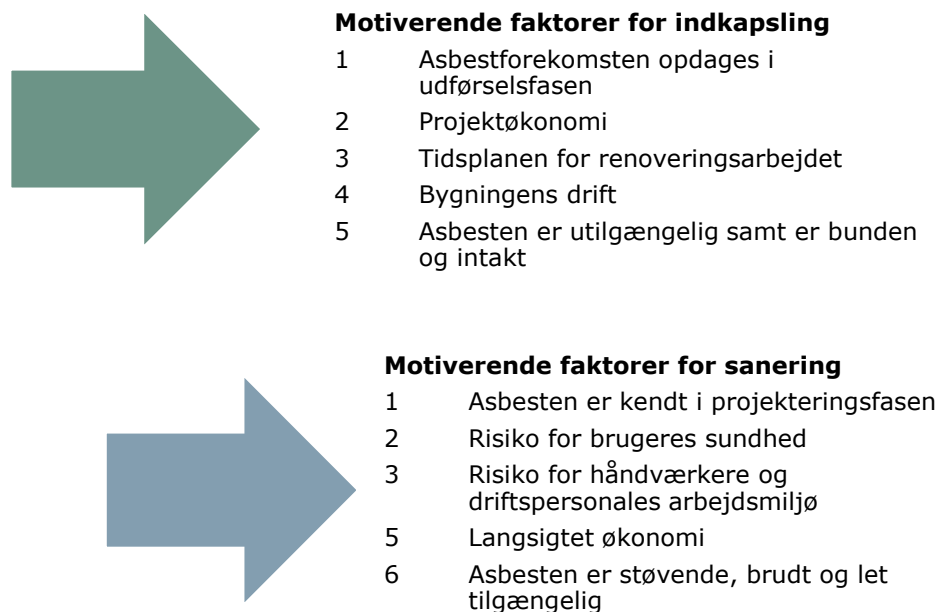
Således finder vi, at de forskellige involverede aktører ikke altid er enige om, hvorvidt sanering eller indkapsling er bedst. Flere af de interviewede peger på,

at der er mange håndværkere, som kræver, at der foretages yderligere miljøscreeninger for at konstatere, om der er asbestforekomst, inden de udfører arbejdet. Altså kan håndværkerne som aktør være nøje opmærksomme på sundhedsrisiciene ved asbest, da disse har stor betydning for deres arbejdsmiljø. Det gør også, at håndværkere kan have et ønske om, at der bliver foretaget en sanering frem for en indkapsling, inden de starter deres arbejde op, fordi de vurderer, at det er det sikreste i forhold til ikke at blive eksponeret for asbest under arbejdet. Ved uenighed mellem aktørerne har nogen af de interviewede håndværkere haft succes med at involvere Bam-Bus² til at løse konflikten med bygherrer eller entreprenør. Vi kan desuden konstatere, at totalentreprenører nemmere kan få lov at sanere, da de allerede har ansvaret for hele byggeprojektet.

3.2 Motiverende faktorer for valg af asbestsanering

I dette afsnit præsenterer vi de faktorer, som vi har identificeret, har betydning for, hvorvidt bygherrer beslutter at sanere eller indkapsle asbest. De beskrives nærmere i det følgende. Det er vigtigt at understrege, at flere af faktorerne er tæt forbundne, såsom tid og økonomi der ofte er to sider af samme sag. Derfor kan vi også konkludere, at det oftest er et samspil af forskellige faktorer, som afgør beslutningen.

Figur 1 Motiverende faktorer for valg af asbesthåndtering



² Bam-Bus står for Byggeriets Arbejdsmiljøbus, der er en mobil konsulent-tjeneste, som formidler god arbejdsmiljøpraksis til byggepladser og til byggevirksomhederne samt deres ansatte. <https://bam-bus.dk/>

Motiverende faktorer for indkapsling

De væsentligste fem faktorer, som kan virke motiverende for, at der vælges indkapsling er:

- 1 Asbestforekomsten opdages i udførselsfasen
- 2 Projektøkonomi
- 3 Tidsplanen for renoveringsarbejdet
- 4 Bygningens drift
- 5 Asbesten er utilgængelig samt er bunden og intakt

1. Asbestforekomsten opdages i udførselsfasen

Vi kan konkludere, at det er afgørende for, at der besluttet at indkapsle, hvis asbesten først opdages i udførselsfasen af et renoveringsprojekt. Når renoveringsarbejdet er startet op, er der lagt en tidsplan og et budget. I sådanne tilfælde kan asbesten opdages eksempelvis ved, at en håndværker enten støder på asbesten eller ikke vil gå i gang med opgaven med mindre yderligere forundersøgelser foretages. Da en asbestsanering ofte er både mere tidskrævende og mere omkostningsfuld end indkapsling, har det betydning, at udbuddet ikke har omfattet asbesthåndtering i sin pris, og at tidsplanen bliver forsinket. Af den grund vælges indkapsling i disse tilfælde. Tid og pris kan dermed komme til at udgøre en større beslutningsfaktor, end hvis asbestforekomsten var kendt på forhånd.

"Jo tidligere man kender til forholdet jo bedre især økonomisk. Den økonomiske konsekvens af ikke at opdage asbesten i tide er stor." (Semi-offentlig bygherre)

Vi vil dog understrege, at blandt andet kontekstfaktorerne kan gøre, at en sanering alligevel vælges. Det var blandt andet tilfældet hos nedenstående bygherre, der trods ulemperne valgte en sanering grundet bygningens brug samt en fast virksomhedspolitik.

"Vi opdagede det desværre under udførelsen. Havde vi opdaget det under projekteringen, havde vi fået en anden pris, men det skete under udførelsen, da nedriveren gjorde opmærksom på det. Havde vi vidst det, kunne det være sat på udbuddet på konkurrence, og vi kunne have sat det ind på tidsplanen." (Privat bygherre)

2. Projektøkonomi

Analysen viser endvidere, at en af de primære beslutningsparametre for indkapsling eller sanering er projektøkonomi. Da en asbestsanering ofte umiddelbart her-og-nu er dyrere for et projekt end en indkapsling af asbest, taler prisen for indkapsling set i et kort perspektiv.

"Vi havde indhentet to tilbud, så der var ikke så meget at gøre godt med. Økonomien var der ikke til at gøre noget ekstra i hovedprojektet (...). Vi vil gerne fjerne forurening og asbest, men økonomien sætter tit begrænsninger herfor. Men hvis vi havde mulighed for at søge en pulje eller lignende,

ville vi formentlig gå ind og fjerne det systematisk. " (Semi-offentlig bygherre)

"Det var en byggesag, som var i gang. Det ville give en kæmpe regning og tidsudskydelse. Derfor talte de økonomiske forhold mere end det, at man efterlader en risiko til nogle andre" (Arkitekt).

3. Renoveringsarbejdets tidsplan

En anden parameter, der kan virke motiverende for at vælge indkapsling, er tidsplanen for renoveringsarbejdet. Dette kan både være, hvis asbestforekomsten er kendt før eller efter renoveringsarbejdet er påbegyndt. Det skyldes, at en sanering ofte er mere tidskrævende end en indkapsling. Såfremt renoveringsarbejdet er påbegyndt, kan det koste meget tid på den allerede vedtagne tidsplan at skulle foretage en asbestsanering. I det hele taget er der dog også et ønske om, at renoveringsarbejdet er så kortvarigt som muligt, hvilket blandt andet kan handle om, at en bygningsejer gerne vil sælge eller udleje bygningen på et tidspunkt. Også her kan valget derfor falde på en asbestindkapsling, selvom asbesten er kendt forud for renoveringsarbejdet.

"Der er en tidsmæssig risiko ved sanering. Det arbejde man tror tager én periode, og er man i gang med noget, så er det nok også noget, der vil forlænge den periode med sanering. (...) Hvis det er en igangværende sag, så er det nogle meget dyre timer for håndværkerne. Det bliver ventepenge. De kan ikke lave noget" (Rådgiver)

"Sanering ville kræve en affræsning og bortkøring af hele belægningslaget på gulvet. Det medfører 3 uger på tidsplanen (...). Alternativet var to fuldspartlinger i hele dækket og ingen ændringer i tidsplanen (...). Vi havde hverken tiden – vi skulle aflevere d. 1. april. (...). Havde det kostet det samme, men stadig kostet 3 uger, havde vi stadig valgt at indkapsle." (Administrationsvirksomhed)

"Tid er en altafgørende faktor. For årsbudgettet. Det at sælge bygningen det rigtige år er en problematik. Investorerne skal have afkast på det rigtige tidspunkt. Om den sælges 31/12 eller 1/1 er vigtigt." (Privat bygherre)

4. Bygningens drift

Bygningens drift er ligeledes en vigtig faktor, der kan være motiverende for at vælge indkapsling. Med i overvejelserne om, hvordan en asbestforekomst skal håndteres, er parameteret om, hvorvidt en længerevarende asbestsanering vil sætte bygningen ud af drift. Analysen viser, at driftsovervejelserne hænger tæt sammen med aspekter om tid og økonomi i renoveringsprojekter. Vi kan endvidere konstatere, at bygningens drift især har betydning, hvis en bygherre allerede har kortlagt alle asbestforekomster i deres bygningsmasse. Med kendskabet til asbesten kommer driften til at være den mest afgørende faktor for en beslutning om, hvornår en given asbestsanering hensigtsmæssigt kan finde sted. Såfremt det vurderes, at asbesten foreløbigt er forsvarligt indkapslet, uden at det drysser, udskydes eller gemmes asbestsaneringen således til et tidspunkt, hvor det passer ind med driften – dette til trods for en eventuel intern politik om altid at sanere asbest (se afsnit 3.1 Kontekstfaktorer). Denne faktor betyder, at

det kan være stærkt afgørende, hvor asbesten forekommer – altså i hvilken type bygning eller lokale, da det er af afgørende betydning, hvad lokalet bruges til i dagligdagen.

"Så længe det er sikkert indkapslet, lader vi det sidde, medmindre andet er nødvendigt. (...) Vi vurderer hensyn til medarbejdernes sundhed mod de økonomiske hensyn lige nu og her. (...) I spørgsmålet om, hvorvidt det kan betale sig, er der mange faktorer i spil. En er hvad er prisen nu og her i forhold til at gøre det senere. Vi har en omsætning på [mange] milliarder om året, og den kommer meget fra forskningen. Det koster mange kroner om dagen, hvis de ikke kan lave forskningsresultater. Så hvis vi siger [til ledelsen], at det ville være en god idé at sanere resten af en væg, nu hvor vi er i gang, men at der ikke er et sikkerhedsmæssigt problem, så længe vi får indkapslet grænsefladen, så kan vi godt arbejde videre, så køber de den ikke." (Privat Bygherre)

"Det ville ikke være muligt at fjerne al asbest på en gang. Vi er en stor virksomhed og har 110.000 etagemeter, og det skal holdes i drift samtidig. Så det er det muliges kunst. Det vil sige, at når der er mulighed for at søge nogle midler, så søger vi der, hvor det ikke går ud over den daglige drift. Men vi er bevidste og bekendte om, at vi har asbest i huset. (...) Vi har et hus, uanset hvad vi gør og foretager os, så skal vi køre i drift. Hvis vi skal renovere en Operationsstue, så skal vi nærmest have sat en anden operationsstue op i mellemtiden. Så det er udfordringen." (Offentlig Bygherre)

5. Asbesten er utilgængelig og/eller er bunden og intakt

Vi kan desuden konstatere, at tilgængeligheden, typen og tilstanden af asbesten er faktorer, der har betydning for, om der vælges indkapsling eller sanering. De fleste af de interviewede aktører er enige om, at de ikke ser en grund til at fjerne asbest, som er bunden og intakt, og som de ikke forventer, at nogen kommer i berøring med. I disse tilfælde ser aktørerne det som mest meningsfuldt at vælge indkapsling, hvor der bruges færre ressourcer og samtidig mindsker risikoen for, at håndværkere eksponeres for asbest. Men det har også betydning, hvor svært det er at fjerne asbesten. I tilfælde, hvor asbesten er bunden og intakt og samtidig er svært tilgængelig vælges oftest indkapsling.

"Rør, som sidder i beboeropbevarings rum, er besværlige at asbestsanere, da rummene skal tømmes før sanering. Så, hvis rørene ikke skal skiftes og isoleringen er intakt, vælges det at lade dem være." (Entreprenør)

"Hvis det kun er varmerørene, der skal renoveres, vil man ikke røre ved brugsvandet. Hvor kompliceret det er at fjerne det, betyder også noget. (...) Hvis det er intakt og i god stand, så giver det ikke mening af fjerne." (Rådgiver)

"I mine øjne, hvis det er forsegleet og ikke er et brud, så er der ikke et problem. Jeg synes ikke, vi nødvendigvis bare skal fjerne alt. Det er overkill." (Privat bygherre)

Det primære, der alligevel kan gøre, at en aktør vælger at sanere asbest, selvom den er svært tilgængelig, bunden og intakt, er hvis aktøren har en fast politik om asbesthåndtering, der foreskriver sanering. Se mere herom i afsnit 3.1 Kontekstfaktorer.

Motiverende faktorer for sanering

De overordnede syv faktorer, som kan virke motiverende for, om der vælges sanering af asbest frem for indkapsling, er:

- 1 Asbesten er kendt i projekteringsfasen
- 2 Risiko for brugeres sundhed
- 3 Risiko for håndværkere og driftspersonales arbejdsmiljø
- 4 Langsigtet økonomi
- 5 Asbesten er støvende, brudt og let tilgængelig
- 6 Offentligt kendt sag
- 7 Tilsynsordning

1. Asbesten er kendt i projekteringsfasen

Vi kan konstatere, at det er større sandsynlighed for, at aktørerne vælger en asbestsanering, hvis en given forekomst er kendt før renoveringsarbejdet, går i gang. Således bliver miljøscreeninger vigtige, da de kan føre til opdagelsen af asbest. Forhåndskendskabet til asbesten giver bygherrerne mulighed for at indarbejde en sanering i tidsplanen og udbuddet på det renoveringsarbejde, som skal udføres.

"Enten hyrer vi selv DMA eller lignende, eller vi indskriver det i udbud til entreprenører, fordi vi ønsker ikke, at det [asbesten] kommer bag på os, fordi det så vil blive dyrere end budgetteret. Så vi vil gerne være på forkant med det. (...) Det bedste er ikke, at der er beboere der gør os opmærksomme på det. Det bedste er, at vi selv finder det, så vi kan håndtere sagen mere hensigtsmæssigt og muligvis også spare nogle penge, fordi vi kan planlægge det bedre." (Semi-offentlig bygherre)

"Jo tidligere man kender til forholdet jo bedre - især økonomisk. Der er en økonomiske konsekvens af ikke at opdage asbesten i tide." (Semi-offentlig bygherre)

"Den bygning vi står ved, har jeg lavet facaderenovering på år tilbage, men alligevel har vi lavet en ny frisk undersøgelse, så der ikke i processen opstår tvivlsspørgsmål, om det er det ene eller andet. Rent erfaringsmæssigt kan det bedst betale sig økonomisk at vide det på forhånd, så problemerne ikke opstår undervejs." (Offentlig bygherre)

2. Risiko for brugeres sundhed

Vi kan desuden konkludere, at det er en afgørende beslutningsparameter i forhold til at vælge sanering eller indkapsling, hvorvidt asbestforekomsten udgør en sundhedsrisiko for eventuelle brugere af området eller bygningen. Samtidig ser vi, at selvom sundhedshensyn vægter over eventuelle andre beslutningsparametre, kan det være forskelligt, hvornår noget vurderes som en sundhedsrisiko. Mens alene tilstedeværelsen af en asbestforekomst af nogle aktører vurderes at udgøre en sundhedsrisiko, skal asbestforekomsten for andre være enten brudt, støvende eller tilgængelig for brugerne i dagligdagen. Vi finder, at denne afvejning i de fleste tilfælde er forbundet med, om der er en fast politik om altid at sanere asbest i renoveringsprojekter. Ellers vurderer aktørerne situationen i forhold til, om asbesten er tilgængelig for brugerne af bygningen eller lokalet. For eksempel vurderer de interviewede aktører, at man ofte vil vælge indkapsling, hvis asbesten forekommer i et lukket loftsrum eller kælderrum, der sjældent bliver brugt. Vi kan desuden konkludere, at typen af brugere også bliver en del af beslutningsparameteret i forhold til sundhedshensyn, idet aktørerne foretager en skelnen mellem, hvem der udsættes for risici. Det betyder, at aktørerne skelner mellem, om det er driftspersonale eller andre brugere, der eventuelt kan komme i kontakt med asbesten. Dette gør sig dels gældende i tilfælde, hvor driftspersonalet færdes steder, hvor andre brugere ikke færdes, og kun hvis der skal håndteres rør eller lignende. Dvs. i situationer, hvor der er lille risiko for eksponering, fordi området kun benyttes sjældent og samtidig kun benyttes af driftspersonale, som de interviewede aktører har en forventning om, har viden om færden i nærheden af asbestindkapslede områder. I tilfælde hvor brugerne af lokalet er lærere, elever, patienter eller beboere, som ikke har viden om asbest, vælges i højere grad sanering, idet det vurderes, at der er større risiko for, at disse brugere uforvarende bryder indkapslingen og bliver eksponeret for asbesten.

"Lejligheder eller kælderarealer, hvor der kommer mange beboere, har en høj prioritet, mens et spidsloft, hvor det kun er viceværtten, der kommer lejlighedsvist, har mindre prioritet. (...) Det er en vurdering, men det vigtigste er, at vi ikke udsætter nogen for fare." (Semi-offentlig bygherre)

"Vi har primært ladet asbestisolering sidde pakket grundigt ind i kældre. (...) Det har betydning, hvor rørene sidder. Er der for eksempel et sted hvor kun driftsfolk har adgang, kan asbestisoleringen godt blive siddende et stykke tid, for risikoen for at der går hul er ikke så stor, da driftsfolk har viden om at asbesten skal forblive forseglet. Hvis der sidder tilgængelig asbest i områder, hvor elever, lærere eller befolkning har adgang, skal asbesten fjernes. (...). Man kan ikke have et klasselokale, hvor der er en forsejling med et 'asbest - niks pille'-skilt henover. Men der, hvor der kun kommer 'fagfolk', der kan man oplyse om risikoen og sørge for, at de ikke kommer i berøring hermed." (Offentlig bygherre)

3. Håndværkere og driftspersonales arbejdsmiljø

I de tilfælde, hvor sundhedsbetragtninger spiller en rolle i forhold til driftspersonalet og eventuelle håndværkere, bliver det et spørgsmål om arbejdsmiljøhensyn. I den forbindelse spiller håndværkerne, der skal udføre et renoveringsarbejde, også en vigtig rolle, da deres pres kan være med til at få en bygherre til

at vælge en sanering. Vi kan altså som tidligere nævnt konstatere, at flere oplever, at håndværkerne lægger pres på beslutningen ved at nægte at udføre et arbejde, hvis de af arbejdsmiljømæssige årsager ikke vil arbejde i en bygning med en asbestforekomst eller starte et arbejde op, medmindre der er undersøgt tilstrækkeligt for asbest. Selvom der vil forekomme en øget arbejdsmiljøsundhedsrisiko for håndværkerne fra saneringsfirmaet, der i et givent tilfælde ville skulle udføre saneringen, vil risikoen ved at arbejde i asbest blive fjernet for eftertiden, når der saneres frem for indkapsles. Det betyder også, at foruden at eliminere muligheden for en eksponering for håndværkerne ved det konkrete renoveringsarbejde (udover saneringshåndværkerne), er de langsigtede perspektiver vigtige for håndværkere og driftspersonalets arbejdsmiljø. Dette er centralt, da analysen viser, at driftspersonale og håndværkere ikke nødvendigvis har den fornødne viden til at håndtere en asbestforekomst ordentligt. Selvom driftspersonalet bliver informeret om tilstedeværelsen af en indkapslet asbestforekomst, kræver det tydelig markering for, at informationen ikke blot arkiveres og glemmes. Det sker ifølge de interviewede aktører ofte. Det betyder, at både driftspersonale og håndværkere uforvarende kan komme til at bryde en indkapsling, selvom asbestforekomsten er registreret.

*"Risikoen spiller en væsentlig rolle. Økonomien er måske 30-40%, men sundhedsrisikoen er noget af det vigtigste de har med i overvejelserne. Det kan være håndværkere, som skal skrue op i væggen – at man er sikker på deres arbejdsmiljø."
(Entreprenør)*

"Det var brud på et rør, og det var en elektriker, som gør opmærksom på det og fortæller bygherre. Det er elektrikerens, som ikke vil arbejde i det. Det er fordi han kan se, at der er porøst asbest." (Entreprenør)

Således viser analysen, at de sundhedsmæssige arbejdsmiljørисici der kan være forbundet med at indkapsle en asbestforekomst, har indflydelse på, om aktørerne vælger sanering frem for indkapsling.

4. Langsigtet økonomi

Hvor projektøkonomi ofte taler imod en asbestsanering, kan vi konstatere, at den langsigtede økonomi ofte inddrages som en parameter, der taler for sanering. Flere af de interviewede aktører vurderer, at en sanering er billigere på lang sigt. Det skyldes primært, at en sanering sikrer, at asbestproblematikken ikke dukker op igen på et senere tidspunkt. Det er også et argument, som håndværkere og entreprenører bruger til at overbevise bygherrerne. Derudover synliggør interviews med især private bygherrer, at asbestsanering også kan være med til at øge værdien af deres bygninger, der potentielt kan sælges som 'asbestfri'.

*"Det kan godt være, at det [forsegling eller indkapsling] er billigere her og nu. Men i længden bliver det nok dyrere."
(Privat bygherre)*

"Det er som regel billigere i det lange løb at sanere, fordi værnemidler også er dyrt, og det tager mere tid. Det skal indkøbes, smides væk, affaldssorteres m.m. Og det er

hammer dyrt, fordi vi skal ned i det mange gange. Ved at sanere er vi en gang for alle fri for det." (Semi-offentlig bygherre)

"Jeg mener egentlig, at der burde være en økonomisk fordel i at sige, at vi har faktisk rensset den her bygning, så vi er sikre på, at det er godt - fremfor at pakke asbesten ind. Efterfølgende kan man pille ved bygningen og være hel sikker." (Håndværker)

I nogle tilfælde kan der givetvis være en prisforskel på asbestindkapsling og -sanering i selve renoveringsarbejdet, men den længerevarende udsættelse af bygningens drift ved sanering kan alligevel betyde, at det på lang sigt ikke kan betale sig at sanere. Dette hænger sammen med pointerne diskuteret under 'bygningens drift', som en fremmede faktor for indkapsling.

"Det handler om at få gennemført projekter hurtigt. Hvis vi nedlægger vores forskningsafdelinger i flere måneder, så gør det ondt. Det er lige gyldigt, om jeg bruger 20.000 kroner ekstra på at sanere, men hvis jeg skal lægge laboratoriet ned i en uge ekstra, så gør det ondt. Forskningsresultater - tidsaspektet at skulle bruge mere tid på sådan en opgave er vigtigt. Det er økonomi på den lange bane." (Privat Bygherre)

5. Asbesten er støvende, brudt og lettilgængelig

Analysen viser, at det kan være en motiverende faktor at sanere, hvis asbesten er støvende, brudt og/eller let tilgængelig. At asbesten er lettilgængelig handler dels om at den er nem at sanere, dels om at der nemmere opstår brud på den i dagligdagen, og der derfor er større risici forbundet med at lade den sidde. I den forbindelse kan en asbestforekomst, som er intakt og bunden eller hård, blive saneret på baggrund af en vurdering af, at forekomstens tilgængelighed gør, at den nemt kan blive brudt og støve i fremtiden.

"Typen af skade og materiale har stor betydning for valget. (...) Hvis det havde været loftplader med hård asbest, så er det ikke så farligt [at indkapsle det/at lade det sidde], som når det er en brudt bøjning med støv, du ikke kan se, der er smuldrende og støvende [så vil vi sanere]." (Entreprenør)

"Der var mulighed for at forsegle, men forseglinger holder meget dårligt, og der skal ikke meget til før, der går hul på forseglingen, og så drysser det ned. Vi synes lidt, at forsegling er som at tisse i bukserne. Man kan ikke stole på forseglingen, hvis det er et sted, hvor der kommer folk." (Bygherre)

6. Offentligt kendt sag

Endelig kan vi konstatere, at en sjældnere forekommende beslutningsparameter, som dog kan ende med at have stor betydning for, at der vælges sanering frem for indkapsling er, hvorvidt en asbestforekomst i et renoveringsarbejde er offentligt kendt. Alene risikoen for, at en sag havner i medierne, kan få nogle aktører til at vælge at sanere. Det skyldes en frygt for et skadet image.

"Omdømme betyder noget i forhold til de her ting, så hvis det kommer i medierne, kan det have betydning for beslutningen om sanering vs forsegling." (Rådgiver)

"Jeg kunne lige se overskriften på [avis]: Fix og færdig seniorbolig med os som totalentreprenør, og hele kælderens er indpakket i asbest. Så min holdning er: Pas på man ikke får lavet noget, der får skadet en selv." (Håndværker)

"Vi ville formentlig også have haft en anden sag, hvis det havde været en ejendom i Nordvest, hvor beboerne ikke er lige så ressourcestærke, og hvor medierne og kommunen ikke havde været inde i sagen. I denne sag er vi nødt til at gøre mere for, at der ikke er dårlig omtale i pressen." (Semi-offentlig bygherre)

Det er dog ikke kun, at asbesten bliver kendt i medierne, der har betydning. Også brugernes kendskab til en asbestforekomst kan gøre, at en sanering er nødvendig. Det skyldes, at det er bredt kendt, at asbest er farligt, og derfor vil brugerne ifølge de interviewede aktører også ofte kræve, at asbesten fjernes, selvom de tekniske forhold ved den konkrete asbestforekomst ikke udgør en sundhedsrisiko. Det betyder ifølge flere af de interviewede aktører, at brugerne ikke altid bliver informeret om asbestforekomsten, fordi det kan skabe unødigt frygt.

"Jeg ved ikke, hvordan brugerne er informeret. Men jeg kunne forestille mig, at det var noget man ikke sagde højt. Der er mange ansatte, og så begynder der at gå rygter. Og nogle gange er det nemmere ikke at sige det for højt. For lofterne er ikke farlige, så længe vi ikke piller i det." (Offentlig Bygherre)

"Vi er ikke asbesteksperter, men vi ved mere end medarbejderne, og nogle medarbejdere ville gå i stille panik, over at de sidder i asbesten, selvom vi fortæller dem, at det ikke er farligt. Så jeg ved ikke, hvor bevidst det er, men vi har ikke gået ud og informeret. Nogle gange er medarbejdere med i renoveringsprocessen, og der skjuler vi det ikke for dem. Men vi har ikke lavet bred kampagne." (Privat Bygherre)

Dertil finder vi, at det ville give et incitament til at sanere asbest, hvis det via lovgivningen blev pålagt at registrere alle asbestforekomster i bygningerne i et centralt register, såsom BBR, der var offentligt tilgængeligt. De fleste af de interviewede aktører er enige om, at det ville give et incitament til at sanere frem for at indkapsle asbesten, da det som, en af de interviewede formulerer det *"ville lægge et pres på bygningsejer om at få det fjernet"*. Det skyldes, at offentlig tilgængelig viden om asbest gør, at bygningsejere er bekymrede for, om det kan få betydning for udlejning af bebyggelsen eller salg heraf.

7. Tilsynsordning

Vi kan ligeledes konstatere, at en tilsynsordning på asbestindkapslinger ville være et incitament til sanering. Størstedelen af aktørerne er enige om, at de i højere grad ville vælge en asbestsanering, hvis der var lovkrav om, at de skulle føre tilsyn med de asbestforekomster, som blev indkapslet. Altså et lovkrav om,

at bygherren efter en vis periode skulle få undersøgt, om asbestforekomsten stadig var forsvarligt indkapslet og ikke dryssede eller lignende. Det skyldes især, at det ville øge de økonomiske udgifter ved indkapsling og dermed mindske skellet mellem de to muligheder. Ligeledes fremhæver flere også, at det ville være meningsfuldt, fordi problematikken med gamle indkapslinger, der er brudt eller drysset, eksisterer.

"[Ved en tilsynsordning] ville man tænke mere i at få det fjernet. Så man ikke skal bruge tid og ressourcer på tilsynet. Så er det bedre at få det fjernet. Så vil jeg tænke mere i at lad os i stedet få skiftet de lofter. (...) Også bare på grund af signalværdien... Der er mange brugere. Og hvis de ser dig komme med asbesttilsyn en gang om året, så tænker de alt muligt." (Offentlig Bygherre)

"Lovpligtigt tilsyn ville have betydning for, om man ville sanere, da bygherrer i så fald skulle afsætte tid og økonomi til at gennemgå alle bygninger år efter år. Tilsyn kunne godt være på sin plads, fordi jeg ser så meget forurening rundt om. Det ville blive fanget af et tilsyn". (Rådgiver)

JANUAR 2023

PROJEKT: INDKAPSLING ELLER SANERING AF ASBEST – HVAD ER BEDST? (ASBEST-VALG)

ILLUSTRATIVE CASES



JANUAR 2023

PROJEKT: INDKAPSLING ELLER SANERING AF ASBEST – HVAD ER BEDST?
(ASBEST-VALG)

FASE 3: ILLUSTRATIVE CASES

UDARBEJDET AF: GRY GRUNDTVIG, CARSTEN LASSEN, MORTEN WISMAN
HALKJÆR, LORENZ CARL WÄHLER, LARS PETERSEN (COWI) SAMT MARTIN
NERUM OLSEN (DMA)

PROJEKTNR. A133558 DOKUMENTNR. A133558 -006

VERSION 03

UDGIVELSESDATO
9 JAN 2023

BESKRIVELSE

UDARBEJDET GRGU
/CRL /MWHR /LOCW

KONTROLLERET
GRGU/CRL/JEBC

GODKENDT
GRGU

Forord

Arbejdsmiljøforskningsfonden indkaldte i starten 2020 ansøgninger til en "*Teknisk udredning om indkapsling versus sanering af asbest*". Motivation i indkaldelsen var følgende:

"Indkapsling - herunder indkapsling - af asbest indebærer en potentiel risiko for, at håndværkere, der senere udfører arbejde ved det indkapslede asbest, bliver udsat for asbest i arbejdsmiljøet. Sikker sanering af asbest er et vigtigt alternativ til indkapsling og vil over tid reducere mængden af asbest i bygningsmassen.

I forhold til renovering af asbestholdige bygninger ønskes et projekt om indkapsling af asbest kontra sanering. Studiet vil have til formål at styrke beslutningsgrundlaget for, om der bør saneres eller indkapsles i forbindelse med renovering af den ældre bygningsmasse."

Ønsket om denne tekniske udredning udspringer af *Anbefalinger fra arbejdsgruppen om asbest*: <https://bm.dk/media/7200/anbefalinger-om-asbest-til-beskaeftigelsesministeren.pdf>

Projektet "Indkapsling eller Sanering af Asbest – Hvad er Bedst? (Asbest-valg)" blev i juli 2020 tildelt midler til at gennemføre udredningen. Projektet gennemføres i et samarbejde mellem COWI A/S, Dansk MiljøAnalyse (DMA) og Arbejds- og Miljømedicinsk Afdeling, Aalborg Universitetshospital.

Projektets aktiviteter er følgende:

- > **Opstart og planlægning, herunder kortlægning af eksisterende viden**
- > **Indsamling af erfaringer via interviews med aktører**
- > **Udarbejdelse af illustrative cases, som belyser fordele og ulemper ved hhv. sanering og indkapsling i forskellige situationer**
- > **Udarbejdelse af anbefalinger og formidling**

Denne rapport indeholder en beskrivelse af otte illustrative cases, som belyser fordele og ulemper ved hhv. sanering og indkapsling i forskellige situationer.

Projektet følges af en interessentgruppe, som på tidspunktet for færdiggørelse af denne rapport består af repræsentanter fra: Foreningen af rådgivende ingeniører (FRI), DI Byg, Tekniq Arbejdsgivere, Bygherreforeningen, Dansk Arbejdsgiverforening, Dansk Byggeri, BAT-Kartellet, Blik- og Rørarbejderforbundet, 3F, Konstruktørforeningen og Arbejdstilsynet.

INDHOLD

Forord	3
1 Sammenfatning og konklusion	7
2 anbefalinger	14
3 Undersøgelsens formål og udvælgelse af cases	18
4 Metoder	19
4.1.1 Beskrivelse af cases	19
4.1.2 Vurdering af økonomiske konsekvenser for bygherrer	19
4.1.3 Vurdering af sundhedsmæssige konsekvenser	21
4.1.4 Vurdering af samfundsøkonomiske konsekvenser	30
4.1.5 Vurdering af miljømæssige konsekvenser og eksponering via miljøet	35
5 Bilag med Illustrative cases	37
5.1 CASE 1 - Skifereternit-tag med indhold af asbest	37
5.1.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation	37
5.1.2 Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes	37
5.1.3 Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?	38
5.1.4 Økonomiske konsekvenser for bygherre	39
5.1.5 Sundhedsmæssige konsekvenser	43
5.1.6 Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger	47
5.1.7 Sammenligning af løsninger og diskussion	49
5.2 CASE 2 – Indvendige loftplader med indhold af asbest	52
5.2.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation	52
5.2.2 Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes	52
5.2.3 Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?	53
5.2.4 Økonomiske konsekvenser for bygherre	54
5.2.5 Sundhedsmæssige konsekvenser	57
5.2.6 Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger	61
5.2.7 Sammenligning af løsninger og diskussion	63
5.3 CASE 3 - Afrensning og maling af eternit-tag med indhold af asbest	64
5.3.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation	64

5.3.2	Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes	64
5.3.3	Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?	65
5.3.4	Økonomiske konsekvenser for bygherre	66
5.3.5	Sundhedsmæssige konsekvenser	69
5.3.6	Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger	72
5.3.7	Sammenligning af løsninger og diskussion	74
5.4	CASE 4 – Spartelmasse med indhold af asbest i loftrum	76
5.4.1	Teknisk beskrivelse af renoveringssituation	76
5.4.2	Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes	76
5.4.3	Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?	77
5.4.4	Økonomiske konsekvenser for bygherre	78
5.4.5	Sundhedsmæssige konsekvenser	80
5.4.6	Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger	82
5.4.7	Sammenligning af løsninger og diskussion	84
5.5	CASE 5 – Asbestholdige magnesitgulve	86
5.5.1	Teknisk beskrivelse af renoveringssituation	86
5.5.2	Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes	87
5.5.3	Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?	88
5.5.4	Økonomiske konsekvenser for bygherre	89
5.5.5	Sundhedsmæssige konsekvenser	92
5.5.6	Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger	94
5.5.7	Sammenligning af løsninger og diskussion	96
5.6	CASE 6 – Støv i kælder eller loft med indhold af asbest	97
5.6.1	Teknisk beskrivelse af renoveringssituation	97
5.6.2	Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes	98
5.6.3	Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?	98
5.6.4	Økonomiske konsekvenser for bygherre	99
5.6.5	Sundhedsmæssige konsekvenser	101
5.6.6	Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger	103
5.6.7	Sammenligning af løsninger og diskussion	105
5.7	CASE 7 – Teknisk isolering med indhold af asbest	105
5.7.1	Teknisk beskrivelse af renoveringssituation	105
5.7.2	Bygherre ønsker, at der ikke skal være risiko for brugere af bygningen, da bygherre ikke kan tåle en "dårlig historie". Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes	106
5.7.3	Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?	107
5.7.4	Økonomiske konsekvenser for bygherre	108
5.7.5	Sundhedsmæssige konsekvenser	110

5.7.6	Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger	113
5.7.7	Sammenligning af løsninger og diskussion	114
5.8	CASE 8 – Fliser med asbestholdige fliseklæbere	115
5.8.1	Teknisk beskrivelse af renoveringssituation	115
5.8.2	Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes	116
5.8.3	Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?	117
5.8.4	Økonomiske konsekvenser for bygherre	118
5.8.5	Sundhedsmæssige konsekvenser	121
5.8.6	Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger	124
5.8.7	Sammenligning af løsninger og diskussion	126
6	Referencer	128

1 Sammenfatning og konklusion

Der er som en del af undersøgelsen gennemført en vurdering af bygherrerelaterede konsekvenser af hhv. indkapsling og sanering for otte illustrative cases. De otte cases er udvalgt i samråd med projektets interessentgruppe. Formålet med de illustrative cases er at belyse, hvad der i dag driver valg af renoveringsform (indkapsling eller sanering), når der stødes på en asbestforekomst i bygningsmassen. Det indebærer bl.a. en vurdering af, hvilke omkostninger der er ved de forskellige løsninger på kort og langt sigt, samt de mere langsigtede konsekvenser for sundhed og økonomi.

Der er til brug for undersøgelsen indsamlet oplysninger om konkrete asbestarbejder fra resultater og kontakter fra projektets tidligere faser. For flere af casene har det dog været nødvendigt at tage udgangspunkt i arbejdsgruppens erfaring med tilsvarende arbejder, idet det ikke har været muligt at få detaljerede oplysninger om konkrete cases. For alle cases, har bygherren valgt at sanere, og det har således kun været muligt at opnå få oplysninger om konkrete omkostninger ved en saneringsløsning. Dette har samtidig betydet, at det ikke har været muligt at foretage målinger af effektiviteten af forskellige indkapslingsløsninger.

Der er for alle cases regnet med, at der ved en indkapslingsløsning på langt sigt skal foretages en fjernelse af asbest. Der er desuden for alle cases regnet med at en endelig fjernelse af asbest skal ske, mens bygningen endnu er i brug.

Antagelsen om, at det er mest realistisk, at asbestholdige materialer på sigt skal fjernes, har sit udgangspunkt i den generelle tendens i samfundet til at betragte asbest som uønsket i bygningsmassen. Det var endvidere begrundet i EU-Parlamentets resolution med anbefalinger til Europakommissionen om at udarbejde krav om fjernelse af asbest¹. Dette har dog ikke resulteret i et sådant forslag og Europakommissionen har september 2022 formuleret en pressemeddelelse, som bl.a. indeholder forslag om "...put forward a legislative proposal on the screening and registration of asbestos in buildings. Member States will be asked to develop national strategies for the removal of asbestos"²

Det har til ingen af casene været muligt at få detaljerede oplysninger om, hvordan projektøkonomien og overvejelser om fremtidige udgifter har haft indflydelse på valget af løsning. For de tilfælde, hvor der er valgt en saneringsløsning, kan forklaringen meget vel være, at den langsigtede projektøkonomi ikke har påvirket beslutningen væsentligt.

I alle de undersøgte cases har bygherren valgt en saneringsløsning, selvom den på kort sigt var dyrere end en indkapslingsløsning. De årsager, som nævnes, er bl.a.:

¹ https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0427_EN.html

² Commission acts to better protect people from asbestos and ensure an asbestos-free future. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_5679

- > Fremtidigt drift- og vedligehold fordyres som følge af, at der hver gang skal foretages asbesthåndtering;
- > Der er en risiko for, at der bliver forurenede med asbest, hvis der opstår skader på indkapslingen. Konsekvenserne af dette er meget usikre;
- > Brugere af bygningen er utrygge over at have materialer med indhold af asbest i bygningen. Bygherren ønsker at "rense" sin bygning for sundhedsskadelige stoffer én gang for alle;
- > Bygherre ønsker at optræde miljøbevidst;
- > Foretage sanering af asbest, mens der alligevel skal foretages renovering;
- > Mulighed for andre forbedringer samtidigt, fx. øge isoleringstykkelsen.

I det følgende gennemgås omkostningerne til indkapsling kontra sanering af asbest. Først gennemgås de rent bygherre-relaterede omkostninger og dernæst de samfundsmæssige sundhedsomkostninger.

Bygherre-relaterede omkostninger

Ved beregningerne er de bygherre-relaterede omkostninger tilbagediskonteret til en nutidsværdi ved anvendelse af kalkulationsrenten, som angivet i Finansministeriet vejledning i samfundsmæssige konsekvensvurderinger. Analysen svarer derfor til en budgetøkonomisk analyse.

Resultaterne viser ikke overraskende, at på kort sigt vil omkostningerne til indkapsling for alle cases være mindre end omkostningerne til sanering. Dette resultat er robust, da det er uafhængigt af antagelserne om, hvad der vil ske på langt sigt. Det skal dog bemærkes, at omkostningskønnene for indkapsling er behæftet med væsentlig usikkerhed. Blandt andet vil fremtidige vedligeholdelsesarbejder, hvor der sker brud på de asbestholdige materialer, være dyrere. Det er COWI's og DMA's erfaring, at sådanne brud ofte sker. Det har imidlertid ikke været muligt at vurdere sandsynligheden for sådanne brud, og derved er der formentlig en undervurdering af omkostningerne ved indkapsling.

Mere overraskende er det, at der også på lang sigt vil være færre bygherre-relaterede omkostninger ved at foretage en indkapsling fremfor en sanering selv med en antagelse om, at asbesten senere fjernes, og at de samlede omkostninger dermed vil være større. Dette resultat fås for casene 1, 3, 4, 5, 7 og 8. En væsentlig årsag til dette er, at fremtidige omkostninger til en fjernelse af asbest om 25 år grundet tilbagediskonteringen vil bidrage mindre til de beregnede bygherre-relaterede omkostninger end en fjernelse af asbesten i dag.

For nogle af casene er forskellen ikke kun en konsekvens af denne tilbagediskontering. I de to cases med tagrenovering (1 og 3) regnes der med, at det nye tag, som etableres ved saneringen, skal skiftes om 25 år, på samme tidspunkt, som det regnes med, at det indkapslede tag skal skiftes. I disse cases, er der ved en sanering en række foranstaltninger til stillads og overdækning, som

betyder at forskellen mellem de to løsninger bliver ekstra stor. I begge tilfælde er der regnet med, at der under taget er isolering og plader der sikrer, at der ikke sker væsentlig asbestforurening af loftsrummet under taget. Der er desuden regnet med, at der ikke sker væsentlige ændringer af brugen af loftsrummet. Sammenligningen mellem de to scenarier må regnes at være væsentlig anderledes, hvis disse to forudsætninger ikke var opfyldt. Ved indkapslings-løsningen ville ethvert senere arbejde, der involverede gennembrud af taget, blive væsentlig dyrere.

Som nævnt har bygherren i de undersøgte cases valgt en saneringsløsning, også selvom de budgetøkonomiske beregninger indikerer, at en indkapslingsløsning ville være billigere, hvilket viser, at det er andre forhold der har vægtet højere for bygherrens valg. Disse forhold er beskrevet ovenfor.

For to af casene viser beregningerne, at de samlede omkostninger er lavere ved en sanering. I case 2 "Indvendige loftplader med indhold af asbest " og case 6 "Støv i kælder eller loft med indhold af asbest" er omkostninger til selve indkapslingen så store i forhold til sanering, at saneringsløsningen på trods af tilbagediskonteringen af fremtidige udgifter bliver billigere end indkapslingsløsningen.

Tabel 1 Samlede bygherre-relaterede omkostninger og samfundsøkonomiske omkostninger tilbagediskonteret til nutidsværdi. For sundhedsmæssige omkostninger angives desuden de kumulerede samfundsmæssige sundhedsmæssige omkostninger uden diskontering.

Case	Samlede bygherrerelaterede omkostninger Nutidsværdi (2022), kr.			Samfundsøkonomiske sundheds- omkostninger Nutidsværdi (2022), kr. I parentes (): kumulerede samfundsmæssige sund- hedsmæssige omkostninger, kr.	
	Indkapsling kort sig	Indkapsling (inkl. sane- ring se- nere)	Sanering nu	Indkapsling (inkl. sane- ring senere)	Sanering nu
1 - Skifereternit-tag med indhold af asbest	1.152.482	1.269.206	2.162.649	12 (71)	10 (35)
2 – Indvendige loftplader med indhold af asbest	174.060	255.098	147.279	21 (127)	17 (56)
3 - Afrensning og maling af eternittag med indhold af asbest	97.280	226.802	786.418	3 (17)	13 (16)
4 – Spartelmasse med indhold af asbest i loftrum	11.264	27.957	42.789	38 (251)	35 (115)
5 – Asbestholdige magnesitgulve	5.280.000	9.456.853	9.802.445	682 (3.672)	1.013 (3.485)
6 – Støv i kælder eller loft med indhold af asbest	123.724	222.648	140.800	3,5 (14)	0,2 (0,6)

Case	Samlede bygherrerelaterede omkostninger Nutidsværdi (2022), kr.			Samfundsøkonomiske sundheds- omkostninger Nutidsværdi (2022), kr. I parentes (): kumulerede samfundsmæssige sund- hedsomkostninger, kr.	
	Indkapsling kort sig	Indkapsling (inkl. sane- ring se- nere)	Sanering nu	Indkapsling (inkl. sane- ring senere)	Sanering nu
7 – Teknisk isolering med ind- hold af asbest	96.000	239.565	368.000	69 (361)	83 (268)
8 – Fliser med asbestholdige fli- seklæbere	337.920	712.166	3.467.171	76 (396)	111 (369)

Usikkerheder. Der er en lang række usikkerheder ved beregningerne og resultaterne er desuden afhængig af de konkrete situationer som eksempelvis fremtidige ændringer af brugen af bygningerne og fremtidige arbejder, der involverer de indkapslede asbestholdige materialer. Resultaterne skal derfor tages med væsentlige forbehold.

For alle cases gælder det, at en indkapslingsløsning vil indebære, at fremtidige vedligeholdelsesarbejder, der omfatter gennembrud af de asbestholdige materialer, vil være dyrere, i det omfang at håndværkere, der foretager arbejderne, er opmærksomme på forekomsten af asbest. Det er både COWIs og DMAs erfaring, at sådanne vedligeholdelsesarbejder og brud på indkapslinger ofte forekommer, men der har til ingen af casene været et tilstrækkeligt erfaringsgrundlag til at vurdere, hvad sandsynligheden er for, at der sker et brud på indkapslingen; eksempelvis ved gennemboring af et indkapslet loft eller reparation på en indkapslet rørinstallation. Herved er der en systematisk undervurdering af omkostningerne ved indkapsling, og det kan ikke afvises, at dette kan have en væsentlig indflydelse på sammenligningen mellem de to løsninger i de tilfælde, hvor der vil være behov for mere omfattende arbejder.

Det antages i beregningerne, at der ved en indkapslingsløsning senere vil skulle foretages en sanering inden for et tidsrum på maksimalt 25 år. Hvis der ikke kommer et egentlig krav om at fjerne asbest fra bygninger i forbindelse med renoveringsarbejder, vil de asbestholdige materialer kunne forblive i bygningen i en længere periode og dette vil betyde, at omkostningerne ved indkapslingsløsningen vil blive betydeligt mindre. Til gengæld er det ved beregningerne antaget, at omkostninger til senere sanering af de asbestholdige materialer svarer til omkostningerne i dag. Det kan ikke afvises, at der i fremtiden vil være yderligere krav så som yderligere inddækning af saneringsområdet, øgede autorisations- og dokumentationskrav eller krav om brug af mere effektive værnemidler, som vil kunne øge de samlede omkostninger ved indkapslingsløsningen. Mulige øgede priser for deponering af asbestholdigt affald vil have en tilsvarende effekt.

Der er i alle cases regnet med at bygningen stadig er i brug, når en endelig sanering af de asbestholdige materialer finder sted. I de tilfælde, hvor hele bygningen i stedet fjernes skal der ved nedrivning tages næsten samme forholdsregler som ved en sanering. Det vil i de fleste tilfælde næppe ændre væsentligt på de beregnede omkostninger.

Samfundsmæssige sundhedsomkostninger

For hver case er der gennemført en vurdering af de samfundsøkonomiske konsekvenser, som fokuserer på omkostninger forbundet med forventet sygdom og død som følge af asbesteksponering. Formålet med disse beregninger er at kunne sætte de langsigtede samfundsøkonomiske konsekvenser i relation til de virksomhedsøkonomiske omkostninger af de forskellige løsninger og belyse, hvad det ville betyde for bygningsejernes beslutninger, hvis bygherren i større omfang inddrager langsigtede konsekvenser for sundhed og samfundsøkonomi.

I vurderingen af de samfundsøkonomiske konsekvenser er der taget udgangspunkt i Finansministeriets vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger¹. De samfundsøkonomiske konsekvenser af eksponeringen for asbest er beregnet på grundlag af den samlede kumulerede eksponeringstid for asbestfibre, eksponeringskoncentrationen, dosis-respons³ sammenhænge til beregning af antal sygdomstilfælde, samt samfundsmæssige omkostninger pr. sygdomstilfælde.

Der er på den basis beregnet to værdier, som fremgår af ovenstående tabel:

- > De samfundsøkonomiske omkostninger tilbagediskonteret til nutidsværdi beregnet efter Finansministeriets vejledning.
- > De kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger uden tilbagediskontering.

I alle cases er det beregnede antal sygdomstilfælde større for indkapslingsløsningen end for saneringsløsningen. Da de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger uden tilbagediskontering er direkte afhængig af det samlede antal sygdomstilfælde, er de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger ligeledes større for indkapslingsløsningerne.

Ved beregning af de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger foretages en tilbagediskontering, og det er derfor af betydning, hvornår sygdomstilfældene og de dermed forbundne omkostninger indtræffer. Da indkapslingsløsningen udskyder, hvornår hovedparten af sygdomstilfældene indtræffer, er konsekvensen, at de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger generelt er mindre for indkapslingsløsningerne end for saneringsløsningerne.

Som eksempel er det i casen med indkapsling af tag beregnet, at de samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger (uden tilbagediskontering) for

³ Dosis-respons sammenhængen udtrykker sammenhængen mellem risikoen for at udvikle en sygdom og den dosis af, som man har været udsat for.

sanerings- og indkapslingsløsningen er på henh. 71 og 35 kr., mens de tilbage-diskonterede samfundsøkonomiske omkostninger for de to løsninger er beregnet til henh. 12 og 10 kr.

Uanset beregningsmetode er de beregnede samfundsmæssige sundhedsomkostninger minimale i sammenligning med de bygherre-relaterede omkostninger. Det vil derfor ud fra en snæver økonomisk betragtning ikke have nævneværdig betydning, hvis bygherren inddrager samfundsmæssige sundhedsomkostninger i overvejelserne om sanering vs. indkapsling. Selvom de samfundsøkonomiske omkostninger for de enkelte cases er små sammenlignet med bygherrernes omkostninger, kan de samlede samfundsøkonomiske omkostninger knyttet til alle aktiviteter med asbestholdige materialer i Danmark godt være betydelige, men det har været uden for rammerne af denne undersøgelse at estimere disse.

Usikkerheder. Der er en række usikkerheder knyttet til beregningen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. De største usikkerheder vurderes at være knyttet til den anvendte dosis-respons relation og eksponeringskoncentrationerne. De benyttede mål for betalingsvillighed er naturligvis behæftet med en vis usikkerhed, men værdierne er generelt veldokumenterede og anerkendte i samfundsøkonomiske vurderinger.

Hvad angår dosis-respons relationen er der benyttet en dosis-respons sammenhæng fra en evaluering af Arbejdstilsynets videnskabelige kvalitetsudvalg, VKU, som er benyttet som baggrund for fastsættelse af den nye danske grænseværdi for asbest. Brug af denne dosis-respons relationen resulterer i flere beregnede sygdomstilfælde end den dosis-respons sammenhæng, der er udviklet af EUs risikovurderingskomite (RAC), og anvendt i nylig EU vurdering af konsekvenser af indførelse af en ny grænseværdi for asbest på EU plan.

Dosis-respons relationen vedrører risikoen for udvikling af lungekræft og lungehindekræft (mesoteliom). Disse kræftformer vurderes at udgøre omkring 90% af den samlede forekomst af kræft forårsaget af udsættelse for asbest. De beregnede antal sygdomstilfælde og de deraf afledte omkostninger vil derfor kunne være systematisk underestimeret med ca. 10%. Da usikkerheden på beregningerne under alle omstændigheder er væsentligt større end 10%, er der ikke gjort forsøg for at korrigere for forekomsten af andre kræftformer.

De anvendte eksponeringskoncentrationer i arbejdsmiljøet vurderes at være realistiske worst case koncentrationer, som i mange tilfælde er højere end de nuværende danske grænseværdier. De faktiske koncentrationer kan meget vel være lavere. Der er som udgangspunkt anvendt ældre danske undersøgelser eller udenlandske undersøgelser. De anvendte beskyttelsesfaktorer for ånde-drætsværn er desuden lavere end de faktorer, der oftest anvendes i Danmark, hvilket indebærer, at de beregnede effektive indåndingskoncentrationer bliver højere. Både en ældre dansk undersøgelse og udenlandske undersøgelser viser, at den effektive beskyttelse af udstyret er betydeligt lavere end den angivne effektivitet af filtret, og for at undgå en underestimering af den faktiske eksponering, er der benyttet de lavere værdier baseret på udenlandske undersøgelser. Samlet vurderes det derfor, at den samlede eksponering snarere er overestimeret end underestimeret.

Der er stor usikkerhed forbundet med den mulige eksponering for indkapslet asbest ved indkapslingsløsningerne, fordi det vil afhænge af, hvilke arbejder der vil foretages i perioden indtil den endelige sanering. Desuden vil eksponeringen være afhængig af, om de involverede håndværkere er opmærksomme på, at der er asbest under indkapslingen og anvende værnemidler. Det kan ikke afvises, at der i nogle tilfælde vil kunne være betydelig større samlet eksponering i denne periode, end der her er regnet med. Det vurderes dog ikke at ændre væsentligt på, at de samfundsøkonomiske omkostninger af eksponeringen ved alle scenarier er langt lavere end de virksomhedsøkonomiske omkostninger. Dog vil det kunne øge den samlede eksponering ved en indkapslingsløsning sammenlignet med sanering. Der er generelt regnet med, at eksponering af brugere i bygningen efter en indkapslingsløsning vil være ubetydelig, da formålet med indkapslinger netop er at undgå den eksponering for asbest, der ellers ville kunne forekomme.

Det vurderes samlet, at de samfundsøkonomiske sundhedsmkostninger af eksponeringen af arbejdstagerne og brugere ved de konkrete cases er meget små sammenlignet med de samlede erhvervsøkonomiske omkostninger af henh. sanering eller indkapsling.

Det vurderes ligeledes, at den samlede eksponering på lang sigt ved en indkapslingsløsning - under den nuværende lovgivning - vil være mindst dobbelt så stor som eksponeringen ved en saneringsløsning.

2 anbefalinger

I nedenstående præsenterer vi en række anbefalinger til

- 1) hvad der i forskellige situationer ved rådgivernes vurdering, kan anses for et hensigtsmæssig valg mellem indkapsling og sanering. Dette vil også inddrage erfaringer fra de tidligere faser i projektet. Det kan fx. være praktiske hensyn (tid, hvor beboere, patienter, medarbejdere m.m. ikke kan benytte faciliteterne). Desuden inddrages en subjektiv sandsynlighed for, at der ved en indkapsling sker utilsigtede brud på den indkapslede asbest.
- 2) bedst egnede indkapslinger, samt hvilke foranstaltninger som kan træffes for at undgå utilsigtede brud på forseglinger. Herunder hvorledes indkapsling bedst kan foretages for at minimere sundhedsmæssige, økonomiske og samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med senere sanering/bortskaffelse. Herunder hvilke foranstaltninger, som kan træffes for at forebygge eksponering og uønskede omkostninger på et senere tidspunkt.

Ved indkapslinger er den generelle anbefaling, at der altid skal foretages tydelig markering af det forseglede materiale (asbestskilt/-tape).

Tabel 2 *Anbefalinger i forhold til valg mellem indkapsling og sanering.*

	Situation	Anbefaling
1.	Asbesttag, udlejringsetageejendom	<p>I casen forudsættes at loftrummet er afskærmet fra tagbelægningen med gipsplader. eksempelvis hvis loftrummet er udnyttet til beboelse. Ved en sanering vil asbeststøv derfor ikke spredes til loftrummet.</p> <p>Ved indkapslingsløsningen vil der kun være risiko for spredning af asbeststøv i loftrummet ved efterfølgende arbejder på og gennem taget. Bygningsejeren kan fjerne denne risiko ved at oplyse om indhold af asbest i taget overfor den håndværker, som skal foretage indgrebet i tagfladen. Håndværkeren skal fjerne tagbelægningen udefra, så asbeststøvet holdes på ydersiden af gipsbeklædningen.</p> <p>Håndværkeren vil udsættes for en vis risiko.</p> <p>Anbefalingen vil derfor bero på bygningsejerens vurdering af fremtidig brug af loftetagen, og om der kommer til at ske flere gennembrydninger i restlevetiden på 25 år.</p> <p>Hvis casen er en bygning med udnyttet tagrum vil en indkapslingsløsning betyde større risiko for efterfølgende spredning af asbeststøv. Både gennem vedvarende drys fra de gamle skiffer-eterinitplader og ved efterfølgende arbejder på og gennem taget. I dette tilfælde anbefales saneringsløsningen.</p> <p>Det anbefales, at tagrum skiltes med "asbest". Hvis der pålægges nye materialer ovenpå asbestholdige, anbefales det, at der lægges asbestmarkering mellem materialerne, således at denne skiltning kommer til syne, hvis de brydes. Det anbefales yderligere, at der påsættes skilte udvendig på tagkonstruktion med "asbest".</p>

2.	Loftplader	<p>Indkapslingsløsningen anbefales kun benyttet i tilfælde, hvor lokalet indeholder udstyr, som er ømfindtligt over for støv, og som samtidig ikke kan flyttes til anden lokalitet.</p> <p>Indkapslingsløsningen kan ligeledes anvendes, som midlertidig løsning i en lokalitet, hvor der er brug for en stærkere overflade, som kan modstå slag mm. F.eks. gymnastiksal eller andre steder hvor der spilles bold.</p> <p>Der er set eksempler på, at lofter er markeret med skilte med påskrift om asbestindhold, således at risiko for uheldige hændelser minimeres. Dette anbefales ved denne løsning.</p>
3.	Asbesttag, privatperson	<p>Den beskrevne indkapslingsløsning ved afrensning og efterfølgende overfladebehandling af taget har en begrænset effektiv levetid i forhold til indkapsling af asbest. Løsningen skal derfor gentages en eller flere gange i tagets restlevetid.</p> <p>Bygningsejeren kan anbefales at benytte løsningen, hvis ejeren ønsker at udskyde omkostningerne til udskiftning af taget. Ejeren kan f.eks. have planer om en større renovering af bygningen inden for en nærmere årrække.</p> <p>COWI vurderer, dog uden nærmere undersøgelser, at det under rengøringen/spulingen af taget er usikkert, at der ikke spredes asbestfibre til luften. Usikkerheden opstår især ved spuling af tagryg og tagkanter langs gavle.</p>
4.	Spartelmasse	<p>Indkapslingen er brugbar under forudsætning af, at bygnings-ejeren registrerer spartelmassen, så eventuelle fremtidige arbejder i loftrummet eller gennembrydninger af dækket i loftrummet gennemføres med nødvendige foranstaltninger.</p> <p>Det anbefales, at alt der forsegles med overfladeforsegler skiltes, således at det visuelt er tydeligt, at der er foretaget en forsegling.</p>
5.	Asbestholdige gulve	<p>Da der findes flere forskellige typer af gulve med asbestindhold, afhænger anbefalinger af dette.</p> <p>Magnesitgulve uden belægning anbefales altid fjernet, da der er tale om store asbestforekomster, og da skader og stand på disse gulve ofte er betragtelige/dårlige.</p> <p>Gulve, hvor asbest sidder under en belægning, kan forsegles – men skal dog så betragtes som fliseklæber-anbefalingen (se herunder).</p> <p>Der er set eksempler på, at gulve er markeret med skilte med påskrift om asbestindhold, således at risiko for uheldige hændelser minimeres. Dette anbefales ved denne løsning.</p>
6.	Asbeststøv	<p>Sanering anbefales generelt, da der er tale om støv, der kan hvirvles op. Indkapsling er en mulighed, hvis støv forefindes på svært tilgængelige steder (samlinger eller snævre rum/sprækker) eller på meget porøse overflader. Her kan der anvendes forsegling/binding af fibre/støv, men man skal være opmærksom på, at forsegling kan forhindre fugttransport og være skrøbelig samt at binding muligvis har en begrænset levetid.</p> <p>Det anbefales at alt, der forsegles med overfladeforsegler, skiltes således, at det visuelt er tydeligt, at der er foretaget en forsegling.</p>

7.	Fliseklæber	<p>Ved arbejder med fjernelse af fliser anbefales sanering altid.</p> <p>Ved arbejder med mindre arbejder i/på fliser (boringer for bæringer eller mindre rørgennemføringer) kan forsegling benyttes. Her anbefales det, at håndværkere, der skal udføre arbejdet, informeres om asbestindholdet.</p> <p>Fuld indkapsling af fliser med nye fliser udenpå ældre med asbestholdig fliseklæb anbefales ikke. Risiko for senere forkert håndtering af det asbestholdige materiale vurderes for stor, da historik oftest glemmes, og da tydelig markering af indkapslet asbestholdigt materiale ikke er muligt.</p>
8.	Teknisk isolering	<p>Indkapsling kan foretages i tilfælde, hvor bruddet på isoleringen opdages på et tidspunkt, hvor der ikke er en renovering af rør i gang eller, hvor der ikke er brud på isoleringen, der har medført en spredning af asbest til omkringliggende omgivelser.</p> <p>Sanering anbefales under alle andre forhold.</p> <p>Det anbefales, at al indkapsling markeres tydeligt med skilte/tape med teksten "asbest" således at uønskede hændelser undgås.</p>

Tabel 3 *Anbefalinger til bedst egnede indkapslinger og foranstaltninger for at undgå brud samt forebygge fremtidig eksponering og uønskede omkostninger*

	<p>Anbefaling</p> <p>Generel markering/skiltning af indkapslede asbestholdige materialer anbefales altid</p>
1.	Den beskrevne metode kan anvendes. Det frarådes at indkapsle ved at lægge ny tagpap oven på eksisterende skifereternit, da de to materialer ikke vil kunne adskilles ved en senere sanering.
2.	Indkapsling af et asbestholdigt loft skal registreres på en måde, så risikoen for utilsigtet gennembrud af asbestloftet minimeres.
3.	Ingen
4.	Spartelmassen skal tildækkes, så almindeligt slid på spartelmassen undgås. Indkapslingen er brugbar under forudsætning af at bygningsejeren registrerer spartelmassen, så eventuelle fremtidige arbejder i loftrummet eller gennembrydninger af dækket i loftrummet gennemføres med nødvendige foranstaltninger.
5.	Pålægning af ny gulvbelægning ovenpå gammel asbestholdig, uden af den gamle belægning brydes/bearbejdes.
6.	Benyttelse af forsegling-/binderprodukt, der er teknisk egnet ift. den/de overflader og konstruktion hvorpå det påføres.

7	Opsætning af ny flisebeklædning ovenpå gammel asbestholdig ,uden af den gamle beklædning brydes/bearbejdes.
8.	Indkapsling bør foretages med en hård kappe, som kan tåle slag uden at der kommer brud.

3 Undersøgelsens formål og udvælgelse af cases

Formål

Formålet med de illustrative cases er at belyse, hvad der i dag driver valg af renoveringsform (indkapsling eller sanering), når der stødes på en asbestforekomst i bygningsmassen, og hvad det ville betyde, hvis bygherrerne i større omfang inddrager langsigtede konsekvenser for sundhed og økonomi.

Af Arbejdsmiljøforskningsfondens udbud fremgår følgende for denne fase. *"I tredje fase præsenteres en række cases, der med afsæt i fase et og to adresserer de overvejelser, der er relevante at have med, når der skal træffes beslutning om at sanere eller indkapsle. Det vil være en hoveddel af de beskrevne cases at adressere økonomien knyttet til indkapsling i forhold til sanering, både på kort og på lang sigt."*

Udvælgelse af cases

På basis af de indsamlede erfaringer i fase 1 og 2 og erfaringer opsamlet i det parallelle AMFF-asbestprojekt, er der udarbejdet en opdateret liste over beslutningsparametre.

Der blev i november 2021 udarbejdet forslag til en række repræsentative cases, til nærmere undersøgelse i fase 3. Disse cases dækkede bredt i forhold typer af installationer, typer af bygninger, typer af asbestforekomst og typer af ejerforhold, hvor der er overvejet indkapsling kontra sanering af asbestmaterialer. Dette omfatter lofter, tage, ventilationsrør, varmerør, gulve, fliser og facader. Denne liste blev i december 2021 forelagt undersøgelsens interessentgruppe på et analyseseminar, hvor også den foreløbige analyse af de 20 interviews blev præsenteret. Der blev på basis af dette i samråd med følgegruppen udvalgt otte cases, som er beskrevet i denne rapport.

4 Metoder

4.1.1 Beskrivelse af cases

For hver case er der foretaget en teknisk beskrivelse og analyse. Disse beskrivelser tager, så vidt det har været muligt, udgangspunkt i den konkrete erfaringsopsamling i fase 1 og 2, suppleret med yderligere kontakt med bygherrer og andre interessenter involveret i den konkrete case samt projektgruppens egne erfaringer på området.

Der er for de enkelte cases fokuseret på de definerende og praktiske beslutningsparametre samt de omkostningstyper, der vurderes at være de væsentligste for valget mellem hhv. indkapsling og sanering. Ved fastsættelse af omkostninger er der så vidt muligt indhentet faktiske omkostninger. I det omfang, det ikke har været muligt at indhente faktiske omkostninger, er disse anslået af specialister hos COWI og Dansk Miljøanalyse på basis af erfaringer fra andre reoveringsopgaver. Det er ved beskrivelsen af casene angivet, i hvilket omfang omkostninger er anslået på basis af generel erfaring. For flere af casene har det været nødvendigt at udarbejde en række realistiske antagelser for forhold, som det ikke har været muligt at få detaljerede oplysninger om. Det kan eksempelvis dreje sig om den præcise placering af isoleringsmateriale i forhold til de asbestholdige materialer.

For beskrivelsen af, hvad der vil ske på længere sigt, er der i alle cases taget udgangspunkt i generelle erfaringstal; eksempelvis vedrørende materialernes levetid.

4.1.2 Vurdering af økonomiske konsekvenser for bygherrer

De økonomiske konsekvenser for bygherrer vedrører i denne analyse i udgangspunktet de projektrelaterede omkostninger ved reoveringen, og afhænger af, om bygherrer vælger saneringsløsningen eller indkapslingsløsningen. De økonomiske konsekvenser er i denne analyse analyseret og anskuet ud fra bygherrens perspektiv.

De økonomiske konsekvenser ved indkapsling vs. sanering kan derfor analyseres ved at beregne de forventede omkostninger ved hver type af tiltag. Omkostningerne opgøres og værdifastsættes årligt hen over tiltagens levetid.

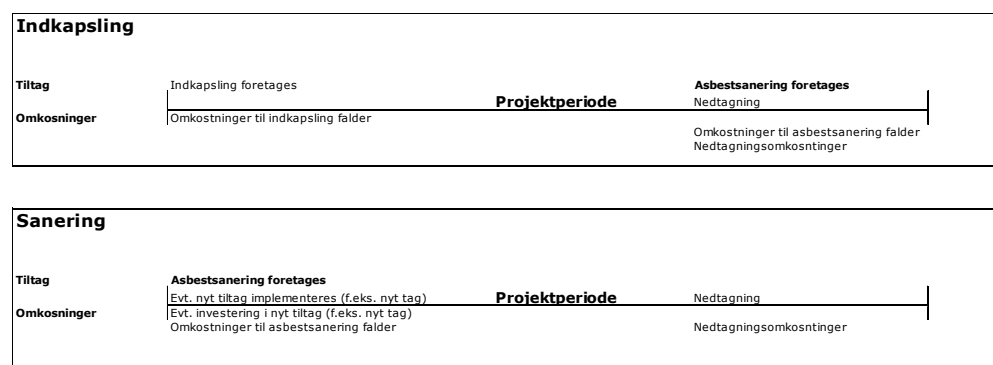
Vurderingen af, hvilket tiltag der er mest rentabelt, kan analyseres ved at sammenholde nutidsværdien af projekterne for hver type af tiltag.

Nedenfor beskrives nogle af de beregningsforudsætninger, som er lagt til grund for den bygherrerelaterede, økonomiske analyse:

- > Den samlede projektøkonomi evalueres over en projektperiode, som svarer til levetiden for indkapslingsløsningerne.
- > Asbest behandles som farligt affald og fragtes til deponi.

- > Projektets omkostninger tilbagediskonteres til en nutidsværdi ved anvendelse af kalkulationsrenten, som angivet i Finansministeriet vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger (Finansministeriet, 2017; Finansministeriet, 2021). Analysen svarer derfor til en budgetøkonomisk analyse.
- > Der regnes i faste priser og i markedspriser, og priserne omregnes, hvor det er nødvendigt, til markedspriser ved anvendelse af Nettoafgiftsfaktoren, som angivet i nyeste version af Finansministeriet vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger.
- > I de cases, hvor det vurderes, at investeringen foretages af en offentlig aktør (f.eks. en offentlig bygningsejer), er der medregnet et samfundsøkonomisk skatteforvridningstab af investeringen på 10 %, jf. Finansministeriet.
- > Der regnes på de direkte projektrelaterede omkostninger og investeringer, dvs. primært investeringer i renoveringen (fx etablering af nyt tag), fjernelsesomkostninger og omkostninger til behandling af farligt affald (deponi) og evt. drift- og vedligeholdelsesomkostninger.
- > I den bygherrerelaterede, økonomiske analyse inddrages eksternaliteter og værdisætningen heraf ikke. Konkret betyder det, at de omkostninger, som samfundet har på længere sigt ved, at nogle bygningsarbejdere er blevet eksponeret for asbest og risikerer at udvikle kræft, ikke indgår i denne delanalyse. De samfundsmæssige sundhedsrelaterede omkostninger vil blive analyseret i det andet afsnit særskilt.
- > Det er antaget, at der, efter endt levetid for indkapslingsløsningen, foretages en sanering. Omkostninger hertil medtages i analysen.

I figuren nedenfor ses en illustration af projektperioden for henholdsvis indkapslingstiltaget og saneringstiltaget.



Som det ses af figuren, foretages saneringen for begge typer af tiltag. Forskellen er, at ved saneringsløsningen foretages saneringen i starten af perioden, hvorimod ved indkapslingsløsningen foretages saneringen i slutningen af

projektperioden (f.eks. når et indkapslet asbesttag skal nedtages). Fælles for begge løsninger gælder, at der er medtaget saneringsomkostninger. Efter endt levetid for begge typer af tiltag er asbesten og øvrigt affald derfor bortskaffet, og der er derfor ikke 'afledte' omkostninger som 'bæres' med ind i en ny projektperiode/ved en ny investering.

Udskydelsen af asbestsaneringen til slut i projektperioden, som er tilfældet ved indkapsling, har i den budgetøkonomiske analyse den implikation, at saneringsomkostningerne ved indkapsling har en lavere samlet nutidsværdi end hvis saneringen bliver foretaget i starten af perioden. Dette skyldes, at der foretages diskontering i den bygherrerelaterede, økonomiske analyse ved anvendelse af den samfundsøkonomiske rente (jf. FM).

Andre omkostninger og potentielle gevinster

Den økonomiske analyse er – i denne undersøgelse – afgrænset til selve omkostningerne i byggefasen, og i forbindelse med sanering efter endt levetid. Der kan dog også være andre omkostninger og potentielle gevinster for bygherrer, som kan være relevante at tage i betragtning, når valget står mellem enten indkapsling eller sanering. Fælles for disse omkostninger og potentielle gevinster er, at de skal evalueres over en længere tidshorisont, og at de i udgangspunktet ikke kan opgøres. Derfor er de ikke medtaget i analysen. I det følgende beskrives nogle af de øvrige omkostninger og potentielle gevinster.

- > Værdistigning af ejendommen som følge af forbedringer. Størrelsen af den potentielle værdistigning af ejendommen kan dog være svær at fastsætte og vil i praksis afhænge af mange faktorer, f.eks. ejendommens generelle stand, beliggenhed mm. Faktorer såsom ejendommens generelle stand, beliggenhed og potentiel værdistigning vil være betydelige beslutningsparametre, når en offentlig eller privat bygherrer skal træffe beslutning om valget mellem indkapsling og sanering.
- > Potentiel kortere levetid og forøget risiko for brand ved indkapsling [indsæt reference]: Indkapsling, hvor man eksempelvis lægger et nyt tag ovenpå det gamle tag, har den ulempe, at man i udgangspunktet ikke ved, hvilken stand tagkonstruktionen er i og dermed øges risikoen for spredning af ilden i tilfælde af en brand.

4.1.3 Vurdering af sundhedsmæssige konsekvenser

De valg, der tages med hensyn til henholdsvis sanering eller indkapsling, vil kunne have sundhedsmæssige konsekvenser for involverede håndværkere, driftspersonale og brugere af bygningen. Disse sundhedsmæssige konsekvenser vil i sidste ende lede til økonomiske konsekvenser for samfundet i det omfang, at de eksponerede personer udvikler sygdom og i yderste konsekvens dør af eksponeringen.

De samfundsøkonomiske konsekvenser af eksponeringen af de forskellige grupper for asbest vil blive beregnet på grundlag af følgende:

- > Samlet kumuleret eksponeringstid for asbestfibre beregnet på grundlag af antal eksponerede og eksponeringstid.
- > Eksponeringsniveau angivet som 8-timers tidsvægtet gennemsnit (8-h TWA) for eksponering i arbejdsmiljøet.
- > Dosis-respons sammenhænge (Exposure-Risk Relationships), som anvendes til at beregne, hvor mange sygdomstilfælde den samlede kumulerede eksponering vil give anledning til.
- > Samfundsmæssige omkostninger pr. sygdomstilfælde, som bl.a. afhænger af, hvor behandlingskrævende tilfældene er, og i hvilket omfang de giver anledning til for tidlig død.

Relationen mellem asbestudsættelse og sundhedsrisici afhænger af den kumulerede eksponering for asbestfibre. Data, der beskriver asbestudsættelsens størrelse ved sanerings- og indkapslingsarbejde, vil kunne angive, om der foreligger en sundhedsrisiko ved arbejdets udførelse.

Som det fremgår af rapport fra litteraturstudie (Fase 0 rapport) er risiko for asbestrelateret sygdom en funktion af den samlede asbesteksponering. Pga. lange latenstider for asbestrelaterede sygdomme pågår eksponering i mange år inden påvisning af eventuel sygdom. Som det fremgår nedenfor angående dosis-respons forhold regnes der i denne analyse med, at der ved de relevante eksponeringskoncentrationer er en lineær sammenhæng mellem antal sygdomstilfælde og eksponeringsdoser uden en nedre grænse for eksponering.

Dosis-responsrelationerne er baseret på personer eksponeret for asbestfibre hele deres arbejdsliv på 40 år. For at kunne anvende beregningsformlerne er det nødvendigt at kende den gennemsnitlige eksponeringskoncentration og hvor mange personer, der er eksponeret i hvor lang tid.

For at forenkle beregningen er der for hver case og eksponeringssituation (med samme eksponeringskoncentration) angivet, hvor mange personer der eksponeres og hvor længe. På den basis er der for arbejdstagere beregnet antal personår med eksponering ud fra formlen:

$$\text{Antal personår} = \text{antal personer} * \text{antal dage} / 225$$

idet der regnes med at et arbejdsår er på 225 arbejdsdage.

For beboere og andre brugere af bygningen er der alt efter eksponeringssituationen anvendt en tilpasset formel, som er angivet for de enkelte cases.

Dosis-respons relationerne er baseret på de koncentrationer, som arbejdstageren faktisk udsættes for, dvs. koncentrationen i indåndingszonen i situationer, hvor der ikke anvendes åndedrætsværn. For at fastsætte den effektive eksponeringskoncentration, som arbejdstagerne udsættes for, er det derfor nødvendigt at tage højde for, at der eventuelt anvendes åndedrætsværn.

Koncentrationen i arbejdsmiljøet vil derfor beregnes ud fra formlen:

$$\text{Effektiv koncentration} = \text{koncentration i luften} * \text{beskyttelsesfaktor}$$

Der skal i følge Arbejdstilsynets vejledning om asbest som minimum anvendes åndedrætsværn af typen P2 ved asbestarbejde (AT, 2019). Der er ved beregningerne anvendt følgende beskyttelsesfaktorer for filtrerende åndedrætsværn, som angivet af Arbejdstilsynet⁴:

Masketype \ filter	P2	P3
Halvmaske	10	50
Helmaske	16	1000

Det angives i vejledningen, at udstyr med turboenhed (blæser) har varierende beskyttelsesfaktor afhængigt af udstyrets udformning, og vejledningen angiver ikke en værdi.

Der er kun fundet en dansk undersøgelse af den effektive beskyttelsesfaktor for udstyr med turboenhed. Bælum og Staun, (1989) målte for forskellige typer af arbejde koncentrationen uden for og under masken. Ved arbejdet blev der benyttet heldækkende beskyttelsesdragt og helmaske af typen Powerflow med batteridreven motor (turboenhed) og P3 støvfilter. Maskens beskyttelsesfaktor skulle i følge forfatterne i perfekt stand være 4000 gange (Bælum og Staun, 1989). Ved nedtagning af loftsplader kunne beskyttelsesfaktoren af udstyret beregnes til hhv. 334 og 400 gange (én måling under masken for 2 personer), mens der ved nedtagning af rør blev målt en faktor på 90 (gennemsnit af hhv. 3 målinger uden for og under masken). Det skal bemærkes, at projektets primære formål ikke vedrørte fastsættelse af beskyttelsesfaktorer men at undersøge varmebelastningen ved arbejde med asbest, og at resultaterne er ret usikre grundet det lave antal målinger. Det skal endvidere bemærkes, at der i alle tilfælde blev målt koncentrationer under masken, som var højere end den nuværende danske grænseværdi.

På basis af undersøgelser anvendes i Frankrig en effektiv beskyttelsesfaktor på 40 (nominel faktor på 500) for en halvmaske eller hjelm med turboenhed og en faktor på 60 (nominel faktor på 2000) for en helmaske med turboenhed (MTEFR, 2015). Faktorerne er bl.a. fastsat på baggrund af indgående undersøgelser af forskellige åndedrætsværns effektive beskyttelsesfaktorer. I en nyere undersøgelse, der specifikt vedrørte udstyrets effektivitet ved arbejde med at fjerne asbest, blev der for helmasker med renluftsforsyning og helmasker med turboenhed fundet effektive beskyttelsesfaktorer på hhv. 236 og 104 (medianværdier et stort antal målinger) (Chazelet et al., 2018). Forfatterne noterer, at den højere målte beskyttelsesfaktor for helmaske med turboenhed sammenlignet med værdien anvendt i vejledningen (hhv. 104 og 60) kan skyldes, at brugerne på undersøgelsestidspunktet havde fået bedre træning i at bruge udstyret. *Værdierne*

⁴ [Vejledning om åndedrætsværn og dets brug - Arbejdstilsynet \(at.dk\)](https://at.dk/vejledning-om-andedraetsvaern-og-dets-brug)

fra den franske vejledning er her benyttet til beregning af worst case koncentrationer i de cases, hvor der anvendes masker med turboenhed. Grunden er, at der er tale om meget grundige undersøgelser, og at disse målinger er de eneste, som er fundet i litteraturen. Det kan ikke afvises, at danske arbejdstagere er mere trænede i at anvende udstyret, så den effektive beskyttelsesfaktor vil være højere, men der er ikke fundet undersøgelser, der kan bekræfte dette.

Den franske vejledning angiver lavere effektive beskyttelsesfaktorer for halvmaskeer med P3 filter (uden turbo) end angivet i tabellen ovenfor. I den franske vejledning er der regnet med nominel beskyttelsesfaktor på 50 mens den effektive beskyttelsesfaktor er angivet til 10. Dette svarer til værdien fra Arbejdstilsynets vejledning vedrørende effektiviteten af P2 filtre (uden turbo). *Der er i nærværende undersøgelse regnet med, at der, i de tilfælde hvor der ikke anvendes turbo, anvendes P2 filtre med en effektivitet beskyttelsesfaktor på 10.*

For beboere og andre brugere af bygningerne regnes der med, at der ikke anvendes åndedrætsværn.

Eksponering af håndværkere ved indkapsling eller sanering

Ved beregning af eksponering af håndværkere involveret i indkapsling eller sanering er der taget udgangspunkt i tilgængelige udenlandske undersøgelser i mangel af måleresultater fra danske arbejdspladser. I mange tilfælde er der ikke fundet måleresultater for de konkrete arbejder, men en realistisk værdi er anslået ud fra resultater for lignende arbejder. *Eksponeringskoncentrationerne er generelt meget usikre, men vi har tilstræbt at benytte værdier for en realistisk worst case for at undgå at underestimere de sundhedsmæssige konsekvenser.*

Der er fra 1. januar 2022 indført en ny grænseværdi for asbest på 0,003 fibre/cm³. I en række af casene er der regnet med en effektiv indåndingskoncentration, som er højere end denne grænseværdi. Ved beregningerne er der benyttet eksponeringskoncentrationer fra litteraturen og oplysninger om, hvilke værnemidler der typisk benyttes og effektiviteten af disse. Det er således ikke forsøgt at vurdere hvilke værnemidler, der skulle benyttes, hvis grænseværdien skulle overholdes. Det er meget muligt, at de faktiske indåndingskoncentrationer er lavere, end der her er regnet med, enten fordi koncentrationerne af asbest i indåndingszonen er lavere eller beskyttelsesfaktoren for de benyttede åndedrætsværn er højere. Koncentrationen af asbest i arbejdsmiljøet er ved at blive belyst i en anden undersøgelse under Arbejds miljøforskningens fonden, men resultaterne er endnu ikke færdigbehandlede og har derfor ikke kunnet anvendes til nærværende undersøgelse. Resultaterne af nærværende undersøgelse peger desuden på, at det vil være relevant også at vurdere, om den faktiske effektivitet af de anvendte åndedrætsværn hidtil har været overvurderet.

Langsigtet eksponering af håndværkere og driftspersonale

Der er ikke fundet danske måleresultater, som kan illustrere den mulige langsigtede eksponering af håndværkere og driftspersonale, som kan komme i kontakt med asbestholdige materialer i forbindelse med vedligeholdelse og reovering af bygningen. Der vil typisk kunne være tale om kortvarig eksponering men potentielt med relativt høje koncentrationer. Hvis håndværkerne ofte ikke er

opmærksomme på forekomsten af asbest og ikke bruger åndedrætsværn kan den samlede eksponering formentlig være betydelig.

Engelske undersøgelser viser, at håndværkere kan være udsat for mere asbest end de selv forventer. I to engelske undersøgelser af blikkenslagere (Burdett og Bard, 2007; Bard og Burdett, 2007) udstyrede man forsøgspersonerne med personlige passive prøveopsamlere, som blev båret gennem en længere periode. Undersøgelserne viste, at procentdelen af forsøgspersoner der var udsat for > 5 mm lange asbestfibre inden for en uge, var 62 % i første runde og 58 % i anden runde. For PCM-ækvivalente asbestfibre var værdierne hhv. 46 og 29 %. De tre prøver med det højeste antal fibre blev fulgt op og var opsamlet med udstyr båret af blikkenslagere, der arbejdede i områder, der angiveligt var blevet strippet for asbest lige før deres påbegyndelse af arbejdet. Dette tyder på, at dårlig praksis for fjernelse, oprydning og rengøring udgør en væsentlig del af risikoen for blikkenslagere. Den gennemsnitlige eksponering over 5 arbejdsdage var 0,009 fibre/cm³ for amfibol asbest og 0,049 fibre/cm³ for chrysotil asbest. I det omfang, at der ikke blev benyttet åndedrætsværn, vil de effektive koncentrationer, som håndværkerne udsættes for som gennemsnit over 5 arbejdsdage, være betydeligt højere end den nuværende danske grænseværdi på 0.003 fibre/cm³. Cirka 20 % af forsøgspersonerne rapporterede på prøveloggen, at de havde arbejdet med asbest, og undersøgelserne tydede på, at blikkenslagerne kun havde kendskab til omkring en tredjedel af deres kontakter med asbestmaterialer i løbet af ugen. Opfølgende undersøgelser viste, at en stor del af blikkenslagerne ikke havde klare strategier til at bestemme, hvornår der var risiko for eksponering for asbest. Det skal understreges, at undersøgelserne er ca. 15 år gamle, og at der siden da vil være foretaget en betydelig sanering af asbest i rørsystemer så den samlede eksponering ved almindelig VVS arbejde vil være mindre. Der er ikke fundet tilsvarende undersøgelser af andre typer af håndværkere, men det må forventes, at der ligeledes vil kunne ske en væsentlig eksponering af eksempelvis tømrere.

De ovenfor refererede undersøgelser vedrører formentlig primært situationer, hvor der ikke var foretaget en indkapsling af asbesten (ikke præciseret i artiklerne). Vi antager, at håndværkere der af forskellige årsager vil komme i kontakt med indkapslet asbest i mange tilfælde vil være klar over forekomsten af asbest og vil tage de nødvendige forholdsregler i form af bl.a. brug af støvsuger og åndedrætsværn. Dette vil særligt ske i de tilfælde, hvor det er åbenlyst, at der kan være en betydelig risiko for forekomst af asbest (f.eks. en tagbelægning oven på et gammelt eternittag). I andre tilfælde, eksempelvis hvor der er sat nyt fliser oven på gamle fliser med asbestholdigt klæber, vil der være mindre sandsynlighed for, at håndværkerne vil være opmærksomme på den underliggende asbestforekomst. Sammenlignet med den samlede eksponering i forbindelse med sanering er det antaget, at den samlede eksponering af driftspersonale og håndværkere i brugsperioden i de fleste tilfælde vil være lille grundet den begrænsede tid eksponeringen vil foregå over. *I de cases, hvor det er muligt, vil risikoen for eksponering blive nævnt.*

At den samlede eksponering ved arbejder, hvor håndværkere ikke er opmærksomme på den mulige eksponering, kan være betydelig, illustreres i en

undersøgelse for Europakommissionen fra 2021 (Lassen et al., 2021). Undersøgelsen skelner mellem to kategorier knyttet til bygge/anlæg:

- > 1) arbejder, der skal anmeldes til myndighederne som asbestarbejde, og
- > 2) andre arbejder inden for bygge/anlæg, som ikke skal anmeldes. Under den sidste gruppe medregnes også tilfældig eksponering, hvor arbejdstagerne ikke er opmærksomme på, at der sker eksponering.

Det beregnes i undersøgelsen, at den samlede eksponering af den sidste gruppe resulterer i et fremtidigt antal sygdomstilfælde (på basis af eksponeringen i dag), som er mere end fire gange så højt, som det antal, der skyldes asbestarbejder, som skal anmeldes til myndighederne. Der er ikke angivet, hvor stor en del af tilfældene i gruppe 2 der skyldes tilfældig eksponering, men undersøgelsens resultater peger dog på, at der kan være en betydelig samlet eksponering bl.a. grundet det store antal potentielt eksponerede arbejdstagere.

Eksponering af brugere af bygningen

Brugere af bygningen vil kunne udsættes for asbeststøv i forbindelse med arbejde med at indkapsle eller sanere asbestholdige materialer i bygningen. Der er ikke i litteraturgennemgangen fundet undersøgelser, der kan belyse omfanget, men i de cases, hvor det er relevant, er det forsøgt at anslå det mulige omfang af eksponeringen.

Der vil desuden være risiko for eksponering af brugerne efter en sanering, hvis der ikke er foretaget tilstrækkelig grundig rengøring efter arbejdet. Der er ikke fundet undersøgelser af den mulige eksponering, efter at sanering er foretaget. Dansk Byggeris Asbestvejledning (Nedrivning og Miljøsanering, 2019) beskriver, hvorledes luftprøver og gentape prøver kan anvendes til slutkontrol. Vejledningen angiver, at koncentrationen i luften efter sanering ikke må overstige Arbejdstilsynets grænseværdi men noterer, at Arbejdstilsynets daværende grænseværdi ($0,1 \text{ fibre/cm}^3$) var meget høj i relation til det praktiske arbejde med asbest og nævner i stedet WHO's vejledende grænseværdi på $0,001 \text{ fibre/cm}^3$. For geltestprøver, som bruges til at teste for støv på overflader, angives, at området skal yderligere rengøres, hvis prøven påviser asbest. Det synes at være en almindelig praksis at foretage målinger efter at arbejdet er færdigt, og der siges mod, at der ikke kan findes fibre i luften eller på geltape prøver. *Det vil derfor her antages, at den samlede eksponering af brugerne vil være lille i forhold til den mulige eksponering af de arbejdstagere, der foretager saneringen, og mulig eksponering som konsekvens af mangelfuld rengøring vil generelt ikke nævnes.*

Lassen et al. (2021) har i en undersøgelse for Europakommissionen sammenfattet viden om koncentrationer af asbest i bygninger, som indeholder asbestholdige materialer som eksempelvis asbestholdige loftsplader. På den basis antages i Lassen et al. (2021) en middelkoncentration i bygninger med indvendige asbestholdige materialer på $0,0005 \text{ fibre/cm}^3$ og det beregnes, at den samlede eksponering vil kunne bidrage til omkring 1% af det samlede antal sygdomstilfælde blandt arbejdstagere, men vi foretager ikke beregningen for øvrige brugere af bygningerne. Da indkapsling bl.a. foretages med henblik på at mindske

eksponeringen af brugere af bygningen, må det antages, at koncentrationerne efter indkapsling er betydeligt lavere. Der er ikke fundet hverken danske eller udenlandske publicerede resultater af målinger af asbestkoncentrationer i indemiljøet, efter der er foretaget sanering eller indkapsling. *Det vil i de relevante cases nævnes, hvis der efter indkapsling kan være en eksponering af brugerne, men det er ikke forsøgt at anslå, hvilke koncentrationer der kan være tale om eller beregne de mulige samfundsøkonomiske konsekvenser.*

Dosis-respons sammenhænge (Exposure-Risk Relationships)

Dosis-responssammenhænge for asbesteksponering er i Danmark i 2019 vurderet af en arbejdsgruppe ved det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA) (Hadrup et al., 2019). Denne vurdering er senere evalueret af Arbejdstilsynets videnskabelige kvalitetsudvalg, VKU. På EU-plan er disse sammenhænge i 2021 beskrevet af det Europæiske Kemikalieagentur (ECHA, 2021) og vurderet af den Videnskabelige Risikovurderingskomite under Kemikalieagenturet (ECHA/RAC 2021).

Såvel NFA som VKU og ECHA/RAC vurderer, at de centrale sundhedseffekter ved fastsættelse af grænseværdier i arbejdsmiljøet er mesoteliom (lungehindekræft) og lungekræft. Asbestose (lungefibrose pga. asbest) kræver en større kumuleret eksponering for asbest, end den der med den eksisterende grænseværdi realistisk kan tænkes at findes på det danske arbejdsmarked i dag. Både NFA (2019), VKU (2019) og ECHA/RAC (2021) bruger den samlede risiko for udvikling af mesoteliom og lungekræft, men ECHA/RAC (2021) angiver, at andre kræftformer end mesoteliom og lungekræft samlet vil kunne bidrage med rundt regnet 10% flere kræfttilfælde. Da mortalitet og andre faktorer kan være anderledes for disse andre kræfttyper indgår disse 10% ikke i beregningerne i nærværende rapport, men det bemærkes i diskussionen af resultaterne, at det samlede antal sygdomstilfælde kan være underestimeret med 10%.

Der er ingen sikker kendt nedre grænse mellem asbestudsættelse og kræft. *Der er derfor her regnet med, at en hvilken som helst eksponering bidrager proportionalt til risikoen for at udvikle de relevante kræftformer.*

I følge vurderingen fra arbejdsgruppen ved NFA giver farevurderinger fra den hollandske komite for arbejdsmiljø (DECOS) og det franske agentur for fødevarer, miljø og arbejdsmiljø (Afsset) næsten identiske vurderinger for overskydende kræftisikoniveauer ved asbesteksponering. Ved at tage begge vurderinger i betragtning og tage udgangspunkt i risikoniveauer for amfibol asbest når NFA frem til, at en gennemsnitlig 8-timers tidsvægtet (8-h TWA) asbesteksponering over 40 arbejdsår på $0,0001 \text{ fibre/cm}^3$ vil medføre en øget lungekræft- og mesoteliom-dødelighed på 1×10^{-5} .

VKU diskuterer dette resultat i sin evaluering. Ud fra en antagelse om, at langt de fleste arbejdere i Danmark kun er udsat for krysotil asbest, og en antagelse om, at niveauet af amfibolforurening i krysotil i Danmark svarer til amfibolforureningen i de undersøgelser af krysotil, der indgår i DECOS' vurdering, foreslår udvalget at bruge DECOS-anbefalingen for krysotil til lungekræft og lungehindekræft kombineret som det relevante mål. Baseret på tallene for forekomsten af

lungekræft i Danmark forventer VKU dog flere tilfælde i Danmark, og det tager udvalget højde for ved beregningen af de anbefalede risikoniveauer, som er sammenfattet i Tabel 4. Da disse anbefalinger er anvendt som baggrund ved fastsættelsen af en grænseværdi for asbest i Danmark, er det i nærværende undersøgelse valgt at bruge de samme risikoniveauer ved beregning af antal sygdomstilfælde.

Som det fremgår af nedenstående tabel regnes der med, at sammenhængen mellem dosis og respons er lineær i det angivne interval fra 0,0027 til 0,027 fibre/cm³, og vi vil i vores analyser regne med, at den samme lineære sammenhæng er gældende også for lavere koncentrationer og koncentrationer op til den nuværende grænseværdi på 0,1 fibre/cm³.

Tabel 4 Risikoniveauer (8h-TWA) anbefalet af VKU (2019).

Risikoniveauer (8h-TWA)	Øget lungekræft- og mesoteliom-incidens	Antal tilfælde pr. 100.000 eksponerede
0,027 fibre/cm ³	1:1.000	100
0,0027 fibre/cm ³	1:10.000	10
0,00027 fibre/cm ³	1:100.000	1

Forholdet mellem eksponeringskoncentrationen (8-timers TWA i 40 år) og antal sygdomstilfælde pr. 100.000 eksponerede kan udtrykkes med ligningen:

$$\text{Antal sygdomstilfælde pr. 100.000 eksponeret i 40 år} = 3.704 * \text{koncentrationen (i fibre/cm}^3\text{)}$$

På EU-plan når ECHA/RAC (2021) frem til en lavere værdi, idet der med den anvendte dosis-respons relation kan beregnes et øget antal tilfælde på 1,25 tilfælde pr. 100.000 eksponerede ved en eksponering (8-h TWA i 40 år) på 0,01 fibre/cm³ og 12.5 tilfælde ved 0,01 fibre/cm³. Der regnes med en lineær sammenhæng op til 0,1 fibre/cm³, men det angives, at sammenhængen ikke kan regnes for repræsentativ for koncentrationer over den nuværende grænseværdi på 0,1 fibre/cm³. Det angives af ECHA/RAC (2021), at dosis-respons forholdet er beregnet for alle typer af asbest ved at kombinere alle studier, uanset hvilke typer af asbest populationen (gruppen af eksponerede) var eksponeret for.

Udtrykt på samme måde som angivet overfor kan

$$\text{Antal sygdomstilfælde} = 1.250 * \text{koncentrationen (8-h TWA i fibre/cm}^3\text{)}$$

Dosis-respons relationen angivet af ECHA/RAC (2021) er i 2021 anvendt i en cost/benefit analyse for Europakommissionen af at sænke den arbejdsmiljømæssige grænseværdi for asbest (Lassen et al., 2021).

Vi har som nævnt anvendt den mere konservative dosis-respons relation, der anbefales af VKU.

Bestemmelsen af koncentrationen af asbestfibre i luften, som indåndes, vil være afhængig af den metode, som anvendes til at analysere asbestfibre, da elektronmikroskopiske metoder er i stand til at analysere tyndere fibre end lysmikroskop. I følge Asbestbekendtgørelsen skal optællingen af fibre skal så vidt muligt udføres ved hjælp af et fasekontrast-mikroskop (PCM) eller efter en anden metode, der giver tilsvarende resultater.

ECHA (2021) indeholder en detaljeret diskussion af analysemetoder og mulighederne for at omregne koncentrationer bestemt med elektronmikroskopiske metoder til koncentrationer, som ville kunne bestemmes med lysmikroskopi. Agenturet når frem til, at der ikke er en enkel og sikker omregningsfaktor og foretager derfor ikke nogen omregning. Ud over forskelle i metodernes følsomhed er der også forskelle i, hvilke fibre der medregnes, hvor Frankrig skiller sig ud ved at medtage flere fibertyper.

Dosis-respons relationen vist i Tabel 4 er som angivet i tabellen baseret på eksponeringsniveauer bestemt med brug af transmission elektron mikroskopi (TEM). Hadrup et al., 2019 citerer DECOS for, at koncentration på 0,2 fibre/cm³ bestemt med TEM vil svare til en koncentration på 0,1 fibre/cm³. Som nævnt ovenfor, er der ikke noget sikker omregningsmetode, men generelt vil værdierne bestemt med TEM være højere end værdierne bestemt med lysmikroskopi. I de tilfælde, hvor der kun foreligger eksponeringsdata bestemt med lysmikroskopi, vil der derfor kunne være en tendens til at underestimere antallet af sygdomstilfælde (hvis omregningsfaktoren angivet af DECOS anvendes vil det beregnede antal sygdomstilfælde skulle ganges med to). I de fleste tilfælde er der imidlertid ved beregningerne taget udgangspunkt i koncentrationer målt med TEM eller med SEM (scanning elektronmikroskopi).

Sammenlignet med de usikkerheder der generelt er i forhold til eksponeringsniveauerne ved de her beskrevne cases, vurderes usikkerheden knyttet til analysemetoder at være lille.

Beregning af antal tilfælde af mesoteliom og lungekræft

De ovenfor beskrevne dosis-respons relationer vedrører personer, som har været eksponeret for asbest over en 40-årig periode, hvor de i gennemsnit hver dag har været udsat for asbest på de niveauer, som indgår i beregningsformlen.

Da der i det relevante niveau for eksponering af VKU regnes med at være en lineær sammenhæng uden tærskelværdi (dvs. alle koncentrationer kan give anledning til et bidrag), kan formelen også anvendes til at beregne den øgede risiko, som vil følge af en kumuleret eksponering i en kortere periode end 40 år. Det samlede antal sygdomstilfælde, som kan forventes, hvis én person er udsat i 40 år, vil således være det samme, som kan forventes, hvis 40 personer er udsat i 1 år, eller 9000 personer er udsatte i én arbejdsdag (regnet med 225 arbejdsdage på et år).

En lignende metode anvendes ved beregning af den samlede udsættelse af arbejdstagere i de enkelte sektorer i vurderinger på EU-plan af konsekvenserne af at indføre nye grænseværdier asbest og andre kræftfremkaldende stoffer. Den

overordnede metode anvendt i analysen for asbest er beskrevet i Garrett et al. (2021), mens yderligere detaljer i analysen fremgår af Lassen et al. (2021).

Som angivet overfor vil den kumulerede eksponeringstid udtrykkes som antal eksponeringsår, som beregnes som:

$$\text{Eksponeringsår} = \text{antal personer} * \text{antal arbejdsdage} / 225 \text{ arbejdsdage}$$

Den generelle formel, som vil anvendes til at beregne antal sygdomstilfælde som konsekvens af eksponering for asbestfibre, bliver derfor:

$$\text{Antal sygdomstilfælde} =$$

$$3.704 * \text{koncentrationen (i fibre/cm}^3\text{)} * \text{eksponeringsår} / (40 * 100.000)$$

Det samlede beregnede antal sygdomstilfælde ved de enkelte eksponeringssituationer er betydeligt under 1 og repræsenterer således en sandsynlighed for, at der ville kunne forekomme et sygdomstilfælde som konsekvens af eksponeringssituationen.

4.1.4 Vurdering af samfundsøkonomiske konsekvenser

Vurderingen af de samfundsøkonomiske konsekvenser fokuserer på omkostninger forbundet med forventet sygdom og død som følge af asbesteksponering.

Udgangspunktet for beregningen af omkostningerne er de beregnede tilfælde af mesoteliom og lungekræft tillagt 10% for at tage højde for andre kræftformer.

En detaljeret analyse af de samfundsøkonomiske omkostninger ville skulle indtage følgende elementer:

- > Antal beregnede sygdomstilfælde for hver kræftform
- > Gennemsnitlig latenstid for hver kræftform (for bl.a. at kunne fastslå hvornår omkostningerne vil falde)
- > Gennemsnitlig tid som de syge er under behandling inden død eller helbredelse
- > Mortalitetsrate (hvor mange af dem der bliver syge dør af sygdommen)
- > Direkte omkostninger:
 - > Omkostning til sundhedspleje pr. år (hospitalsophold, lægekonsultationer, mm)
 - > Omkostning til uformel pleje (den arbejds- og/eller fritid, som slægtninge eller venner giver til kræftramte)

- > Omkostninger til arbejdsgivere grundet sygefravær
- > Indirekte omkostninger:
 - > Omkostning af tabt arbejdsevne
 - > Død - samfundsmæssigt tab grundet for tidlig død
 - > Sygdom - Tab af arbejdsfortjeneste på grund af fravær fra arbejde på grund af sygdom eller behandling
- > Immaterielle omkostninger:
 - > En pengeværdi af indvirkningen på berørte arbejdstageres livskvalitet og livslængde (kan beregnes på flere måder, omtales nedenfor)

Formålet med analysen er at belyse, i hvilken grad der vil kunne være langsigtede samfundsmæssige konsekvenser som følge af bygherres beslutning om, hvorvidt der skal foretages enten sanering eller indkapsling.

Der er ikke foretaget en egentlig cost/benefit analyse, hvor de langsigtede samfundsmæssige konsekvenser indgår i en samlet analyse med den virksomhedsøkonomiske analyse. Undersøgelsen har således ikke til formål at vurdere, om det samfundsmæssigt bedst vil kunne betale sig at sanere eller indkapsle.

Latenstiden for asbest-induceret mesoteliom og lungekræft er af NFA angivet til 20-40 år (Hadrup et al., 2019), mens ECHA/RAC angiver, at der mindst vil gå 10 år fra første eksponering til udviklingen af mesoteliom, men at der mere typisk går 30 til 40 år.

Sritharan et al. (2018) angiver, at medianalderen på diagnosetidspunktet blandt 126 nye tilfælde af mesoteliom i Danmark i 2015 var 74 år. Medianoverlevelsen var 6-12 måneder. I perioden 2010-2014 var overlevelsen efter ét år hos danske patienter 54% for mænd og 59% for kvinder, og efter fem år var den 6% for mænd og 12% for kvinder (Sritharan et al. 2018).

For lungekræft var den gennemsnitlige alder ved diagnose i Danmark i 2020 72 år for mænd og 71 år for kvinder (RKKP, 2020). Der er i Danmark set en markant stigning i overlevelsen efter lungekræft. I 2017-2019 var 1-års standardiseret relativ overlevelse for lungekræft 52% for mænd og 55% for kvinder (Sundhedsstyrelsen, 2021). 5-års standardiseret relativ overlevelse var 23% for mænd og 29% for kvinder.

Som det fremgår af ovenstående, vil hovedparten af de berørte have forladt arbejdsmarkedet, når kræften bliver diagnosticeret. Dette betyder, at de indirekte omkostninger vil være meget begrænsede.

I forbindelse med vurderingen af de langsigtede økonomiske konsekvenser er det for de cases, hvor analysen er gennemført, vurderet, i hvilket omfang

langsigtede konsekvenser kan forventes at påvirke beslutningen mellem sanering og indkapsling og evt. elementer, der kan medføre en mere kortsigtet optimering.

Værdisætning af sundhedsmæssige konsekvenser

Værdisætning og beregningen af de sundhedsmæssige konsekvenser beregnes som udgangspunkt med samme værdier og antagelser, som COWI's undersøgelse af nye grænseværdier for asbest udarbejdet for EU Kommissionen i 2021 (Lassen et al., 2010; Garrett et al., 2021). Værdisætningen bygger på OEL 5 studiet, som har udarbejdet værdierne efter ekstensivt litteraturstudie, og som er kompatibelt med værdisætningsmodellen.

Tabel 5 præsenterer de sundhedsmæssige konsekvenser som værdisættes. Tabellen forklarer yderligere, hvad de forskellige omkostninger består af. Konsekvenserne kan inddeles i tre forskellige kategorier: i) direkte omkostninger som følge af sygdom, ii) indirekte, samfundsøkonomiske, omkostninger som følge af produktivitetstab ved død, og iii) immaterielle omkostninger som følge af reduceret livskvalitet.

Tabel 5 Værdisætning af sundhedsmæssige konsekvenser af asbest-induceret mesoteliom og lungekræft

Kategori	Omkostning	Værdi (DKK)	Kommentar
Direkte	Sundhedsvæsen	53.500 kr./år	Udgifter til medicinsk behandling, herunder indlæggelse, operation, konsultationer, strålebehandling, kemoterapi/immunoterapi mv.
	Uformel pleje	22.000 kr./år	Opportunitetsomkostning ved ulønnet pleje (dvs. den økonomiske værdi af den arbejds- og/eller fritid, som slægtninge eller venner giver til kræftramte)
	Omkostninger for arbejdsgiveren	96.000 kr./år	Udgifter til arbejdsgivere på grund af forsikringsudbetalinger og fravær fra arbejde
Indirekte	Dødelighed – produktivitetstab	37.500 kr./tilf.	Samfundsøkonomisk tab for samfundet som følge af for tidlig død
Immaterielle	Betalingsvillighed - Dødelighed	35.000.000 kr./tilf.	En pengeværdi af indvirkningen på berørte arbejdstageres livskvalitet
	Betalingsvillighed - Sygelighed	3.400.000 kr./tilf.	

Kilde: Garrett et al., 2021

Beregning af omkostninger af sundhedsmæssige konsekvenser

Konsekvenserne bliver beregnet med en model som simulerer sygdomsforløbet per år. Figur 1 nedenfor illustrerer, hvordan de sundhedsmæssige konsekvenser beregnes. Som figuren viser, begynder beregningen med tidspunktet, hvor en person bliver eksponeret for asbest.

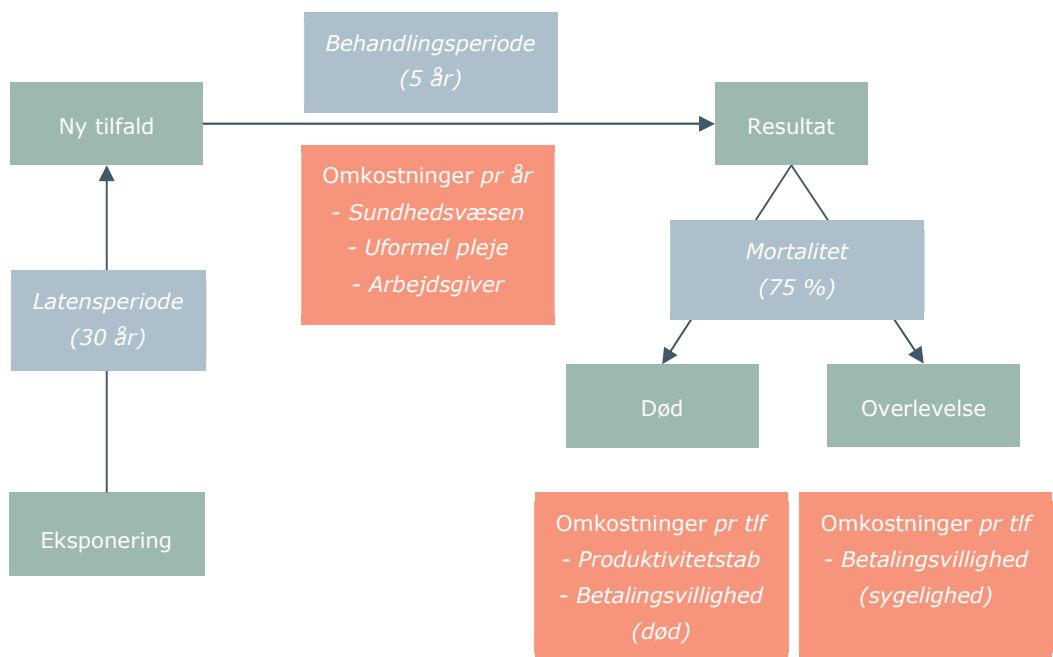
Som også nævnt ovenfor, udvikler sygdommen sig først efter en årrække. Latensperioden er forenklet sat til 30 år til både asbest-induceret mesoteliom og lungekræft. Udover ovenstående resultater, stemmer perioden overens med OEL 5 studiet.

Først efter latensperioden opstår således et nyt tilfælde af asbest-induceret mesoteliom eller lungekræft. Behandlingsperioden af begge sygdomme sættes til 5 år, som er den tid en syg i gennemsnit er under behandling, som medfølger årlige omkostninger til sundhedsvæsenet, i form af uformel pleje og fravær fra arbejdsmarkedet.

Mortalitetsraten er forenklet for begge kræftformer antaget at være 75%: Det vil sige at 7,5 ud af 10 tilfælde af enten asbest-induceret mesoteliom eller lungekræft dør som følge af sygdommen. For de tilfælde, hvor personen dør, opstår omkostninger i form af et produktivitetstab (fordi den pågældende arbejdstager må erstattes med en ny) og en immateriel omkostning, fordi personen dør, målt som betalingsvillighed for at undgå dødelig kræft. I de tilfælde, hvor personen overlever, er der derimod kun en immateriel omkostning, målt som betalingsvillighed for at undgå ikke-dødelig kræft.

Det må bemærkes, at den høje mortalitetsrate af begge kræftsygdomme medfører, at betalingsvilligheden for at undgå død vil dominere de samlede sundhedsmæssige omkostninger. Det skyldes, at dennes værdi er minimum ti gange højere end de andre sundhedsmæssige omkostninger. Det vurderes derfor yderligere, at de andre omkostninger er ubetydelige fra et samfundsøkonomisk perspektiv.

Figur 1 Illustration hvordan omkostninger af sundhedsmæssige konsekvenser beregnes.



Til den del af analysen, hvor der udarbejdes en nutidsværdi, diskonteres de sundhedsmæssige konsekvenser med Finansministeriets diskonteringsrente (Finansministeriet, 2021). Finansministeriets diskonteringsrente falder gennem tiden, og er 3,5% i årene 0-35 og 2,5% i årene 36-70, og 1,5% efter året 70. Der foretages desuden til sammenligning en beregning uden diskontering.

Andre samfundsøkonomiske konsekvenser

Blandt de omkostninger, der nævnes ovenfor, beregner modellen ikke en særskilt omkostning for tabet af arbejdsfortjeneste på grund af fravær på arbejdet på grund af sygdom eller behandling. Det skyldes, at betalingsvilligheden for at undgå hhv. død eller sygelighed formodentlig allerede inkluderer denne effekt, fordi tabet af arbejdsfortjeneste påfalder arbejdstageren og har en formodentlig signifikant rolle for betalingsvilligheden. Betalingsvilligheden udtrykker nemlig en persons villighed til at betale for en reduktion i risikoen for en sygdom. Parametrene, som indgår i betalingsvilligheden, er op til den enkelte person og kan således indebære en frygt for tabet af arbejdsfortjenester. For at undgå dobbelt tælling, beregnes omkostningen for tabet af arbejdsfortjenesten derfor ikke særskilt. Det er i overensstemmelse med Garrett et al. (2021).

Der er i analysen ikke regnet med andre samfundsøkonomiske konsekvenser end de konsekvenser, der er knyttet til de sundhedsmæssige.

Kumulerede samfundsøkonomiske sundhedsmæssige omkostninger

Ud over de samfundsøkonomiske omkostninger, hvor der foretages en diskontering af de fremtidige udgifter, er de kumulerede samfundsøkonomiske sundhedsmæssige omkostninger beregnet. Ved denne beregning foretages der ikke en diskontering og de kumulerede sundhedsmæssige omkostninger udtrykker i nutidsværdi blot summen

af omkostninger der vil være over hele beregningsperioden. De kumulerede samfundsmæssige sundhedsmkostninger er højere end de beregnede samfundsmæssige økonomiske omkostninger og er ikke afhængige af, hvornår i fremtiden omkostningerne vil falde.

4.1.5 Vurdering af miljømæssige konsekvenser og eksponering via miljøet

Der vil ved sanering og indkapsling af asbestholdige materialer kunne ske en spredning af asbest til det omgivende miljø. Asbest spredt til omgivelserne kan give anledning til eksponering af mennesker via miljøet. I følge Hagemann (2015) har Miljøstyrelsen i 2006 og 2007 gennemført en projektrække, der belyser risikoen ved frigivelse af asbestfibre til miljøet – eksempelvis i forbindelse med renoveringsopgaver på asbestholdige tage eller ved eksplosionsagtig brand i tagkonstruktioner med tagplader af asbestcement. Projektrækken blev afsluttet med et litteraturstudie der belyste, hvilken sundhedsmæssig risiko asbestfibre udgør efter at være tilført jord, og som specifikt belyste asbestfibres skæbne i jordmiljøet. Miljøstyrelsen har herefter i 2009 gennemført et projekt, der belyste mulig eksponering for asbestfibre afsat på og i jord samt søgte at kvantificere denne eksponering med henblik på fastlæggelse af et jordkvalitetskriterium.

I følge Miljøstyrelsens hjemmeside⁵ har styrelsen arbejdet med fastsættelse af et jordkvalitetskriterium for asbest. Konklusionen på det seneste faglige projekt, der har undersøgt de praktiske erfaringer med jord, er i følge Miljøstyrelsen, at det på nuværende tidspunkt ikke er muligt at udarbejde et mere konkret jordkvalitetskriterium for indhold af asbest i jord, der er håndterligt i praksis. Der anvendes i dag visuel gennemgang for belysning af problemstillingen med prøvetagning og bestemmelse af asbest i synlige fragmenter i jorden. Oprensning foregår ofte ved fjernelse af synlige fragmenter og evt. støvsugning af fint materiale og afgravning af overflade.

Sammenlignet med frigivelsen af asbestfibre fra forvitring og afrensning af asbestholdige tage og ved eksplosionsagtig brand vurderes den mulige frigivelse fra de arbejdsprocesser, der belyses i de udvalgte cases, at være meget begrænset, såfremt de udføres efter reglerne for håndtering af støvende asbestarbejde. De udvalgte processer vurderes derfor ikke signifikant at kunne resultere i forhøjede niveauer i omgivelserne eller resultere i væsentlige eksponeringer af mennesker via miljøet.

Det er derfor ikke forsøgt at kvantificere den mulige eksponering via miljøet og de samfundsmæssige konsekvenser af dette.

Man kan generelt sige, at indkapsling vil give en større risiko for at asbest spredes i fremtiden i forbindelse med brand, men det er på det nuværende grundlag ikke muligt at kvantificere denne risiko.

⁵ <https://mst.dk/affald-jord/affald/affaldsfraktioner/asbest/>

Dertil kommer, at der ikke er fundet nogen basis for at kunne værdisætte en eventuel miljømæssig effekt af spredning af asbest i miljøet (udover eksponering af mennesker via miljøet). Asbest er naturligt forekommende i lave koncentrationer i en række mineraler, og forekommer i dele af verden i relativt høje koncentrationer i naturen. Der er ikke kendskab til, at asbestfibre skulle bioakumuleres eller opkoncentreres i fødekæden, som det er tilfældet med en række ikke-nedbrydelige organiske stoffer som PCB eller dioxiner.

Det er på dette grundlag valgt ikke at foretage en nærmere beskrivelse i de enkelte cases af de miljømæssige konsekvenser af spredning af asbest til miljøet eller den mulige eksponering af mennesker via miljøet. Beskrivelsen vil udelukkende være kvalitativ og fokusere på om der vil kunne være væsentlige forskelle i den potentielle spredning til miljøet af de to alternativer, der vurderes.

5 Bilag med Illustrative cases

5.1 CASE 1 - Skifereternit-tag med indhold af asbest

5.1.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation

Nedtagning af skifereternit

I denne case er bygherren en almennyttig boligforening, og bygningen er en etageejendom med skifereternit-tag. Skifereternit er mindre plader af eternit, der typisk er sømmed eller klæbet fast på tagfladen. Skifereternit med indhold af asbest blev benyttet som tagbelægning i stor stil i tidsrummet 1930 til 1986. Skifereternit blev anvendt på alle former for bygninger, både enfamiliehuse, kontorbygninger, fabriksbygninger og offentlige bygninger.

Ejendommens tag er slidt, og taget er nogle steder lettere utæt. Enkelte tagplader er i tidens løb blevet udskiftet, både i tilfælde, hvor et aftræksrør skulle føres igennem taget og i tilfælde, hvor nogle plader var beskadiget.

Boligforeningen ønsker at få lagt et nyt tag, og der bliver iværksat en undersøgelse for asbest i tagpladerne.

Undersøgelsen konstaterer, at der er asbest i tagpladerne, og samtidig antages det, at der er flere stumper og støv af eternit oven på isoleringen, sandsynligvis som følge af de reparationer, der er gennemført i tidens løb samt forvitring. Isoleringen er placeret mellem spær, og der er indvendigt opsat gipsplader på spærene.

Der er ikke konstateret eternit-stumper eller -støv i loftrummet, så det antages, at loftrummet ikke er kontamineret med asbest.

5.1.2 Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes

Indkapsling

Indkapslingsløsningen består i denne case i etablering af et nyt tag ovenpå det gamle. Der monteres nyt underlag for det nye tag i form af nye lægter, som skrues fast i de eksisterende spær. Som nyt tag er valgt bølgeeternit plader.

Alternativt kan der lægges tagpap, som brændes/smeltes direkte ovenpå det eksisterende tag. Denne løsning er der ikke regnet på.

Ved etablering af et nyt tag over det eksisterende tag vil der ikke længere ske nedbrydning af det gamle tag som følge af vejr og vind. Derved vil der heller ikke ske frigørelse af asbestfibre til det udvendige miljø.

Ved montering af nyt underlag/lægter vil eternitpladerne blive beskadiget, når lægter fastgøres i de underliggende spær. Herved vil der ske en yderligere op-hobning af eternit-smulder ovenpå den eksisterende isolering.

Da loftrummet er lukket med gipsplader opsat på spærene, betragtes eternit-smulder ovenpå isoleringen som indkapslet.

Sanering

Saneringsløsningen består i denne case i fjernelse af tagplader af skifereternit, hvorefter der etableres ny tagbelægning bestående af tagplader af bølgeeternit.

Ved fjernelse af det eksisterende tag, er det nødvendigt at brække pladerne fri fra taget, og herved frigives der støv med et højt indhold af asbest-fibre. Arbejdet er derfor støvende arbejde, som skal udføres efter arbejdstilsynets retningslinjer vedrørende anvendelse af personlige værnemidler, afspærring af arbejdsområdet og sikring af arbejdsområdet i forhold til adgang for folk, som ikke benytter værnemidler.

Arbejdet udføres i mindre sektioner, og det er nødvendigt, at løst affald løbende bliver opsamlet, herunder skal det sikres, at asbestmaterialer og støv ikke bliver spredt til tagrummet og udenomsarealerne. Tagrummets gipsbeklædning brydes ikke, men som ekstra sikkerhed afdækkes tagrummet med plastfolie i det omfang, det er muligt. Stilladset ved tagfod inddækkes ligeledes med plastfolie.

Når eternitpladerne i en sektion er fjernet, fjernes al isolering ligeledes og spær og lægter støvsuges. Dette skal gøres uanset, om lægter senere skal demonteres.

5.1.3 Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?

Indkapsling

Den beskrevne indkapslingsmetode er ikke fremkommet under de gennemførte interviews. Metoden er dog benyttet i stort omfang tidligere og den specielle tag-opbygning ses ofte i bygningsrenoveringsprojekter og nedrivningsprojekter.

Arbejdstilsynets regler om fjernelse af asbestholdige eternittage har været gældende siden 1980-erne og det antages, at især regler, som fastlægger en lang række nødvendige foranstaltninger, kan have en betydning i valget af indkapsling frem for sanering af det asbestholdige tag.

Sanering af asbestholdige tage, og især skifereternit, er generelt dyrere end indkapsling, hvor der lægges nyt tag direkte ovenpå skifereternit-taget. Dette skyldes især de nødvendige foranstaltninger til at undgå spredning af asbest og eksponering af de udførende håndværkere.

Det er desuden muligt, at retningslinjerne for sikker fjernelse af asbestholdigt tag vil blive skærpet i fremtiden således, at der ved enhver nedrivning/fjernelse af asbestholdigt eternittag vil være krav om sikring af støvspreddning til

omgivelserne, og derfor vil det være nødvendigt at etablere en støvtæt inddækning af arbejdsområder før fjernelse af tagpladerne. Dette kan indgå i bygherrens overvejelser som en mulig økonomisk risiko. Et bud på dette er dobbelt pris i forhold til en tidligere sanering.

Andre mulige bevæggrunde for at vælge indkapsling kan være ønsket fra bygherren om ikke at have tagfladen åben i længere tid med deraf risiko for vandskade.

Sanering

Det er vores opfattelse gennem interviews og ved erfaring i øvrigt, at der i dagens Danmark langt oftere vælges sanering frem for indkapsling af skifereternit.

Der er flere faktorer, som kan komme i betragtning i valget af sanering:

- > Tagets beskaffenhed. Kan tagpladerne og den øvrige tagopbygning holde til, at der lægges et nyt tag ovenpå?
- > Bygherrens ønske om at "rense" sin bygning for sundhedsskadelige stoffer én gang for alle.
- > Fremtidig fjernelse af et indkapslet tag under et nyt tag vil være dyrere for bygherren end at fjerne tagpladerne inden det nye tag lægges.
- > Bygherren ønsker at optræde miljøbevidst og derved have et godt image.
- > Der er en risiko for at loftrummet bliver forurennet med asbestfibre, hvis der f.eks. skal isættes ekstra ovenlysvinduer, etableres udluftning gennem taget, eller loftrummet i øvrigt skal renoveres.
- > Beboere, der er utrygge ved at have et tag med indhold af asbest, som de frygter på et tidspunkt kan drysse ned i loftrum.

5.1.4 Økonomiske konsekvenser for bygherre

Indkapsling

Kort sigt. Den kortsigtede økonomiske konsekvens for bygherre af at lægge et nyt tag ovenpå den eksisterende skifereternit er, at der spares ved at skifereternit ikke fjernes. Dertil kommer, at man undgår en udskiftning af isoleringen i taget, da isoleringen er anbragt mellem spær, og loftrummet er lukket ud mod isoleringen i den valgte case. Derved kan loftrummet betragtes som asbest-frit, og isolering og eternitplader kan betragtes som indkapslede.

Lang sigt. Den langsigtede økonomiske konsekvens for bygherre af at lægge nyt tag ovenpå den eksisterende skifereternit er, at en senere sanering evt. i forbindelse med nedrivning eller i forbindelse med udskiftning af taget vil være betydelig mere besværlig og omkostningstung.

Eventuelle gennemføringer af aftræk eller andet i taget vil ligeledes være forbundet med ekstra omkostninger, da der efter indkapsling er to tagflader, som skal gennembydes, samt at der skal tages forholdsregler i forhold til asbest. Et bud på dette er dobbelt pris i forhold til en gennemføring i et asbestfrit tag.

Ved indkapsling skifter det eksisterende asbesttag 'funktion' og bliver i realiteten til et nyt undertag under det nyetablerede tag af bølgeeternit. Levetiden af asbesttaget som undertag afhænger af asbesttagets generelle stand, men kan i realiteten have en lang restlevetid, som i høj udstrækning bevares, da det indkapsles, hvorved en sanering kan udskydes i flere årtier.

Sanering

Kort sigt. Fjernelse af den eksisterende skifereternit medfører en ekstra omkostning. Herudover skal der medregnes udskiftning af isoleringen i taget, da isoleringen er anbragt mellem spærene, og der er eternit-smulder og -støv i isoleringen.

Lang sigt. Det vurderes, at der ikke er hverken økonomiske- eller sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt ved sanering.

Bygherren får ved en sanering mulighed for at lægge ekstra isolering i taget ved at hæve spær-højden. Herved kan opnås en besparelse i energi til opvarmning (dette er dog ikke medregnet i omkostningerne).

Enhedsomkostninger for de to løsninger

Fastsatte enhedsomkostninger for de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Enhedsomkostninger er fastsat af COWI ud fra generelle erfaringstal.⁶ Antaget tagareal: 500 m²

Tabel 6 Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Indkapsling angivet i kr./m²

Montering af nyt bølgeeternit-tag oven på gammelt tag	Enhed	Pris
Montering af afstandslister og lægter mm.	pr. m2 tagflade	250
Montering af bølgeeternit	pr. m2 tagflade	385
Tilretning/montage af løskanter mv.	pr. m2 tagflade	50
Tagrender og nedløb	pr. m2 tagflade	150
Stillads	pr. m2 tagflade	700
Byggepladsomkostninger	Samlede omkostninger	6%
Affaldshåndtering	-	Inkl.

⁶ I forhold til beregningsforudsætninger henvises der til notatet 'Illustrative cases: Forord, sammenfatning og Indledning med metodebeskrivelse'.

Tabel 7 Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Sanering angivet i kr./m².

Fjernelse af asbestholdigt tag og opsætning af nyt bølgeeternit-tag	Enhed	Pris
Demontering af eternitskifer inkl. bortkørsel	pr. m2 tagflade	425
Demontering af bølgeeternit plader inkl. bortkørsel	pr. m2 tagflade	225
Imprægnering og forstærkning af tagfod med vinkelbeslag, forstærkning af samlinger på spær med sømbeslag samt eftersømning af tænger.	pr. m2 tagflade	100
Montering af bølgeeternit plader inkl. lægter, afstandslister mm. (inkl. nyt undertag)	pr. m2 tagflade	615
Tilretning/montage af løskanter mv.	pr. m2 tagflade	50
Tagrender og nedløb	pr. m2 tagflade	150
Stillads	pr. m2 tagflade	850
Overdækning af stillads	pr. m2 tagflade	650
Byggepladsomkostninger	Samlet omkostning	6% af samlet beløb
Affaldshåndtering	-	Inkl.

Samlede projektrelaterede omkostninger

De samlede projektrelaterede omkostninger for bygherre af de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Omkostningerne er opgjort for hver af arbejderne relateret til projektet og angivet i nutidsværdi, dvs. at omkostningerne hen over projektperioden er tilbagediskonteret og opgjort i 2022-priser. Konkret for begge løsninger er projektperioden sat til 25 år, som også er levetiden for et nyt tag af bølgeeternit. Det antages, at taget afmonteres efter endt levetid - både ved sanering og ved indkapsling. I forhold til beregningsforudsætninger henvises der til notatet 'Illustrative cases: Forord, sammenfatning og Indledning med metodebeskrivelse'.

Tabel 8 Samlede bygherre-relaterede omkostninger (og fordelt på arbejder) ved sanering versus indkapsling.

Indkapsling	Nutidsværdi, kr. (2022)
A) Eternit skifer beholdes og der monteres bølgeeternit på ny konstruktion	
Montering af afstandslister og lægter mm.	176.000
Montering af bølgeeternit	271.040
Tilretning/montage af løskanter mv.	35.200

Tagrender og nedløb	105.600
Stillads	492.800
Byggepladsomkostninger	71.842
<i>Samlede omkostninger, kort sigt</i>	<i>1.152.482</i>
Demontering af eternitskifer inkl. bortkørsel (forseglet tag - efter endt levetid)	116.724
Demontering af bølgeeternitplader inkl. bortkørsel (nyt tag - efter endt levetid)	61.795
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>1.269.206</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>2.538</i>
Sanering	
B) Eternitskifer demonteres og der monteres nyt bølgeeternit	
Demontering af eternitskifer inkl. bortkørsel (initial)	299.200
Imprægnering og forstærkning af tagfod med vinkelbeslag, forstærkning af samlinger på spær med sømbeslag samt eftersømning af tænger.	70.400
Montering af bølgeeternit plader inkl. lægter mm	432.960
Tilretning/montage af løskanter mv.	35.200
Tagrender og nedløb	105.600
Stillads	598.400
Overdækning af stillads	457.600
Byggepladsomkostninger	101.493
Demontering af bølgeeternit inkl. bortkørsel (efter endt levetid)	61.795
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>2.162.649</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>4.325</i>
Forskel	
Sc. A vs. sc. B - kr.	893.442
Sc. A vs. sc. B - kr./m ²	1.787

Note: Baseret på reovering af 500 m² tag.

Som det ses i tabellen ovenfor, er de budgetøkonomiske omkostninger ved sanering opgjort til 2.162 t. kr. Ved indkapsling er de samlede projektrelaterede omkostninger opgjort til 1.269 t. kr. Dvs. en forskel på 893 t. kr.

Saneringsløsningen er mere omkostningstung, dels fordi det er dyrere at montere et helt nyt tag, dels fordi demonteringsomkostningerne af eksisterede tag er større og er en omkostning, som falder i starten af projektet. Ved

indkapslingsløsningen falder omkostningerne til demontering af taget først sidst i perioden, og grundet diskontering, bliver nutidsværdien af denne omkostning mindre end hvis den lå først i projektperioden.

Saneringsløsningen er således 893 t. kr. dyrere end indkapslingsløsningen – evalueret over hele projektperioden – når der udelukkende ses på de projektrelaterede omkostninger.

Det ses også af tabellen, at det særligt er omkostninger til overdækning af stillads, som gør saneringsløsningen dyrere end indkapslingsløsningen. I begge tilfælde skal taget udskiftes efter det er udtjent, og i indkapslingsløsningen "sparer" man i princippet en udgift til overdækning (hen over bygningens levetid), da det gamle asbesttag fungerer som undertag.

5.1.5 Sundhedsmæssige konsekvenser

Indkapsling

Kort sigt. Sundhedsmæssigt vil indkapslingen have betydning for de håndværkere, som skal lægge det nye tag oven på det asbestholdige tag. Der er risiko for at håndværkerne udsættes for asbeststøv, og der skal derfor tages forholdsregler, som også har en økonomisk konsekvens. Det vurderes at forholdsreglerne vil være:

- > Fjernelse af eternitstøv med støvsuger, mens der bores eller skrues i det eksisterende tag. Dette kræver en ekstra mand til at styre støvsugeren.
- > Benyttelse af åndedrætsværn under arbejdet med etablering af nye lægter. Der er regnet med halvmaske med P2 filter.

Da der benyttes støvsuger til fjernelse af eternitstøv vil der være en meget begrænset spredning af eternitstøv til omgivelserne, og eksponering af brugerne af bygningen, mens arbejdet pågår, vurderes at være ubetydelig, sammenlignet med eksponeringen af håndværkerne.

Der er ikke fundet danske målinger, der illustrerer den mulige eksponeringskoncentration ved indkapsling af skifereternit. Litteraturgennemgangen i fase 0 gennemgår ét studium eksponeringsniveauerne for asbest ved indkapsling (Maino, et al., 1995). Et eternittag blev indkapslet af et dæklag af lette plader. Der blev boret huller i eternitpladerne for at forankre et skelet af trælister som bærer de lette plader. Inden gennemboring af pladerne blev overfladen forsejlet af en ikke nærmere beskrevet lak. Målinger af asbestfibre i luften blandt eksponerede var på 0,025-0,027 fibre/cm³ (min-max), hvilket var højere end blandt kontroller (arbejdstagere, som ikke var direkte eksponerede) 0,0005-0,01 fibre/cm³. I den her beskrevne case - fibercement-tag med indhold af asbest er der ikke benyttet lak til indkapsling, og koncentrationerne kan derfor meget vel være højere end målt i undersøgelsen. Vi vil derfor i denne case regne med, at koncentrationen vil kunne være 0,03 fibre/cm³, som er lidt højere end den højest målte

værdi, og at beskyttelsesfaktoren ved benyttelse af halvmaske med P2 filter vil være 10, hvorved grænseværdien netop er overholdt.

Lang sigt. De sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt består i, at der er en risiko for, at der spredes eternit-stumper og derved asbeststøv i loftrummet. Som beskrevet ovenfor er der placeret isolering mellem spær, og der er indvendigt opsat gipsplader på spærene. Der er ikke konstateret eternit-stumper eller støv i loftrummet. På den baggrund antages eksponering af brugerne af bygningen (når de benytter loftsrummet) i de næste 25 år at være meget begrænset. Der er ikke fundet data, som kunne illustrere, hvilke koncentrationer der ville kunne findes i loftsrummet, og det er antaget, at eksponeringen formentlig er ubetydelig. I tilfælde, hvor eternitpladerne ikke er dækket af isolering og gipsplader må det forventes, at der samlet over en periode på 25 år ville kunne være en ikke ubetydelig samlet eksponering af brugerne af loftsrummet, selvom den samlede tid, hvor brugerne opholder sig i loftsrummet, er begrænset. Udenlandske undersøgelser har vist, at der i bygninger med tag af asbestholdigt eternit kan være koncentrationer op til 0,001 fibre/cm³ (sammenfattet i Lassen et al., 2021).

I det omfang der foretages arbejder, hvor der sker et gennembrud af taget - f.eks. ved gennemføring af ventilation eller etablering af vinduer, vil der kunne forekomme eksponering af håndværkere. Det er i denne konkrete case antaget, at der ikke foretages en ombygning af loftsrummet eller foretages gennembrud af taget i større omfang.

Desuden vil taget på langt sigt skulle saneres og det antages, at der på lang sigt vil være en eksponering af håndværkere, der mindst svarer til den eksponering, der nedenfor er beregnet for sanering. Der er ligeledes regnet med at eksponering af brugere af bygningen ved saneringen også vil tilsvare eksponeringen ved sanering i dag. Der vil ved en fremtidig saneringssituation meget muligt være krav om inddækning af arbejdsområdet for sikring af spredning af støv til omgivelserne, men da der ikke er konkrete planer om i fremtiden at stille krav om dette, er der her regnet med, at der ikke vil være krav.

Sanering

Kort sigt. De sundhedsmæssige konsekvenser handler først og fremmest om, at håndværkerne, der udfører saneringen, udsættes for asbeststøv, i det omfang de nødvendige værnemidler ikke giver tilstrækkelig beskyttelse, eller i det omfang værnemidlerne slet ikke benyttes.

Det antages, at mandskabet er uddannet til at udføre saneringsarbejde, og at de benytter turbo-halvmasker med P3 filter og overtræksdragter. Der benyttes ikke støvsuger til fjernelse af asbeststøv.

Bilag 5 til Arbejdstilsynets vejledning om asbest (AT, 2019) angiver for nedtagning af let til stærkt forvitrede tag- og vægplader af asbestcement, at man skal regne med koncentrationer på 0,03-0,32 fibre/cm³, hvis pladerne er tørre. Det angives, at resultaterne givetvis også omfatter ikke-asbest fibre. Det skal bemærkes, at bilaget er publiceret i 2005, og koncentrationerne muligvis ikke er

repræsentative for situationen i dag. Der er ikke fundet faktiske målinger, der illustrerer eksponeringskoncentrationer ved arbejde specifikt med asbestholdig skifereternit under nuværende danske forhold.

Fra Litteraturgennemgangen i fase 0 gennemgår ét studium eksponeringsniveauerne for asbest ved nedtagning af eternittag (Maino, et al., 1995). I alt 25 personbårne målinger blev foretaget og koncentrationerne varierede fra 0,0057 til 0,174 fibre/cm³. Det er ikke angivet, hvilken type af eternittag, der er tale om.

Den franske database over målinger af asbest-koncentrationer ved forskellige typer af arbejde fra perioden 2012 til 2020 (INRS 2020) indeholder et stort antal målinger ved forskellige typer af arbejde ved sanering af asbestholdige tagplader. For arbejder med asbestholdige tagplader, hvor der anvendes tørre metoder (dvs. materialerne sprayes ikke med vand mens arbejdet pågår), er der i databasen 3674 målinger opdelt på forskellige trin i arbejdet. Et simpelt gennemsnit af alle arbejder er 0,2 fibre/cm³, mens 95% fraktilen i gennemsnit er tre gange højere end gennemsnittet (datasættet muliggør ikke en præcis beregning af den samlede 95% fraktil). Det skal bemærkes, at frigivelsen af asbeststøv ved fjernelse af skifereternit må forventes at være relativt høj sammenlignet med fjernelse af bølgeeternitplader. For en worst case beregning vil der her regnes med, at eksponeringskoncentrationen (8-timer vægtet gennemsnit) er 0,2 fibre/cm³, og beskyttelsesfaktoren for de anvendte åndedrætsværn er 40. Herved regnes der med en worst case værdi lidt højere end den nuværende danske grænseværdi. Målingerne er foretaget med TEM og dermed med den samme metode, som danner basis for den benyttede dosis-respons relation. Det skal bemærkes, at der er stor variation mellem koncentrationer målt fra forskellige lande (som refereret i Lassen et al., 2021) hvoraf de laveste er hollandske undersøgelser, som for arbejder med asbest-cement angiver langt lavere koncentrationer, idet 90% fraktilerne for forskellige typer arbejder typisk var omkring 0,001 fibre/cm³.

Da der ikke benyttes støvsuger til fjernelse af eternitstøv, og arbejdsstedet ikke er inddækket, vil der være mulighed for spredning af eternitstøv til omgivelserne og eksponering af brugerne af bygningen, mens arbejdet pågår. Der er ikke fundet eksempler på målte koncentrationer i bygninger, mens der pågår fjernelse af et asbesttag. Eksponeringen sker ved at støv frigivet fra arbejdsstedet ved almindeligt luftskifte eller gennem åbne vinduer vil finde vej til rummene i bygningen. Med et luftskifte på ½ gang i timen, vil koncentrationen indendørs ret hurtigt nærme sig koncentrationen i luften umiddelbart omkring bygningen. Koncentrationen må forventes kun at være nogle få procent af den koncentration, der er i indåndingszonen på arbejdsstedet, men da brugerne af bygningen ikke anvender åndedrætsværn vurderes det, at den faktiske udsættelse meget vel kan være betydelig sammenlignet med udsættelsen af håndværkerne, der udfører arbejdet som bærer halvmaske med turboenhed og P3 filter. Der er her i mangel af faktiske data regnet med, at koncentrationen indendørs mens arbejdet pågår kan være 1% af koncentrationen i indåndingszonen på arbejdsstedet svarende til 0,002 fibre/m³, lidt under grænseværdien for asbeststøv i arbejdsmiljøet.

Lang sigt. Asbeststøv, som er spredt til omgivelserne ved saneringen, kan i princippet på langt sigt medføre en sundhedsmæssig konsekvens for beboere eller naboer. Støvet fra selve saneringen er dog kun et enkelt bidrag til niveauet af asbest i jorden omkring bygningen, som vil have modtaget støv fra taget gennem hele brugsperioden. Der er ikke regnet på betydningen af et eventuelt bidrag til langsigtet eksponering af beboerne via omgivelserne, idet der ikke er fundet aktuelle målinger i litteraturen, som kan belyse dette, og at bidraget fra selve saneringen kun vil udgøre en del af den asbest, der vil kunne være i den omgivende jord.

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere og brugere af bygningen for de to løsninger er angivet i nedenstående tabel.

Tabel 9 Eksponeringsparametre ved sanering versus indkapsling.

Parameter	Indkapsling		Sanering
	Kort sigt	Lang sigt (sanering efter endt levetid)	Kort sigt
Håndværkere, mm:			
Antal arbejdstagere eksponeret	2	4	4
Antal dage a' 7,5 timer pr. person	3	10	5
Anvendte værnemidler og afværgeforanstaltninger	Åndedrætsværn P2 Støvsugning under borearbejde	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Meget muligt at der vil være inddækning af arbejdsområdet for sikring af spredning af støv til omgivelserne (hvis dette bliver krav)	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Ingen krav om inddækning eller brug af støvsugning.
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration	0,03 fibre/cm ³	0,2 fibre/cm ³	0,2 fibre/cm ³
Beskyttelsesfaktor, åndedrætsværn	10	40	40
Effektiv indåndingskoncentration	0,003 fibre/cm ³	0,005 fibre/cm ³	0,005 fibre/cm ³
Brugere af bygningen:			
Antal brugere af huset eksponeret	20	20	20
Periode som eksponeringen forgår over	3 dage	10 dage (senere sanering) 25 år (muligt støv i loftsrum)	5 dage

Parameter	Indkapsling		Sanering
	Kort sigt	Lang sigt (sanering efter endt levetid)	Kort sigt
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration, brugere	Ingen data, antages at være ubetydelig	Antages at der er krav om inddækning og eksponering af brugere er ubetydelig	0.012 fibre/cm ³

5.1.6 Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger

Sundhedsmæssige konsekvenser. Ved at kombinere den effektive indåndingskoncentration med den beregnede eksponeringsfaktor og antallet af person-eksponerings år, findes antallet af tilfælde i begge scenarier. Nedenstående tabel præsenterer antallet af tilfælde associeret med henholdsvis begge cases og arbejdstagere/brugere af bygningen. Indkapsling af asbesttaget medfører dobbelt så mange tilfælde end saneringen, både for arbejdstagere og brugere af bygningen. Det skyldes, at mens den effektive indåndingskoncentration ved selve indkapsling er 40% lavere end selve sanering af det indkapslede tag, er eksponeringstiden under sanering af det indkapslede tag dobbelt så lang som i saneringsscenarioet; som også præsenteret i ovenstående afsnit.

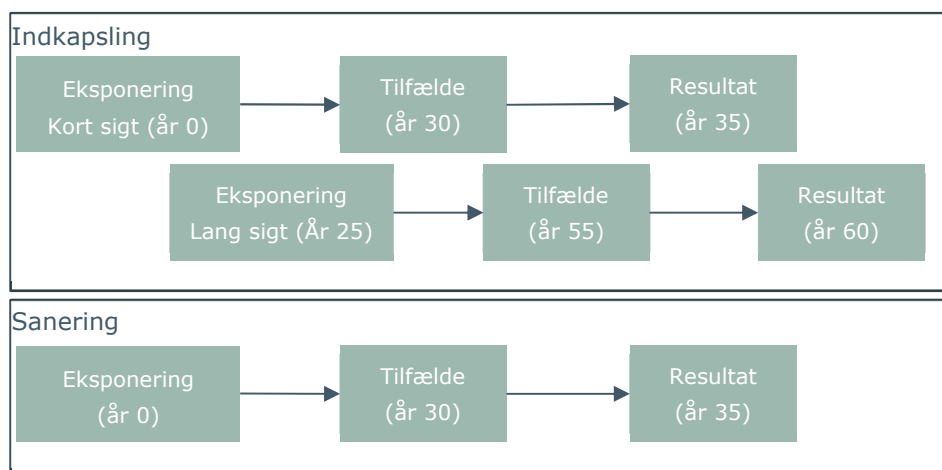
Tabel 10 Beregnet antal sygdomstilfælde.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, arbejdstagere	0,0000009	0,0000004
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, brugere af bygningen	0,000002	0,000001

Sundhedsmæssige omkostninger

Figur 2 sammenfatter tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat. Det endelige resultat foreligger 5 år efter fremkomsten af sygdommen, idet det antages at patienterne er syge i 5 år. Antagelsen er den samme som anvendt i lignende studier om kræfttilfælde associeret med asbest eksponering på arbejdspladsen (Garret et al., 2021). Det kan ses, at tidslinjen er længere for indkapslingsløsningen (60 år) sammenlignet med saneringsløsningen (35 år). For begge scenarier beregnes dog omkostninger for en 60 år periode, fordi sundhedsomkostningerne svarer til nul efter år 35 i saneringsscenarioet. Der henvises til metodebeskrivelsen for en mere detaljerede gennemgang af beregningsmodellen.

Figur 2 Tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat.



Tabel 11 præsenterer de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger, målt i nutidsværdi, og de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger over 60 års perioden. Indkapsling har samfundsøkonomisk set en marginalt højere sundhedsomkostning end sanering. Ved sammenligning af de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger ses dog en markant forskel, hvor indkapsling er omkring dobbelt så dyrt som sanering.

Betalingsvillighed i relation til at undgå død udgør næsten hele den samfundsøkonomiske og kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostning i begge scenarier. Det skyldes, at betalingsvilligheden i relation til død er ca. 10 højere end den næststørste faktor (betalingsvillighed i relation til at undgå sygdom).

Tabel 11 Beregnet sundhedsomkostning til samfundet.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger, nutidsværdi, kr. (år 0-60)	12 kr.	10,4 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>11 kr.</i>	<i>9,7 kr.</i>
Kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger, kr. (år 0-60)	71 kr.	35 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>69 kr.</i>	<i>33 kr.</i>
Samlet diskonteringsfaktor (kumuleret vs. nutidsværdi), %	16 %	30 %

Fra et samfundsøkonomisk perspektiv, har tidspunktet for eksponeringen en stor effekt på de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger. Den samfundsøkonomiske tilgang kræver nemlig, at omkostninger i fremtiden diskonteres. Ved indkapsling er der en kort- og en langsigtet eksponering. Den langsigtede eksponering forgår i år 25, på det tidspunkt, hvor de asbestholdige materialer skal

fjernes. Med den benyttede latenstid medfører denne eksponering, at sygdomstilfældene med den benyttede model først vil vise sig i år 55. Effekten af diskontering i år 55 er dobbelt så højt som effekten af diskontering i år 30, hvor tilfældene fra sanering og den kortsigtede eksponering vil vise sig. Som nævnt ovenfor medfører sanering kun marginalt lavere samfundsøkonomiske sundhedskostninger. For den kumulerede samfundsmæssige sundhedskostning er omkostningerne ved indkapsling ca. dobbelt så høje som ved sanering. Forskellen kan forklares gennem effekten af diskonteringsrenten. Ved indkapsling svarer nutidsværdien til 16% af den kumulerede sundhedskostning, mens det kun er 30% for saneringsscenariet.

5.1.7 Sammenligning af løsninger og diskussion

Bygherrerelaterede omkostninger. Som det fremgår af afsnit 5.1.4 er de samlede projektrelaterede omkostninger i nutidsværdi ved sanering opgjort til 2.162 t. kr., mens de samlede projektrelaterede omkostninger ved indkapsling er opgjort til 1.269 t. kr.

De højere omkostninger ved saneringsløsningen skyldes dels omkostninger til overdækning af stillads, dels at omkostninger til sanering af taget ved indkapslingsløsningen ligger sidst i perioden. Grundet diskontering, bliver nutidsværdien af denne omkostning mindre end hvis den lå først i projektperioden. Det er antaget, at tagbeklædningen i begge tilfælde vil skulle fjernes efter 25 år, og at omkostningerne til etablering af et nyt tag på det tidspunkt vil være de samme for de to løsninger, når først tagbeklædningen er fjernet.

Den økonomiske analyse er – i denne case – afgrænset til selve omkostningerne i byggefasen og i forbindelse med nedtagning af taget efter endt levetid.

Der kan dog også være andre omkostninger og potentielle gevinster for bygherrer, som kan være relevante at tage i betragtning, når valget står mellem indkapsling eller sanering. Fælles for disse omkostninger og potentielle gevinster er, at de skal evalueres over en længere tidshorisont og vedrører aktiviteter, som ikke er planlagt på det tidspunkt valget mellem indkapsling og sanering foretages. Det har derfor ikke været muligt at medtage disse i beregningerne. I det følgende beskrives nogle af disse omkostninger og potentielle gevinster.

- > *Værdistigning af ejendommen som følge af tagforbedring:* Et nyt eller forbedret tag kan antages at øge ejendommens værdi. Ejendommens værdi må dog forventes at stige mest ved et helt nyt tag frem for en løsning, hvor der etableres et nyt tag ovenpå det eksisterende tag. Størrelsen af den potentielle værdistigning af ejendommen kan dog være svær at fastsætte og vil i praksis afhænge af mange faktorer, f.eks. ejendommen generelle stand, beliggenheden mm. Faktorer såsom ejendommen generelle stand, beliggenhed og potentiel værdistigning vil være betydelige beslutningsparametre, når en offentlig eller privat bygherre skal træffe beslutning om valget mellem indkapsling eller sanering.

- > *Potentiel kortere levetid og forøget risiko for brand ved indkapsling:* Indkapsling, hvor man lægger et nyt tag ovenpå det gamle tag, har den ulempe, at man i udgangspunktet ikke ved, hvilken stand tagkonstruktionen er i. Hvis konstruktionen er i mindre god stand, og man monterer et nyt tag herpå, risikerer man at forkorte levetiden på det nye tag. Den potentielle kortere levetid på taget, kan også på sigt medføre større omkostninger for bygherre ved reparation og vedligehold.
- > *Arbejder hvor taget gennembrydes:* Ved arbejder, der indebærer et gennembrud af taget, fx i forbindelse med etablering af ventilationshætter eller tagvinduer, vil der være øgede omkostninger, fordi de udførende håndværkere skal bære værnemidler, og spredning af støv skal undgås.
- > *I tilfælde af brand eller stormskader:* I tilfælde af brand, der involverer taget, eller i forbindelse med stormskader vil det være dyrere at rydde op, hvis der er spredt asbestholdige tagmaterialer til omgivelserne.
- > *Udskydelse af omkostninger til asbestrelateret arbejde ved indkapsling:* Ved indkapsling kan man argumentere for, at man i princippet skyder omkostninger relateret til asbestarbejde ud i fremtiden. Det gamle tag bestående af asbestplader vil på et tidspunkt skulle skiftes og bortskaffes, og omkostningerne hertil kan potentielt risikere at blive større i fremtiden. Asbestarbejderne vil potentielt være mere omfangsrige, og deponiomkostningerne til asbestaffald kan være større end i dag – også når der tages højde for den generelle pris- og lønudvikling.

Samfundsmæssige omkostninger. Den samlede asbest-eksponering af håndværkerne vil være større ved indkapslings-løsningen. På det foreliggende grundlag er den samlede eksponering på langt sigt ved indkapslingsløsningen beregnet at være ca. dobbelt så stor som ved saneringen, bl.a. fordi den forventede senere sanering er antaget at tage længere tid, fordi der skal fjernes to lag tagbeklædning.

I den konkrete case, hvor der under skifereternitten er isolering og gipsplader, vurderes eksponeringen af brugere af bygningen, der fra tid til anden benytter loftsrummet at være ubetydelig. I tilfælde, hvor der ikke er beklædning under skifereternitten (ikke kendskab til konkret case), kan det ikke afvises at den samlede eksponering af brugerne af bygningen over en periode på 25 år kunne være af betydning for en sammenligning af de to løsninger, men der er ikke regnet på dette, fordi der er ikke fundet data, der dokumenterer den mulige eksponering af brugerne af huset. Ud fra en antagelse om at asbestholdig luft med det almindelige luftskifte vil trækkes ind i huset, og brugerne ikke benytter værnemidler, kan det på det foreliggende grundlag ikke afvises, at den samlede eksponering af brugere af huset faktisk overstiger den samlede eksponering af de udførende håndværkere.

De samfundsøkonomiske sundhedsmkostninger er næsten lige store for de to løsninger, fordi diskonteringen betyder, at den senere forekomst af sygdomstilfælde ved indkapslingsløsningen reducerer de beregnede samfundsøkonomiske omkostninger. De kumulerede samfundsmæssige sundhedsmkostninger er ved

indkapslingsløsningen ca. dobbelt så store som ved en saneringsløsning. De samlede samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger er dog i begge tilfælde meget små sammenlignet med de erhvervsøkonomiske omkostninger ved de to løsninger.

Konklusionernes robusthed

Bygherrerelaterede omkostninger. Som for alle cases, er der en række usikkerheder knyttet til beregningerne. Vi har valgt at beregne på baggrund af de ud fra vores erfaringer mest anvendte løsninger, og at materialerne skiftes én til én. Hvis der anvendes andre løsninger eller skiftes til andre materialer, ville beregninger være anderledes og potentielt fører til et andet resultat.

Samfundsmæssige omkostninger. Der er en række usikkerheder knyttet til beregningen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. De største usikkerheder vurderes at være knyttet til den anvendte dosis-respons relation og eksponeringskoncentrationerne. De benyttede mål for betalingsvillighed er naturligvis behæftet med en hvis usikkerhed, men værdierne er generelt anerkendte i samfundsøkonomiske vurderinger. Hvad angår dosis-respons relationen er der sammenlignet med værdierne anvendt af ECHA/RAC (2021) benyttet en dosis-respons relation, som resulterer i et større antal sygdomstilfælde. De anvendte eksponeringskoncentrationer vurderes at være worst case koncentrationer, og de faktiske koncentrationer kan meget vel være betydeligt lavere. Det er som worst case antaget, at beboere af bygningen eksponeres for lave koncentrationer, men der er ikke fundet dokumentation for at en sådan eksponering vil kunne finde sted. Det vurderes på denne baggrund som meget sikkert, at de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger af eksponeringen af arbejdstagerne og brugere ved den konkrete case er meget små sammenlignet med de samlede erhvervsøkonomiske omkostninger af hhv. sanering og indkapsling. Som det illustreres af beregningerne, kan eksponering af brugerne af bygningen godt være af betydning sammenlignet med eksponering af arbejdstagere, der benytter værnemidler under arbejdet. I andre tilfælde, hvor der med en indkapslingsløsning kunne ske daglig eksponering af brugerne ved lave eksponeringsniveauer (f.eks. et loftsrum med direkte kontakt med de asbestholdige plader), kan det ikke afvises, at den samlede eksponering af brugerne over en 25-årig periode kunne resultere i en samlet eksponering, som var mindst af samme omfang som eksponeringen af arbejdstagere i forbindelse med en sanering. Sammenligningerne er således meget følsomme i forhold til antagelserne vedrørende isolering og plader mellem og under spærene og udnyttelsen af loftsrummet. I det tilfælde hvor isolering var placeret på loftsgulvet, og luftet blev benyttet til eksempelvis tørreloft, ville eksponering af beboere formentlig kunne give et betydeligt bidrag til de sundhedsmæssige omkostninger ved indkapslingsløsningen.

5.2 CASE 2 – Indvendige loftplader med indhold af asbest

5.2.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation

Nedtagning af loftplader

I den aktuelle case renoveres en afdeling af et hospital, hvor der skal etableres lægeuddannelse. Et område på 4000 m². Bygningen er fra 1974 med forekomster af både blymaling og asbest, og der foretages en total sanering af samtlige overflader, herunder loftplader med indhold af asbest, der forekommer som perforerede plader og som glatte plader, ofte pålimet et tyndt lag mineraluld på oversiden. En meget udbredt type er Dæmpa-pladen, som måler 40 X 60 cm. Pladerne blev benyttet i stor stil i tidsrummet 1957 til 1976. Dæmpa-plader blev anvendt i mange former for bygninger, både kontorbygninger, fabriksbygninger og offentlige bygninger.

I denne Case er bygherre er en Region, og bygningen er et ældre hospital. Lofterne fandtes oprindeligt i det meste af hospitalet, men en del er blevet udskiftet trinvis over de sidste mange år. I dag findes der stadig mange områder af hospitalet med Dæmpa-lofter med asbest.

Inden projektet startede, blev der gennemført en tilbundsående undersøgelse og fuldstændig screening af asbest, PCB og blymaling. Screeningen viste indhold af asbest i loftpladerne. Regionen valgte en saneringsløsning.

5.2.2 Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes

Sanering

Saneringsløsningen består i denne case i fjernelse af loftplader.

Loftpladerne er sømmet fast på et underlag af trælægter, som igen er stroppet op til det overliggende etagedæk. Da loftpladerne er sømmet, er det ikke muligt at nedtage dem, uden at de knækker, og der vil derfor frigives en del støv under nedtagningen. Arbejdet er derfor støvende indvendigt asbestarbejde, som skal udføres efter Arbejdstilsynets retningslinjer vedrørende anvendelse af personlige værnemidler, aflukning af arbejdsområdet og sikring af arbejdsområdet i forhold til adgang for folk, som ikke benytter værnemidlerne.

Kun loftplader fjernes, da det overliggende gitter af lægter kan genbruges.

Arbejdsområdet skal indeles i passende delområder, der indrettes, som saneringsceller med undertryk og adgang gennem sluse.

De nedtagne loftplader pakkes i tætsluttende plastposer eller lignende og poserne fjernes inden slutrengøring af saneringscellen.

Hele saneringscellen skal rengøres grundigt efter fjernelse af loftpladerne. Lægte-gitter støvsuges grundigt inden montering af nye plader.

Indkapsling

Indkapslingsløsningen består i denne case i, at loftpladerne bevares, og der monteres to lag gips på de eksisterende loftplader.

Det forudsættes, at det eksisterende underlag i form af lægte-gitter har den fornødne styrke til at kunne bære to ekstra lag gips.

Uden på de eksisterende loftplader monteres lister som underlag for nye gipsplader. Ved denne montering må der ikke forbores gennem de eksisterende loftplader, da det vil frigive borestøv, som indeholder asbest. I stedet benyttes selvskærende skruer.

Under montage af lister vil der være risiko for, at loftplader knækker/flækker. Der er dermed risiko for asbestpåvirkning/-støvd udvikling, så arbejdsopgaven skal betragtes som potentielt støvende arbejder med dertil hørende foranstaltninger.

5.2.3 Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?

Indkapsling

Så længe loftpladerne er hele og uskadte uden revner eller huller, er der ikke risiko for spredning af støv, og medmindre andre forhold taler for det, vil disse loftplader ikke blive indkapslet eller saneret.

Hospitalets politik er, at enkelte plader udskiftes, hvis pladen har fået beskadiget overfladen eller der er slået hul i pladen. Denne operation kræver en lokal saneringscelle (telefonboks-løsning), og løsningen er forholdsvis omkostnings tung.

Hvis et helt rum ønskes saneret, skal der søges om midler til opgaven, og økonomien kan derved være medvirkende årsag til at indkapsling vælges.

Indkapslingsløsningen kan gøres hurtigere end sanering, så tidsperspektivet kan ligeledes være en faktor.

Der kan desuden være indretningsmæssige forhold eller eksisterende teknisk udstyr i det berørte lokale, som vanskeliggør en sanering.

Sanering

Hospitalet er klar over, hvor der er asbestlofter, og det er ønsket, at alle disse lofter skal udskiftes på sigt.

Der er flere faktorer, som kan komme i betragtning i valget af sanering:

- > Omfanget af den renovering, som påtænkes sat i værk i et lokale eller område. Bliver en større del af loftet involveret i renoveringen, skiftes hele loftet.
- > Hensynet til patienter og pårørende, så man ikke risikerer, at de udsættes for asbest.
- > Økonomi. Sanering af alle lofter kan ikke ske på én gang.
- > De områder, hvor der er størst risiko for asbestforurening fra lofterne, prioriteres højest.
- > Bygherrens ønske om at "rense" sin bygning for sundhedsskadelige stoffer.

5.2.4 Økonomiske konsekvenser for bygherre

Indkapsling

Kort sigt. Den kortsigtede økonomiske konsekvens for bygherre er en besparelse, da udgifter til fjernelse af det eksisterende loft udgår. Der skal dog medregnes udgifter til etablering af nye lister for gipsmontage.

Lang sigt. Den langsigtede økonomiske konsekvens for bygherre er, at en fremtidig nedtagning af loftet vil være mere besværlig, og der vil genereres mere asbestholdigt affald, da gipspladerne sandsynligvis også skal betragtes som asbestholdigt. Der skal desuden medregnes risikoen for, at der på et tidspunkt skal etableres gennemføringer gennem loftet. Dette vil kræve lokale foranstaltninger til sikring mod støv-spredning (telefonboks-løsning).

Sanering

Kort sigt. Fjernelse af asbestholdige loftplader i et område kræver en øget bevilling til det planlagte renoveringsarbejde.

Lang sigt. Det vurderes, at der ikke er hverken økonomiske- eller sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt ved sanering.

Enhedsomkostninger for de to løsninger

Fastsatte enhedsomkostninger for de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Enhedsomkostninger er fastsat af COWI ud fra generelle erfaringstal.

Tabel 12 Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Indkapsling angivet i kr./m²

Opsætning af to lag gips på eksisterende loftplader	Enhed	Pris (kr.)
Opsætning af nye lister, som underlag for nye gipsplader + opsætning af to lag gips	Pr. m2 loft	550

Etablering af saneringscelle, værnemidler og rengøring	Pr. m2 loft	80
Spartling	Pr. m2 loft	120
Maling	Pr. m2 loft	90
Flytning af lamper mm. monteret på loftet.	Pr stk.	800
Stillads eller arbejdsplatform	100 m ²	25000
Byggepladsomkostninger	Samlede omkostninger	6%
Affaldshåndtering	-	Inkl.
Gennemføringer i loftets levetid. 2 stk. Samlet pris for "Telefonboks-løsning"	Pr stk.	20.000
Demontering af loftplader inkl. værnemidler, saneringscelle, rengøring samt bortkørsel (inkl. gipsplader)	Pr. m ² loft	450

Tabel 13 Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Sanering angivet i kr./m²

Fjernelse af asbestholdige loftplader samt montering af nye asbestfrie plader med samme størrelse	Enhed	Pris (kr.)
Demontering af loftplader inkl. værnemidler, saneringscelle, rengøring samt bortkørsel (eks. gipsplader)	pr. m2 loft	250
Demontering af loftplader af gips (efter endt levetid, antaget 70 år)	Pr. m ² loft	100
Montering af nye loftplader på eksisterende lægter.	pr. m2 loft	450
Stillads eller arbejdsplatform	100 m ²	25000
Byggepladsomkostninger	Samlede omkostninger	6%
Affaldshåndtering	-	Inkl.

Samlede projektrelaterede omkostninger

I den aktuelle case blev ca. 4000 m² asbestholdige lofter udskiftet med loftplader uden asbest. Indkapslingsløsningen var aldrig på tale i den aktuelle sag, og hospitalets holdning er også, at man aldrig ville indkapsle så stort et område. I nedenstående beregninger af de samlede omkostninger tages derfor udgangspunkt i et loft på 100 m².

De samlede projektrelaterede omkostninger for bygherre af de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Omkostningerne er angivet i nutidsværdi, dvs.

at omkostningerne hen over projektperioden er tilbagediskonteret og opgjort i 2022-priser. Konkret for begge løsninger er projektperioden sat til 25 år, de indkapslede loftsplader vil teknisk set kunne holde længere men det antages, at der inden for maksimalt 25 år vil skulle ske en renovering der indebærer at loftet skal saneres. I forhold til beregningsforudsætninger henvises der til notatet 'Illustrative cases: Forord, sammenfatning og Indledning med metodebeskrivelse'.

Tabel 14 Samlede bygherre-relaterede omkostninger (og fordelt på arbejder) ved sanering versus indkapsling.

Indkapsling /sanering af loftplader	Nutidsværdi, kr. (2022)
A) Opsætning af to lag gips på eksisterende loftplader.	
Kort sigt	
Opsætning af nye lister, som underlag for nye gipsplader + opsætning af to lag gips	77.440
Etablering af saneringscelle, værnemidler og rengøring	8.000
Spartling	16.896
Maling	12.672
Flytning af lamper mm. monteret på loftet. Der regnes med 10 stk.	11.264
Stillads eller arbejdsplatform	35.200
Byggepladsomkostninger	12.588
Affaldshåndtering	-
<i>Samlet kort sigt</i>	<i>174.060</i>
Gennemføringer i loftets levetid. 2 stk. Samlet pris for "Telefonboks-løsning"	56.320
Demontering af loftplader inkl. værnemidler, saneringscelle, rengøring samt bortkørsel (inkl. gipsplader, efter endt levetid - antaget 25 år)	24.718
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>255.098</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>2.551</i>
Sanering af loftplader	
B) Lofter udskiftes med asbestfrie loftplader i samme størrelse	
Demontering af loftplader inkl. værnemidler, saneringscelle, rengøring samt bortkørsel	35.200
Demontering af loftsplader af gips (efter endt levetid, antaget 25 år)	5.493
Montering af nye loftplader på eksisterende lægter.	63.360
Stillads eller arbejdsplatform	35.200
Byggepladsomkostninger	8.026
Affaldshåndtering	-

Indkapsling / sanering af loftplader	Nutidsværdi, kr. (2022)
Tiltagsomkostninger i alt	147.279
Tiltagsomkostninger i alt/m ²	1.473
Forskel	
Sc. A vs. sc. B - kr.	-107.819
Sc. A vs. sc. B - kr./m ²	-1.078

Note: Baseret på renovering af 100 m² loft

Som det ses i tabellen ovenfor, er de samlede projektrelaterede omkostninger ved sanering opgjort til 147 t. kr. Ved indkapsling er de samlede projektrelaterede omkostninger på kort sigt opgjort til 174 t. kr., mens det samlet på lang sigt er opgjort til 236 t. kr. Saneringsløsningen er således på lang sigt 108 t. kr. billigere end indkapslingsløsningen.

Som det ses, er saneringsløsningen billigere end indkapslingen på både kort og lang sigt. Dette skyldes fortrinsvis, at de asbestholdige plader kan udskiftes en til en med asbestfrie plader i samme størrelse. Derudover undgås udgifter til maling, spartling, "telefonboksløsninger" mm.

5.2.5 Sundhedsmæssige konsekvenser

Indkapsling

Kort sigt. Sundhedsmæssigt vil indkapslingen have betydning for de håndværkere, som skal montere det nye loft uden på det asbestholdige loft. Der er risiko for at håndværkerne udsættes for asbeststøv, især hvis der under arbejdet sker en utilsigtet hændelse, hvor en eller flere af de asbestholdige loftplader falder ned eller knækker.

Arbejdet med fastgørelse af lister på det eksisterende loft skal betragtes som potentielt støvende asbest-arbejde og følgende forholdsregler skal iværksættes:

- > Opbygning af saneringscelle med sluse-adgang.
- > Der skal benyttes værnemidler bestående af heldragt og åndedrætsværn P2 turbo-filter.

Da der opbygges en saneringscelle, vil der være en meget begrænset spredning af eternitstøv til omgivelserne og eksponering af brugerne af bygningen, mens arbejdet pågår, vurderes en mulig eksponering til asbest spredt til omgivelserne at være ubetydelig, sammenlignet med eksponeringen af håndværkerne.

Der er ikke fundet danske eller udenlandske målinger, der illustrerer den mulige eksponeringskoncentration ved indkapsling af loftsplader, men nedenfor angives resultater af målinger ved nedtagning af asbestholdige loftsplader. Der vil her regnes med, at koncentrationen ved indkapsling vil være lavere end ved

fjernelse af loftspladerne, fordi man kun i mindre grad ødelægger materialet, og som worst case antages det, at middelkoncentrationen kan være 0,1 fibre/cm³.

Mulig eksponering af brugere af hospitalet ved indkapslingen er antaget at være ubetydelig, da den opbyggede saneringscelle vil forhindre spredning af asbest til den øvrige del af hospitalet.

Lang sigt. Der vil ved indkapslingsløsningen være en risiko for, at der på et tidspunkt skal etableres gennemføringer gennem loftet. Der er ikke fundet data som kan illustrere, i hvilket omfang sådanne arbejder vil pågå. Sammenlignet med den eksponering, der vil være ved selve indkapslingen og ved den senere sanering, antages eksponeringen ved eventuelle gennemføringer at være lille, hvis de nødvendige foranstaltninger etableres. Der vil være en risiko for, at håndværkere uden kendskab til det underliggende asbestloft borer gennem loftet uden brug af værnemidler. I sådanne tilfælde vil den samlede eksponering af håndværkerne (fordi der ikke skal divideres med en beskyttelsesfaktor) meget vel kunne være af samme størrelsesorden som ved indkapsling eller sanering.

Der er her regnet med, at der i begrænset omfang vil kunne være arbejder på loftet, og at håndværkerne er opmærksomme på, at der er asbest. Det antages derfor, at arbejdet vil foretages med brug af personlige værnemidler og lokale foranstaltninger til sikring mod støv-spredning (telefonboks-løsning). Middelkoncentrationen er som worst case sat til 0,1 fibre/cm³.

På langt sigt skal loftet saneres, og her vil der være en eksponering af håndværkerne, som vil være større end ved den sanering, som der her er angivet. Det skyldes, at der skal håndteres både et gipsloft og et loft af asbestholdige plader ovenover. Gips mm. skal på dette tidspunkt håndteres som asbestholdigt. Der vil groft regnes med samme eksponeringskoncentration som ved sanering i dag, men da arbejdet vurderes at tage længere tid, vil den samlede eksponering ved arbejdet blive større.

Mulig eksponering af brugere af huset ved indkapslingen er antaget at være ubetydelig. Indkapslingen har netop til formål at mindske den eksponering af brugerne til asbeststøv fra loftet, der ellers vil være.

Sanering

Kort sigt. De sundhedsmæssige konsekvenser handler først og fremmest om, at håndværkerne, der udfører saneringen, udsættes for asbeststøv, i det omfang de nødvendige værnemidler ikke giver tilstrækkelig beskyttelse, eller i det omfang værnemidlerne slet ikke benyttes.

Det antages, at mandskabet er uddannet til at udføre saneringsarbejde, og at de benytter turbo-halvmasker med P3 filter og overtræksdragter. Der benyttes støvsuger til fjernelse af asbeststøv.

Der er i forbindelse litteraturstudiet i dette projekt fundet en undersøgelse fra 1989 af asbestfibermålinger i Danmark under arbejdet ved nedtagning af lofter (Bælum og Staun, 1989). Loftspladerne var af typen Asbetolux, bløde og med et

asbestindhold på 25%. Ti stationære målinger viste koncentrationer på 0,46-2,21 fibre/cm³. Fjorten personbårne målinger ved nedtagning viste koncentrationer i intervallet 1,09-8,70 fibre/cm³ med en middelværdi på 2,5 fibre/cm³. Fire personbårne målinger ved rengøring viste koncentrationer i intervallet 0,02-2,79 fibre/cm³ med en middelværdi på 0,50 fibre/cm³. Det skal bemærkes, at der med stationære målinger før nedtagningen blev målt koncentrationer i lokalet på 0,11 fiber/cm³ (dvs. 37 gange den nuværende grænseværdi i arbejdsmiljøet).

Ved arbejdet blev der benyttet heldækkende beskyttelsesdragt og helmaske af typen Powerflow med batteridreven motor og P3 støvfilter. Maskens beskyttelsesfaktor skulle i perfekt stand være 4000 gange (Bælum og Staun, 1989). Den målte beskyttelsesfaktor ved nedtagningen af lofter var henh. 334 og 400 målt på to personer, og den målte koncentration inde i masken var på henh. 0,02 og 0,004 fibre/cm³ (gennemsnit af tre målinger) - i begge tilfælde højere end den nuværende danske grænseværdi.

Perkins, et al. (2007) fandt i en undersøgelse fra USA i forbindelse med nedtagning af loftsplader koncentrationer på 0,46-2,21 fibre/cm³ ved 10 stationære målinger og 0,24-4,11 fibre/cm³ ved 15 personbårne målinger. I en anden undersøgelse fra USA, fandt Lange et al. (1996) ved nedtagning af loftsplader koncentrationer på 0,005-0,331 fibre/cm³ med en geometrisk middelværdi på 0,019 fibre/cm³ ved stationære målinger mens de personbårne målinger var i intervallet 0,005-0,154 fibre/cm³.

Eypert-Blaison et al. (2018) fandt i en fransk undersøgelse fra 2009-2010 en middelkoncentration på 0,35 fibre/cm³ ved fjernelse af sænkede lofter med asbest (målt med TEM, medianværdi på 0,15 fibre/cm³).

I en hollandsk undersøgelse er der angivet koncentrationer for en række processer, som involverer håndtering af plader ("Board" - ikke angivet specifikt som loftsplader). For forskellige processer blev der fundet en samlet middelværdi af 96 målinger på 5,1 fibre/cm³ (målt med SEM) (Spaan et al., 2019). Det er ikke angivet, hvor stor asbestindholdet i materialet var.

Det er usikkert, i hvilket omfang de gennemførte målinger er repræsentative for arbejdet, som det foregår i Danmark i dag. Hvis der regnes med en middelværdi et sted mellem de ældre danske målinger og de nyere franske på 1 fiber/cm³ og en effektiv beskyttelsesfaktor på 40 (se indledende kapitel) vil det resultere i en indåndingskoncentration på ca. 0,025 fibre/cm³. Målingerne inde i helmasken med turboenhed i undersøgelsen af Bælum og Staun (1989) var på henh. 0,02 og 0,004 fibre/cm³, og da der i dette scenarie anvendes halvmasker med turboenhed, vurderes det ikke at være urealistisk, at den resulterende indåndingskoncentration vil være 0,025 fibre/cm³ - næsten 10 gange den nuværende grænseværdi. Det kan dog på det foreliggende grundlag ikke afvises, at den kunne være højere end den benyttede værdi.

Arbejdet med sanering af de eksisterende lofter skal ske i en midlertidig opbygget saneringscelle, som er tæt og som kun har adgang gennem en tre-trins sluse. Støvspredningen til omgivelserne vurderes derfor at være minimale. Det kan ikke afvises, at der vil kunne være en lille eksponering af brugere af

bygningen, men sammenlignet med eksponering af de udførende arbejdstagere antages den at være meget lille og kun kunne bidrage ubetydeligt til den samlede eksponering ved arbejdet.

Lang sigt. Der vil ikke være eksponering af asbest på lang sigt, da al asbest er fjernet.

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere og brugere af bygningen for de to løsninger er angivet i nedenstående tabel.

Tabel 15 Eksponeringsparametre ved sanering versus indkapsling.

Parameter	Indkapsling			Sanering
	Kort sigt	Lang sigt (sanering efter endt levetid)	Lang sigt (vedligehold)	Kort sigt
Håndværkere, mm:				
Antal arbejdstagere eksponeret	2	4	1	4
Antal dage a' 7,5 timer pr. person	3	10	4	5
Anvendte værnemidler og afværgeforanstaltninger	Åndedrætsværn P2 Støvsugning under borearbejde	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Inddækning af arbejdsområdet for sikring af spredning af støv til omgivelserne (antaget at dette bliver krav)	Åndedrætsværn P2 Telefonboks-løsning	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Ingen krav om inddækning eller brug af støvsugning.
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration	0,1 fibre/cm ³	1 fiber/cm ³	0,1 fibre/cm ³	1 fiber/cm ³
Beskyttelsesfaktor, åndedrætsværn	10	40	10	40
Effektiv indåndingskoncentration	0,01 fibre/cm ³	0,025 fibre/cm ³	0,01 fibre/cm ³	0,025 fibre/cm ³
Brugere af bygningen:				
Antal brugere af huset eksponeret	-	-	-	-
Periode som eksponeringen forgår over	-	-	-	-

Parameter	Indkapsling			Sanering
	Kort sigt	Lang sigt (sanering efter endt levetid)	Lang sigt (vedligehold)	Kort sigt
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration, brugere *	Antages at være ubetydelig	Antages at være ubetydelig	Antages at være ubetydelig	Antages at være ubetydelig

5.2.6 Samlede samfundsmæssige sundhedsmæssige konsekvenser

Sundhedsmæssige konsekvenser. Som i de andre cases, findes antallet af tilfælde i begge scenarier ved at kombinere den effektive indåndingskoncentration med den beregnede eksponeringsfaktor og antallet af person-eksponeringsår.

Tabellen nedenfor præsenterer antallet af tilfælde af mesoteliom eller lungekræft med henholdsvis begge cases og arbejdstagere/brugere af bygningen. Det kan ses, at sygdomstilfælde er begrænset til arbejdstagere, fordi der vurderes en ubetydelig effekt for brugere af bygningen. Indkapsling af asbesttaget medfører dobbelt så mange tilfælde som saneringen. Det skyldes, at indkapsling medfører 50 person-eksponeringsdage, mens sanering medfører 20 person-eksponeringsdage.

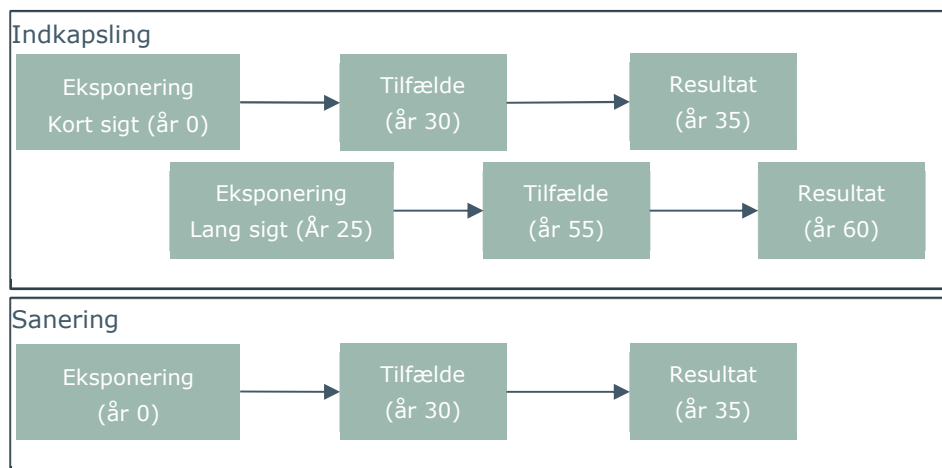
Tablet 16 Beregnet antal sygdomstilfælde og resulterende samfundsøkonomiske konsekvenser.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, arbejdstagere	0,0000045	0,0000021
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, brugere af bygningen	ubetydelig	ubetydelig

Sundhedsmæssige omkostninger

De sundhedsøkonomiske omkostninger følger den samme model som for alle cases. Figur 2 sammenfatter tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat. Det endelige resultat foreligger 5 år efter fremkomsten af sygdommen, idet det antages, at patienterne er syge i 5 år. Antagelsen er den samme som anvendt i lignende studier om kræfttilfælde associeret med asbesteksponering på arbejdspladsen (Garret et al., 2021). Det kan ses, at tidslinjen er længere for indkapslingsløsningen (60 år) sammenlignet med saneringsløsningen (35 år). Der henvises til metodebeskrivelsen for en mere detaljeret gennemgang af beregningsmodellen.

Figur 3 Tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat.



De samfundsøkonomiske sundhedsmkostninger præsenteres i Tabel 11, målt i nutidsværdi, og de kumulerede samfundsmæssige sundhedsmkostninger over 60 års perioden. Sanering har samfundsøkonomisk set en lidt lavere sundhedsmkostning end Indkapsling. Ved sammenligning af de kumulerede samfundsmæssige sundhedsmkostninger ses dog en markant forskel, hvor indkapsling er mere end dobbelt så dyrt som sanering. Det skyldes at den samlede eksponering ved indkapsling er markant højere end saneringen.

Betalingsvillighed i relation til at undgå død udgør næsten hele den samfundsøkonomiske og kumulerede samfundsmæssige sundhedsmkostning i begge scenarier. Det skyldes, at betalingsvilligheden i relation til død er ca. 10 højere end den næststørste faktor (betalingsvillighed i relation til at undgå sygdom).

Tabel 17 Beregnet sundhedsmkostning til samfundet.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Samfundsøkonomiske sundhedsmkostninger, nutidsværdi, kr. (år 0-105)	21 kr.	17 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>20 kr.</i>	<i>16 kr.</i>
Kumulerede samfundsmæssige sundhedsmkostninger, kr. (år 0-105)	127 kr.	56 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>123 kr.</i>	<i>58 kr.</i>
Samlet diskonteringsfaktor (kumuleret vs. nutidsværdi), %	17 %	30 %

Som for alle cases, har tidspunktet for eksponeringen en stor effekt på de samfundsøkonomiske sundhedsmkostninger. Ifølge den samfundsøkonomiske tilgang, skal nemlig omkostninger i fremtiden tilbagediskonteres. Ved indkapsling er der en kort- og en langsigtet eksponering. Den langsigtede eksponering under

indkapsling forgår i år 25, på det tidspunkt, hvor de asbestholdige materialer skal fjernes. Med den benyttede latenstid på 30 år, medfører denne eksponering, at sygdomstilfældene med den benyttet model først vil vise sig i år 55. Effekten af diskontering i år 55 er dobbelt så højt som effekten af diskontering i år 30, hvor tilfældene fra sanering og den kortsigtede eksponering vil vise sig. Som nævnt ovenfor, medfører sanering dobbelt så høje samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger som ved indkapsling. For den kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostning er derimod omkostningerne ved sanering ca. dobbelt så høje som ved indkapsling. Forskellen kan forklares gennem effekten af diskonteringsrenten. Ved indkapsling svarer nutidsværdien til 9% af den kumulerede sundhedsomkostning, mens det kun er 30% for saneringsscenarioet.

5.2.7 Sammenligning af løsninger og diskussion

Bygherrerelaterede omkostninger. Af de budgetøkonomiske beregninger i afsnit 1.1.4 fremgår det, at de samlede projektrelaterede omkostninger ved sanering opgøres til 147 t. kr. Ses der på indkapsling er de samlede projektrelaterede omkostninger opgjort til 255 t. kr.

Saneringsløsningen er dermed billigere end indkapslingsløsningen. Dette skyldes fortrinsvis, at de asbestholdige plader kan udskiftes en til en med asbestfrie plader i samme størrelse. Derudover undgås udgifter til maling, spartling, "telefonboks-løsninger" mm.

Samfundsmæssige omkostninger. Den samlede eksponering af håndværkerne vil være to gang større ved indkapslingsløsningen end ved saneringsløsningen. På det foreliggende grundlag er den samlede eksponering på langt sigt ved indkapslingsløsningen beregnet at være betydeligt større end ved saneringen bl.a. fordi den forventede sanering i år 25 er antaget at tage længere tid, fordi der skal fjernes to lag af loftplader.

Konklusionernes robusthed

Bygherrerelaterede omkostninger. Som for alle cases, er der en række usikkerheder knyttet til beregningerne. Vi har valgt at beregne på baggrund af de ud fra vores erfaringer mest anvendte løsninger, og at materialerne skiftes én til én. Hvis der anvendes andre løsninger eller skiftes til andre materialer, ville beregninger være anderledes og potentielt fører til et andet resultat.

Samfundsmæssige omkostninger. Som for alle cases, er der en række usikkerheder knyttet til beregningen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. De største usikkerheder vurderes at være knyttet til den anvendte dosis-respons relation og eksponeringskoncentrationerne. Den anvendte dosis-respons relation resulterer i et betydeligt højere antal sygdomstilfælde end for eksempel værdierne anvendt af ECHA/RAC (2021). De anvendte eksponeringskoncentrationer vurderes at være worst case koncentrationer og de faktiske koncentrationer kan meget vel være betydeligt lavere. På denne baggrund, vurderes det meget sikkert, at de samfundsøkonomiske konsekvenser af eksponeringen af arbejdstagerne ved den konkrete case er meget små sammenlignet med de samlede omkostninger af henh. sanering eller indkapsling.

5.3 CASE 3 - Afrensning og maling af eternit-tag med indhold af asbest

5.3.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation

Renovering af bølgeeternittag

I denne Case er bygherre en privatperson, og bygningen er et parcelhus med et tagareal på 200 m². Taghældningen er 60 grader, og det antages, at alt tag-arbejde skal sikres med opstilling af stillads.

Ejendommens tag er fra 1975, er delvist slidt og har flere begroninger af alger. Enkelte tagplader er i tidens løb blevet udskiftet både i tilfælde, hvor et aftræksrør skulle føres igennem taget og i tilfælde, hvor nogle plader var beskadiget.

Eternitplader med indhold af asbest blev benyttet som tagbelægning i stor stil i tidsrummet 1930 til 1986. Bølgeeternit er plader af eternit, der er skruet fast på lægter. Bølgeeternit blev anvendt på alle former for bygninger, både enfamiliehuse, kontorbygninger, fabriksbygninger og offentlige bygninger.

Boligejeren ønsker at få lagt et nyt tag, og der bliver iværksat en undersøgelse for asbest i tagpladerne.

Undersøgelsen konstaterer, at der er asbest i tagpladerne, og samtidig antages det, at der er flere stumper og støv af eternit oven på isoleringen, som følge af de reparationer, der er gennemført i tidens løb, og forvitring. Isoleringen er placeret mellem spær, og der er indvendigt opsat gipsplader på spærene. Tagetagen er udnyttet til beboelse.

5.3.2 Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes

Indkapsling

Indkapslingsløsningen består i denne case i afrensning af taget for skidt og begroninger efterfulgt af en overfladebehandling. Overfladebehandlingen udføres ofte primært af kosmetiske årsager.

Afrensning foretages med specialudstyr som højtryksspuler i et lukket system, så der ikke spredes støv til omgivelserne, og det afrensede vand opsamles og filtreres gennem et filter, som opfanger asbestfibre. Metoden er sammenlignelig med den metode, som er benyttet i en undersøgelse af Teknologisk Institut af asbestforurening i forbindelse med tagrensning (Wahlberg og Christensen, 2007).

Overfladebehandlingen består af to til tre lag specialmaling, som sprøjtes på, og eventuelle løse fibre og smårevner bliver derved indkapslet.

Ifølge Videncentret Bolius og Byg Erfa er der ingen dokumentation for, at taget holder længere, hvis man renser det og efterfølgende overfladebehandler det.

Så det antages, at indkapslingen i form af overfladebehandlingen kun er effektiv i en kortere årrække.

Sanering

Saneringsløsningen består i denne case i fjernelse af de gamle tagplader af bølgeeternit, hvorefter der etableres ny tagbelægning bestående af nye tagplader af bølgeeternit.

Ved fjernelse af det eksisterende tag, skal arbejdet udføres efter arbejdstilsynets retningslinjer vedrørende anvendelse af personlige værnemidler, afgrænsning af arbejdsområdet og sikring af arbejdsområdet i forhold til adgang for folk, som ikke benytter værnemidlerne. Der etableres ikke støvtæt inddækning af arbejdsområdet.

Arbejdet udføres så løst affald løbende bliver opsamlet, herunder skal det sikres, at asbestmaterialer og støv ikke bliver spredt til udenoms arealerne. Tagrummets gipsbeklædning må ikke brydes. Stilladset inddækkes med plastfolie.

Når eternitpladerne er fjernet, fjernes al isolering og bortskaffes som asbestholdigt affald. Spær og lægter støvsuges. Dette skal gøres uanset, om lægter senere skal demonteres.

5.3.3 Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?

Indkapsling

Den beskrevne indkapslingsmetode er ikke fremkommet under de gennemførte interviews. Metoden er dog benyttet i stort omfang, og der er mange specialentreprenører, som tilbyder denne løsning.

Selvom afrensning og efterfølgende overfladebehandling ofte vælges på grund af kosmetiske årsager, og formodentlig ikke giver taget en længere levetid, vil en aktuell økonomisk situation for boligejeren indgå i overvejelserne. Det er samtidig også muligt, at asbest-pladerne ønskes bevaret på grund af længere holdbarhed i forhold til nye plader uden asbest.

Andre mulige bevæggrunde for at vælge indkapsling kan være ønsket fra byggherren om ikke at have tagfladen åbent i længere tid med deraf risiko for vandskade.

Sanering

Det er vores opfattelse gennem interviews og ved erfaring i øvrigt, at der i dagens Danmark langt oftere vælges sanering frem for indkapsling af eternit.

Der er flere faktorer, som kan komme i betragtning i valget af sanering:

- > Tagets beskaffenhed. Kan tagpladerne holde til højtryksspuling?

- > Bygningsejerens ønske om at "rense" sin bygning for sundhedsskadelige stoffer én gang for alle.
- > Afrensning og overfladebehandling har en begrænset holdbarhed.
- > Udskiftning af taget giver en mulighed for at forøge isoleringstykkelsen udad ved at forhøje spær-højden.

5.3.4 Økonomiske konsekvenser for bygherre

Indkapsling

Kort sigt. Den kortsigtede økonomiske konsekvens for bygningsejeren af at rense og overfladebehandle tagfladen er, at der spares udgifterne til nedtagning og bortskaffelse af det eksisterende tag samt til etablering af nyt tag. Dertil kommer, at man undgår en udskiftning af isoleringen i taget, da isoleringen er anbragt mellem spær, og loftrummet er indrettet som beboelse.

Lang sigt. Den langsigtede økonomiske konsekvens for bygningsejeren af at rense og overfladebehandle tagfladen er, at holdbarheden af overfladebehandlingen er usikker, og behandlingen skal gentages inden for de 25 år som er levetiden for et nyt eternittag.

En eventuel gennembrydning af tagfladen på grund af eksempelvis etablering af nyt ovenlysvindue, udluftningshætte eller etablering af solceller vil skulle gennemføres som asbestarbejde med deraf ekstra omkostninger.

På et tidspunkt vil taget under alle omstændigheder skulle saneres. Det er vores vurdering, at retningslinjerne for sikker fjernelse af asbestholdigt tag vil blive skærpet i fremtiden. Vi antager derfor, at der ved enhver nedrivning/fjernelse af asbestholdigt eternittag vil være krav om sikring af støvspredning til omgivelserne, og derfor vil det være nødvendigt at etablere en støvtæt inddækning af arbejdsområder før fjernelse af tagpladerne.

Sanering

Kort sigt. Fjernelse af den eksisterende asbestholdige eternit medfører en ekstra omkostning til nedtagning og bortskaffelse af de eksisterende plader samt udgifter til etablering af nyt tag. Herudover skal der medregnes udskiftning af isoleringen i taget, da isoleringen er anbragt mellem spærene, og der er eternit-smulder og -støv i isoleringen.

Lang sigt. Det vurderes, at der ikke er hverken økonomiske- eller sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt ved sanering.

Bygherren får ved en sanering mulighed for at lægge ekstra isolering i taget ved at hæve spær-højden. Herved kan opnås en besparelse i energi til opvarmning.

Enhedsomkostninger for de to løsninger

Fastsatte enhedsomkostninger for de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Enhedsomkostninger er fastsat af COWI ud fra generelle erfaringstal. Antaget tagareal: 200 m²

Tabel 18 *Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Indkapsling angivet i kr./m²*

Afrensning og maling af eternittag	Enhed	Pris (kr.)
Totalløsning i henhold til telefonsamtale med specialfirma. Totalløsningen indeholder alle processer vedrørende behandling af taget.	pr. m2 tagflade	200
Stillads	pr. m2 tagflade	100
Byggepladsomkostninger	Samlede omkostninger	6%
Affaldshåndtering	-	Inkl.

Tabel 19 *Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Sanering angivet i kr./m².*

Fjernelse af asbestholdigt tag og opsætning af nyt bølgeeternit-tag	Enhed	Pris (kr.)
Demontering af bølgeeternit plader inkl. bortkørsel	pr. m2 tagflade	225
Imprægnering og forstærkning af tagfod med vinkelbeslag, forstærkning af samlinger på spær med sømbeslag samt eftersømning af tænger.	pr. m2 tagflade	100
Montering af bølgeeternit plader inkl. lægter mm	pr. m2 tagflade	615
Tilretning/montage af løskanter mv.	pr. m2 tagflade	50
Stillads	pr. m2 tagflade	500
Overdækning af stillads	pr. m2 tagflade	80
Byggepladsomkostninger	Samlede omkostninger	6%
Affaldshåndtering	-	Inkl.

Samlede projektrelaterede omkostninger

De samlede projektrelaterede omkostninger for bygherre af de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Omkostningerne er opgjort for hver af arbejderne relateret til projektet og angivet i nutidsværdi, dvs. at omkostningerne hen over projektperioden er tilbagediskonteret og opgjort i 2022-priser. Konkret for begge løsninger er projektperioden sat til 25 år, som vurderes, er levetiden for et nyt tag af bølgeeternit. Det antages, at et overfladebehandlet asbestholdigt tag ligeledes har en restlevetid på 25 år, men med en ekstra

overfladebehandling i perioden. Derved antager vi, at levetiden for et asbestholdigt eternittag med overfladebehandling er 75 år. Tagplader afmonteres efter endt levetid - både ved sanering og ved indkapsling. I forhold til beregningsforudsætninger henvises der til notatet 'Illustrative cases: Forord, sammenfatning og Indledning med metodebeskrivelse'.

Tabel 20 Samlede bygherre-relaterede omkostninger (og fordelt på arbejder) ved sanering versus indkapsling.

Indkapsling/sanering af 200 m² tagflade	Nutidsværdi, kr. (2022)
A) Eternitplader afrenses og overfladebehandles	
Totalløsning jf. telefonoverslag. (Der regnes med 3 behandlinger i tagets levetid)	115.947
Stillads (Opstilling, nedtagning samt leje i to dage) x 3	57.974
Byggepladsomkostninger	10.435
<i>Samlet omkostning første behandling (kort sigt)</i>	<i>97.280</i>
Demontering af eternitskifer inkl. bortkørsel (afrenset og malet tag - efter endt levetid)	42.445
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>226.802</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>1.134</i>
Sanering af 200 m² tagflade	
B) Eternitplader demonteres og der monteres nyt bølgeeternit	
Demontering af eternitskifer inkl. bortkørsel (initial)	108.800
Imprægnering og forstærkning af tagfod med vinkelbeslag, forstærkning af samlinger på spær med sømbeslag samt eftersømning af tænger.	25.600
Montering af bølgeeternit plader inkl. lægter mm	157.440
Tilretning/montage af løskanter mv.	12.800
Tagrender og nedløb	38.400
Stillads (Opstilling, nedtagning samt leje i en måned)	217.600
Overdækning af stillads	166.400
Byggepladsomkostninger	36.907
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>786.418</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>3.932</i>
Forskel	
Sc. A vs. sc. B - kr.	559.616
Sc. A vs. sc. B - kr./m ²	2.798

Note: Baseret på reovering af 200 m² tag.

Som det ses i tabellen ovenfor, er de samlede budgetøkonomiske omkostninger ved sanering opgjort til 768 t kr. Ved indkapsling er de samlede projektrelaterede omkostninger opgjort til 226 t kr.

Saneringsløsningen er således væsentlig dyrere end indkapslingsløsningen. Dette skyldes først og fremmest, at det antages at restlevetiden for asbestholdige tagplader, i denne case, er den samme som restlevetiden for nye eternit-tagplader. Dette er ikke urealistisk, da de asbestholdige plader erfaringsmæssigt kan holde i langt over 50 år.

Saneringsløsningen er derfor 560 t. kr. dyrere end indkapslingsløsningen – evalueret over hele projektperioden - når der udelukkende ses på de budgetøkonomiske omkostninger. Målt per m² er saneringsløsningen 2.798 kr. dyrere.

Indkapslingsløsningen er væsentlig billigere end saneringsløsningen, da der over projektperioden på 25 år ikke er udgifter til et nyt tag. Udgifterne til afrensning og maling er relativt beskedne – også i forhold til casen, hvor der etableres et nyt bølgeeternit-tag ovenpå det eksisterende tag med asbest.

Man kan diskutere, om afrensning og maling af det eksisterende tag reelt kan "levetidsforlænge" taget i 25 år. I denne case er det antaget, men i realiteten vil det afhænge af tagets generelle stand og beskaffenhed.

5.3.5 Sundhedsmæssige konsekvenser

Indkapsling

Kort sigt. Sundhedsmæssigt vil indkapslingen have betydning for de håndværkere, som skal afrense og male taget. Der er risiko for at håndværkerne udsættes for aerosoler med asbeststøv, og der skal derfor tages forholdsregler, som også har en økonomisk konsekvens. Det vurderes at forholdsreglerne vil være:

- > Benyttelse af åndedrætsværn P2 ved spuling af tagkanter, tagryg og omkring vinduer og lignende.

Der er ikke fundet danske eller udenlandske målinger, der illustrerer den mulige eksponeringskoncentration ved afrensning og maling af eternittag.

Teknologisk Institut har i 2007 gennemført en undersøgelse af spredning af asbest til omgivelserne ved afrensning af eternittag med en metode, som er sammenlignelig med den, der benyttes i denne case (Wahlberg og Christensen, 2007). Undersøgelsen omfatter ikke måling af mulig eksponering af de udførende håndværkere, og i et litteraturstudie udarbejdet som led i undersøgelsen blev der ikke fundet undersøgelser af sundhedsmæssige risici i forbindelse med afrensningen. Undersøgelsen konkluderer at "Projektets resultater ikke kan påvise asbestforurening over baggrunds niveauet efter tagrensning gennemført under den foreskrevne procedure". De konkrete resultater, der sammenlignes, er ikke gengivet i detaljer i rapporten. I metodebeskrivelsen angives, at der sammenlignes med jorden omkring huse med asbesttag, hvor der ikke er foretaget

afrensning. Betegnelsen "baggrunds niveauet" dækker formentlig målingerne fra jord omkring huse med asbesttag og ikke niveauet i uforurennet jord. Det er desuden uklart, om konklusionen vedrører niveauet efter tagfirmaernes "rutinemæssige oprensninger omkring parcelhuse", idet denne oprensning kun nævnes perifert i forbindelse med resultater. Undersøgelsen angiver desuden, at et bedre statistisk grundlag bør tilvejebringes. Under alle omstændigheder kan undersøgelsens resultater ikke anvendes til at kvantificere spredning af asbest til omgivelserne fra afrensningen, og det er her ikke forsøgt nærmere at vurdere en sådan spredning.

En vejledning fra det engelske arbejdstilsyn angiver⁷, at der normalt ikke vil være behov for brug af åndedrætsværn ved benyttelse af afrenseren, men at et passende åndedrætsværn skal anvendes ved manuel afskrabning, og når man håndterer filtersystemet. Manuel afskrabning kan eksempelvis finde sted omkring skorstene eller ventilationsåbninger. Det vil her antages, at der benyttes P2 filtre ved disse operationer, at eksponeringskoncentrationen ligger på 0,03 fibre/cm³, og at disse operationer samlet vil tage ½ dag for én person.

Lang sigt. I det omfang der foretages arbejder, hvor der sker et gennembrud af taget - f.eks. ved gennemføring af ventilation eller etablering af vinduer, vil der kunne forekomme eksponering af håndværkere. Det antages dog, at der ved denne slags arbejder foretages udskiftning af hele tagplader, således at de asbestholdige tagplader ikke bearbejdes. Derved er eksponeringen af håndværkeren begrænset.

Desuden vil taget på langt sigt skulle saneres, og det antages, at der ved dette vil være eksponeringskoncentrationer, der mindst svarer til den eksponering, der nedenfor er beregnet for sanering.

Sanering

Kort sigt. De sundhedsmæssige konsekvenser handler først og fremmest om, at håndværkerne, der udfører saneringen, udsættes for asbeststøv, i det omfang de nødvendige værnemidler ikke giver tilstrækkelig beskyttelse, eller i det omfang værnemidlerne slet ikke benyttes.

Det antages, at mandskabet er uddannet til at udføre saneringsarbejde, og at de benytter turbo-halvmasker med P3 filter og overtræksdragter.

Bilag 5 til Arbejdstilsynets vejledning om asbest angiver for nedtagning af let til stærkt forvitrede tag- og vægplader af asbestcement koncentrationer på 0,03-0,32 fibre/cm³, hvis pladerne er tørre (AT, 2019). Det angives, at resultaterne givetvis også omfatter ikke-asbest fibre. Det skal bemærkes, at bilaget er publiceret i 2005 og koncentrationerne muligvis ikke er repræsentative for situationen i dag.

Fra Litteraturgennemgangen i fase 0 gennemgår ét studium eksponeringsniveauerne for asbest ved nedtagning af eternittag (Maino, et al., 1995). I alt 25

⁷ <https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a12.pdf>

personbårne målinger blev foretaget og koncentrationerne varierede fra 0,0057 til 0,174 fibre/cm³. Det er ikke angivet, hvilken type af eternittag, der er tale om.

Den franske database over målinger af asbest-koncentrationer ved forskellige typer af arbejde fra perioden 2012 til 2020 (INRS 2020) indeholder et stort antal målinger ved forskellige typer af arbejde ved sanering af asbestholdige tagplader. For arbejder med asbestholdige tagplader, hvor der anvendes tørre metoder (dvs. materialerne sprayes ikke med vand mens arbejdet pågår), er der i databasen 3674 målinger opdelt på forskellige trin i arbejdet. Et simpelt gennemsnit af alle arbejder er 0,2 fibre/cm³, mens 95% fraktilen i gennemsnit er tre gange højere end gennemsnittet (datasættet muliggør ikke en præcis beregning af den samlede 95% fraktil). Det skal bemærkes, at frigivelsen af asbeststøv ved fjernelse af skifereternit må forventes at være relativt høj sammenlignet med fjernelse af bølgeeternitplader. For en worst case beregning vil der her regnes med, at eksponeringskoncentrationen (8-timer vægtet gennemsnit) er 0,2 fibre/cm³ og beskyttelsesfaktoren for de anvendte åndedrætsværn er 40. Herved regnes der med en worst case værdi lidt højere end den nuværende danske grænseværdi. Målingerne er foretaget med TEM og dermed med den samme metode, som danner basis for den benyttede dosis-respons relation. Det skal bemærkes, at der er stor variation mellem koncentrationer målt fra forskellige lande (som refereret i Lassen et al., 2021) hvoraf de laveste er hollandske undersøgelser, som for arbejder med asbest-cement angiver langt lavere koncentrationer, idet 90% fraktilerne for forskellige typer arbejder typisk var omkring 0,001 fibre/cm³.

Da der ikke benyttes støvsuger til fjernelse af eternitstøv, og arbejdsstedet ikke er inddækket, vil der være mulighed for spredning af eternitstøv til omgivelserne og eksponering af brugerne af bygningen, mens arbejdet pågår. Der er ikke fundet eksempler på målte koncentrationer i bygninger, mens denne type arbejde pågår. Eksponeringen sker ved, at støv frigivet fra arbejdsstedet, ved almindeligt luftskifte eller gennem åbne vinduer, vil finde vej til rummene i bygningen. Med et luftskifte på ½ gang i timen, vil koncentrationen indendørs ret hurtigt nærme sig koncentrationen i luften umiddelbart omkring bygningen. Koncentrationen må forventes kun at være nogle få procent af den koncentration, der er i indåndingszonen på arbejdsstedet, men da brugerne af bygningen ikke anvender åndedrætsværn vurderes det, at den faktiske udsættelse meget vel kan være betydelig sammenlignet med udsættelsen af håndværkerne, der udfører arbejdet, som bærer halvmaske med turboenhed og P3 filter. Der er her i mangel af faktiske data regnet med, at koncentrationen indendørs, mens arbejdet pågår, kan være 1% af koncentrationen i indåndingszonen på arbejdsstedet svarende til 0,002 fibre/m³, hvilket er lidt under grænseværdien for asbeststøv i arbejdsmiljøet.

Lang sigt. Asbeststøv, som er spredt til omgivelserne ved saneringen, kan i princippet på langt sigt medføre en sundhedsmæssig konsekvens for beboere eller naboer. Støvet fra selve saneringen er dog kun et enkelt bidrag til niveauet af asbest i jorden omkring bygningen, som vil have modtaget støv fra taget gennem hele brugsperioden. Der er ikke regnet på betydningen til et eventuelt bidrag til langsigtet eksponering af beboerne via omgivelserne.

Nedenstående tabel præsenterer antallet af tilfælde associeret med henholdsvis begge cases og arbejdstagere/brugere af bygningen, hvor det kan ses, at sygdomstilfælde for arbejdstagere er næsten tre gange så højt som brugere. Indkapsling medfører den samme mængde af tilfælde som sanering.

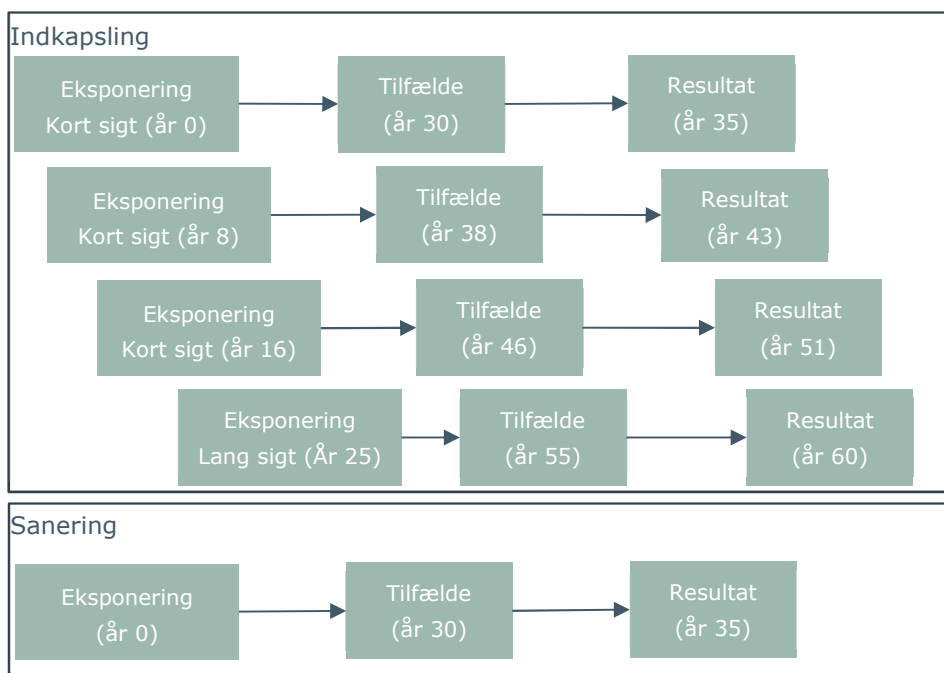
Tabel 22 *Beregnet antal sygdomstilfælde og resulterende samfundsøkonomiske konsekvenser.*

Parameter	Indkapsling	Sanering
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, arbejdstagere	0,0000004	0,0000004
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, brugere af bygningen	0,0000002	0,0000002

Sundhedsmæssige omkostninger

Figur 2 sammenfatter tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat. Under indkapsling forgår den kort sigtede eksponering i årene 0, 8, og 16, svarende til de tre behandlinger af taget, efterfulgt af den endelige sanering i år 25. Som i de andre cases, forgår eksponering i sanering scenariet kun i år 0. Sygdomstilfældene opstår 30 år efter eksponering. Det endelige resultat foreligger 5 år efter fremkomsten af sygdommen, idet det antages, at patienterne er syge i 5 år. Antagelsen er den samme som anvendt i lignende studier om kræfttilfælde associeret med asbest eksponering på arbejdspladsen (Garret et al., 2021). Det kan ses, at tidslinjen er længere for indkapslingsløsningen (60 år) sammenlignet med saneringsløsningen (35 år). Der henvises til metodebeskrivelsen for en mere detaljerede gennemgang af beregningsmodellen.

Figur 4 *Tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat.*



Tabel 11 præsenterer de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger, målt i nutidsværdi, og de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger over 60 års perioden. Nutidsværdien er marginalt for begge scenarier (i størrelsen 10 kr.), hvoraf Sanering har samfundsøkonomisk set en marginalt højere sundhedsomkostning. Ved sammenligning af de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger ses yderligere ingen signifikant forskel. Idet mange af indkapslingens tilfælde udskydes længere ind i fremtiden end under saneringen, hvor diskonteringen har en stærkt effekt, er der en større forskel i nutidsværdien end de kumulerede omkostninger.

Betalingsvillighed i relation til at undgå død udgør næsten hele den samfundsøkonomiske og kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostning i begge scenarier. Det skyldes, at betalingsvilligheden i relation til død er ca. 10 højere end den næststørste faktor (betalingsvillighed i relation til at undgå sygdom).

Tabel 23 Beregnet sundhedsomkostning til samfundet.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger, nutidsværdi, kr. (år 0-60)	3,2 kr.	13 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>2,7 kr.</i>	<i>12 kr.</i>
Kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger, kr. (år 0-60)	17 kr.	16,1 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>16 kr.</i>	<i>15,6 kr.</i>
Samlet diskonteringsfaktor (kumuleret vs. nutidsværdi), %	17 %	30 %

Kilde: egen beregning

Fra et samfundsøkonomisk perspektiv, har tidspunktet for eksponeringen en stor effekt på de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger. Den samfundsøkonomiske tilgang kræver nemlig, at omkostninger i fremtiden diskonteres. Ved indkapsling er der en kort- og en langsigtet eksponering. Den langsigtede eksponering forgår i år 25, på det tidspunkt, hvor de asbestholdige materialer skal fjernes. Med den benyttede latenstid medfører denne eksponering, at sygdomstilfældene med den benyttet model først vil vise sig i år 55. Effekten af diskontering i år 55 er dobbelt så højt som effekten af diskontering i år 30, hvor tilfældene fra sanering og den kortsigtede eksponering vil vise sig. Som nævnt ovenfor, medfører sanering kun marginalt lavere samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger. For den kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostning er omkostningerne praktisk taget ens ved indkapsling og sanering.

5.3.7 Sammenligning af løsninger og diskussion

Bygherrerelaterede omkostninger. Resultaterne af den budgetøkonomiske analyse viser, at indkapslingsløsningen er væsentlig billigere end

saneringsløsningen. Det skyldes primært, at der over projektperioden på 25 år ikke er udgifter til et nyt tag ved indkapslingsløsningen. Man "sparer" simpelthen nogle udgifter, når indkapslingsløsningen vælges frem for saneringsløsningen.

Som tidligere nævnt kan man diskutere om afrensning og maling af det eksisterende tag reelt kan "levetidsforlænge" taget i 25 år. I realiteten vil det afhænge af tagets generelle stand og beskaffenhed.

Samfundsmæssige omkostninger. Den samlede eksponering af håndværkere vil være marginalt større ved indkapslingsløsningen. På det foreliggende grundlag er den samlede eksponering på langt sigt ved indkapslingsløsningen beregnet at være ca. 5% højere end ved saneringen fordi eksponeringskoncentration under selve behandling svarer til mindre end 5% af eksponeringskoncentration af saneringen.

Der er ikke fundet data, der dokumenterer den mulige eksponering af brugerne af huset, men ud fra en antagelse om, at luft med asbestholdigt luft med det almindelige luftskifte vil trækkes ind i huset, og brugerne ikke benytter værnemidler, kan det på det foreliggende grundlag ikke afvises, at den samlede eksponering af brugere af huset faktisk overstiger den samlede eksponering af de udførende håndværkere.

I den konkrete case, hvor der under de skifereternitten er isolering og gipsplader, vurderes eksponeringen af brugere af bygningen, der fra tid til anden benytter loftsrummet, at være ubetydelig. I tilfælde, hvor der ikke er beklædning under skifereternitten (ikke kendskab til konkret case), kan det ikke afvises at den samlede eksponering af brugerne af bygningen over en periode på 25 år kunne være af betydning for en sammenligning af de to løsninger, men der er ikke regnet på dette.

De samfundsøkonomiske sundhedsmæssige omkostninger er marginalt højere under saneringen pga. diskontering, mens de kumulerede samfundsmæssige sundhedsmæssige omkostninger er praktisk set ens. De samlede samfundsøkonomiske sundhedsmæssige omkostninger er dog i begge tilfælde meget små sammenlignet med de erhvervsøkonomiske omkostninger ved de to løsninger.

Konklusionernes robusthed

Bygherrerelaterede omkostninger. Som for alle cases, er der en række usikkerheder knyttet til beregningerne. Vi har valgt at beregne på baggrund af de ud fra vores erfaringer mest anvendte løsninger, og at materialerne skiftes én til én. Hvis der anvendes andre løsninger eller skiftes til andre materialer, ville beregninger være anderledes og potentielt fører til et andet resultat.

Samfundsmæssige omkostninger. Der er en række usikkerheder knyttet til beregningen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. De største usikkerheder vurderes at være knyttet til den anvendte dosis-respons relation og eksponeringskoncentrationerne. De benyttede mål for betalingsvillighed er naturligvis behæftet med en vis usikkerhed, men værdierne er generelt anerkendte i samfundsøkonomiske vurderinger. Hvad angår dosis-respons relationen er der

sammenlignet med værdierne anvendt af ECHA/RAC (2021) benyttet en dosis-respons relation som resulterer i et større antal sygdomstilfælde. De anvendte eksponeringskoncentrationer vurderes at være worst case koncentrationer og de faktiske koncentrationer kan meget vel være betydeligt lavere. Det vurderes på denne baggrund som meget sikkert, at de samfundsøkonomiske sundhedskostninger af eksponeringen af arbejdstagerne og brugere ved den konkrete case er meget små sammenlignet med de samlede erhvervsøkonomiske omkostninger af henh. sanering eller indkapsling. Som det illustreres af beregningerne, kan eksponering af brugerne af bygningen godt være af betydning sammenlignet med eksponering af arbejdstagere, der benytter værnemidler under arbejdet. I andre tilfælde, hvor der med en indkapslingsløsning kunne ske daglig eksponering af brugerne ved lave eksponeringsniveauer (f.eks. et loftsrum med direkte kontakt med de asbestholdige plader), kan det ikke afvises, at den samlede eksponering af brugerne over en 25-årig periode kunne resultere i en samlet eksponering som var mindst af samme omfang som eksponeringen af arbejdstagere i forbindelse med en sanering.

5.4 CASE 4 – Spartelmasse med indhold af asbest i loftrum

5.4.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation

Fjernelse af spartelmasse

I denne case er bygherre et boligselskab, der skulle udskifte et asbestholdigt eternittag på en række af deres etageejendomme. Under arbejdet fandt man ca. 100 m² gammel spartelmasse med indhold af asbest på betondækket i tagrummet.

Spartelmassen havde en hård overflade uden synlige revner og huller.

I den aktuelle sag blev spartelmassen indkapslet.

5.4.2 Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes

Indkapsling

Indkapslingsløsningen består i denne case i at sikre, at spartelmassen forbliver hård og uden huller.

Spartelmassen overmales for at sikre, at overfladen forbliver slidsikker. Herefter bliver loftisoleringen lagt ovenpå.

Sanering

En saneringsløsning består i denne case i fjernelse af spartelmassen ved hjælp af ophugning og skrabning.

Før arbejdet igangsættes skal loftrummet afspærres og området med spartelmasse inddækkes i en lufttæt saneringscelle for at undgå spredning af støv til rene omgivelser.

Efter fjernelse af al spartelmasse skal hele saneringscellen rengøres grundigt efter Arbejdstilsynets retningslinjer.

Arbejdet må kun udføres af uddannet mandskab og al ophugget spartelmasse emballeres i tætte poser eller beholdere.

Mandskab benytter værnemidler i form af turbomaske og P3 filter, engangs-overtræksdragt og handsker.

5.4.3 Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?

Indkapsling

Den beskrevne indkapslingsmetode er fremkommet under de gennemførte interviews. I den aktuelle sag var byggesagen i fuld gang, og det ville medføre en meget stor tidsudskydelse, hvis spartelmassen skulle fjernes, før projektet kunne færdiggøres.

Derudover var asbesten bundet i spartelmassen og ikke løst støv. Det betød, at spartelmassen kunne indkapsles uden risiko for spredning.

Ifølge boligselskabet vægtede de økonomiske forhold ved en tidsudskydelse af arbejdet højere end, at der efterlades en potentiel risiko til andre. Den asbestholdige spartelmasse blev indkapslet på en måde, som var slidsikkert, og loftisoleringen blev lagt ovenpå, hvormed risikoen for fremtidig eksponering er lille. Risikoen består i, at der ved eventuelle fremtidige arbejder er risiko for, at håndværkere kan blive eksponeret for asbest, hvis de ikke er vidende om den asbestholdige spartelmasse.

Hvis det havde været et trapperum, hvor maling ville blive slidt af, så ville beslutningen i følge boligselskabet have været anderledes, fordi der i så fald ville have været større risiko for eksponering.

Sanering

Der er flere faktorer, som kan komme i betragtning i valget af sanering:

- > Ved sanering efterlades ikke en potentiel risiko for senere renoveringer eller andet arbejde, som skal foregå i området med spartelmasse på betongulvet.
- > Bygherrens ønske om at "rense" sin bygning for sundhedsskadelige stoffer én gang for alle.
- > Bygherren ønsker at optræde miljøbevidst og derved have et godt image.

5.4.4 Økonomiske konsekvenser for bygherre

Indkapsling

Kort sigt. Udgiften til forsegling af spartelmassen er minimal.

Lang sigt. Den langsigtede økonomiske konsekvens for bygherre af at indkapsle spartelmassen er, at der på et tidspunkt nok skal ske en reovering af loftrummet, og under alle omstændigheder skal taget skiftes efter en årrække. På det tidspunkt kan tilstedeværelsen af asbest-spartlen være glemt eller registreringen af indkapslingen kan være gået tabt. Derved vil en fjernelse af spartelmassen være en uforudset udgift, som altid er en større økonomisk belastning end en planlagt fjernelse.

Eventuelle gennemføringer af aftræk eller andet gennem loftrumsdækket vil ligeledes være forbundet med ekstra omkostninger, da der nu er et asbestfyldt lag, som skal gennembrydes. Det betyder, at alle forholdsregler i form af værnemidler og saneringsceller skal overholdes. Derved antages det, at håndværkeren, som udfører gennembrydningen af gulvet på loftet, ikke får at vide, at der er asbest-spartel som også gennembrydes, fordi det vurderes sandsynligt, at denne information hurtigt går tabt.

Sanering

Kort sigt. Fjernelse af den eksisterende spartelmasse vil betyde en økonomisk ekstra belastning, direkte til saneringsarbejdet og indirekte i forhold til den igangværende udskiftning af tag. Tagreoveringen vil til dels blive sat i stå med udsættelse af færdigmeldingen til følge, hvilket ligeledes kan betyde, at beboerne skal genhuses i længe tid end først estimeret.

Lang sigt. Det vurderes, at der ikke er hverken økonomiske- eller sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt ved sanering.

Enhedsomkostninger for de to løsninger

Fastsatte enhedsomkostninger for de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Enhedsomkostninger er fastsat af COWI ud fra generelle erfaringstal.

Tabel 24 *Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Indkapsling angivet i kr./m²*

Indkapsling af spartelmassen	Enhed	Pris (kr.)
Indkapsling af spartelmassen med maling	pr. m ²	80

Tabel 25 *Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Sanering angivet i kr./m²*

Fjernelse af spartelmasse	Enhed	Pris (kr.)
Ophugning af spartelmasse	pr. m ²	150
Opbygning af saneringscelle, ca. 120 m ²	pr stk.	5000

Etablering og opretholdelse af undertryk i celle	pr. stk.	1000
Rengøring af celle	pr. m ²	100
Byggepladsomkostninger	Samlede omkostninger	6%
Affaldshåndtering	-	Inkl.

Samlede projektrelaterede omkostninger

De samlede projektrelaterede omkostninger for bygherre af de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Omkostningerne er opgjort for hver af arbejderne relateret til projektet og angivet i nutidsværdi, dvs. at omkostningerne hen over projektperioden er tilbagediskonteret og opgjort i 2022-priser. Konkret for begge løsninger er projektperioden sat til 25 år, som er levetiden for et nyt tag af bølgeeternit, da det antages, at loftrummet renoveres og isolering udskiftes ved samme lejlighed.

I forhold til beregningsforudsætninger henvises der til notatet 'Illustrative cases: Forord, sammenfatning og Indledning med metodebeskrivelse'.

Tabel 26 Samlede bygherre-relaterede omkostninger (og fordelt på arbejder) ved sanering versus indkapsling.

Indkapsling/sanering af spartelmasse	Nutidsværdi, kr. (2022)
A) Spartelmassen forsegles og bevarer.	
Forsegling af spartelmassen med maling	11.264
<i>Samlede omkostninger kort sigt</i>	<i>11.264</i>
Fjernelse af spartelmasse efter 25 år (ved gulvet er nedslidt)	16.693
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>27.957</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>280</i>
Sanering af spartelmasse	
B) Fjernelse af spartelmasse	
Ophugning af spartelmasse	21.120
Opbygning af saneringscelle, ca. 120 m ²	4.167
Etablering og opretholdelse af undertryk i celle	1.000
Rengøring af celle	14.080
Byggepladsomkostninger	2.422
Affaldshåndtering	Inkl.
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>42.789</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>428</i>

Indkapsling/sanering af spartelmasse	Nutidsværdi, kr. (2022)
Forskel	
Sc. A vs. sc. B - kr.	14.832
Sc. A vs. sc. B - kr./m ²	148

Note: Beregningerne baseres på et areal på 100 m²

Som det ses i tabellen ovenfor, er de samlede projektrelaterede omkostninger opgjort ved sanering opgjort til 42.789 kr. Ved indkapsling er de samlede projektrelaterede omkostninger opgjort til 27.957 kr.

Indkapslingen er altså billigere end saneringslæsningen, selvom der er en ekstra omkostning relateret til indkapsling. Grunden hertil er, at omkostninger til sanering ved indkapsling først ligger sidst i perioden, og grundet diskontering, bliver nutidsværdien af denne omkostning mindre end hvis den lå først i projektperioden.

5.4.5 Sundhedsmæssige konsekvenser

Indkapsling

Kort sigt. Sundhedsmæssigt vurderes indkapslingen ikke at have væsentlig betydning for de håndværkere, som skal forsegle spartelmassen. De efterfølgende isoleringsarbejder vil heller ikke påvirkes af spartelmassen. For ikke helt at udelukke mulig eksponering, er der regnet med en worst case koncentration på 0,003 fibre/cm³, som svarer til den nuværende grænseværdi. Der er regnet med, at håndværkerne ikke anvender åndedrætsværn.

Lang sigt. Sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt består i risiko for, at der spredes asbeststøv i loftrummet.

Som beskrevet er der placeret isolering over spartelmassen, og ved normal brug af loftrummet vil der ikke ske brud på spartelmassen og deraf følgende spredning af asbeststøv. Asbeststøv kan blive spredt, hvis det bliver nødvendigt at gennembryde spartelmassen. Det kan være i forbindelse med rørføring eller føring af nye kabler. Risikoen for eksponering er størst, hvis asbestforekomsten ikke registreres på en måde, så informationen om tilstedeværelsen af asbest kommer til rette vedkommende i tilfælde af arbejde i loftrummet.

Ved et gennembrud af spartelmassen vil håndværkere kunne blive udsat for eksponeringskoncentrationer på samme niveau som ved sanering. I worst case vil håndværkerne ikke bære værnemidler og vil dermed være udsatte for en langt højere effektiv indåndingskoncentration end de håndværkere, der udfører saneringen. Der er ingen erfaringstal, der kan anvendes til at vurdere sandsynligheden for, at et gennembrud kan finde sted. Som worst case antages at én person, der ikke bærer værnemidler, vil kunne blive eksponeret en kvart dag til samme koncentration, som der regnes med under sanering, dvs. en koncentration i luften på 5 fibre/cm³.

Efter 25 år, som er levetiden for et nyt tag af bølgeeternit, regnes i denne case med at isoleringen i loftrummet udskiftes. Herved kommer spartelmassen igen til syne, og det antages, at der sker en sanering på dette tidspunkt. Det er meget muligt, at der på daværende tidspunkt vil være øgede krav til beskyttelsesforanstaltninger, men der er her antaget som worst case at være på niveau med den eksponering, der sker ved sanering i dag.

Sanering

Kort sigt. De sundhedsmæssige konsekvenser handler først og fremmest om at håndværkerne, der udfører saneringen udsættes for asbeststøv, i det omfang de nødvendige værnemidler ikke giver tilstrækkelig beskyttelse, eller i det omfang værnemidlerne slet ikke benyttes.

Det antages, at mandskabet er uddannet til at udføre saneringsarbejde, og at de benytter turbo-halvmasker med P3 filter og overtræksdragter.

Der er ikke fundet danske undersøgelser af opbrydning af spartelmasse, men målinger af opbrydning af cement med et indhold af 10 % asbest har vist relativt høje koncentrationer. Middelværdien af 7 personbårne målinger, som omfattende 2 personer i to dage, var således på 49 fibre/m³ (enkeltmålinger varierede fra 3,3 til 92 fibre/cm³) (Bælum og Staun, 1989).

Eypert-Blaison et al. (2018) fandt i en fransk undersøgelse fra 2009-2010 en middelkoncentration på 22,2 fibre/cm³ ved mejsling og afhugning af asbestholdig gips (målt med TEM, medianværdi på 17,7 fibre/cm³). Ved slibning af samme materiale blev der fundet en middelkoncentration på 31,1 fibre/cm³. Det er ikke angivet, hvor stor asbestindholdet i materialet var.

Sammenlignet med ovenstående blev der i en hollandsk undersøgelse fundet meget lavere koncentrationer ved håndtering af asbestholdigt stuk (Spaan et al., 2019). For forskellige processer blev der fundet en samlet middelværdi på 0,001 fibre/cm³ (målt med SEM). Det er ikke angivet, hvor stort asbestindholdet i materialet var.

I casen er det angivet, at spartelmassen havde en hård overflade. Dog vurderer vi ikke, at der vil være en støvafgivelse, der svarer til at bryde beton op med en lufthammer, men at støvafgivelsen er betydeligt mindre end ved opbrydning og fjernelse af beton. Som worst case vil der regnes med, at koncentrationen i luften vil kunne være 5 fibre/cm³. Med det anvendte åndedrætsværn (turboenhed med P3 filter), som her regnes at have en beskyttelsesfaktor på 40, vil den effektive indåndingskoncentration være langt over den nuværende grænseværdi.

Lang sigt. Der vil ved sanering ikke være nogle sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt.

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere og brugere af bygningen for de to løsninger er angivet i nedenstående tabel.

Tabel 27 Eksponeringsparametre ved sanering versus indkapsling.

Parameter	Sanering		
	Kort sigt	Lang sigt (endelig sanering)	Kort sigt
Håndværkere, mm:			
Antal arbejdstagere eksponeret	2	2	2
Antal dage a' 7,5 timer pr. person	1	4	4
Anvendte værnemidler og afværgeforanstaltninger	Ingen	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt.	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt.
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration	0,003 fibre/cm ³	5 fibre/cm ³	5 fibre/cm ³
Beskyttelsesfaktor, åndedrætsværn	1	40	40
Effektiv indåndingskoncentration	0,003 fibre/cm ³	0,125 fibre/cm ³	0,125 fibre/cm ³
Brugere af bygningen:			
Antal brugere af huset eksponeret	20	20	20
Periode som eksponeringen forgår over	1 dage	4 dage (senere sanering)	4 dage
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration, brugere *	Ingen data, antages at være ubetydelig	Antages at der er krav om inddækning og eksponering af brugere er ubetydelig	Antages at der er krav om inddækning og eksponering af brugere er ubetydelig

5.4.6 Samlede samfundsmæssige sundhedskostninger

Sundhedsmæssige konsekvenser. Nedenstående tabel præsenterer antallet af tilfælde associeret med henholdsvis begge cases og arbejdstagere/brugere af bygningen. Antallet af tilfælde beregnes ved at kombinere den effektive indåndingskoncentration med den beregnede eksponeringsfaktor og antallet af person-eksponerings år. Eksponering under indkapsling er omkring dobbelt så højt som under sanering. Eksponering af beboerne antages at være ubetydeligt.

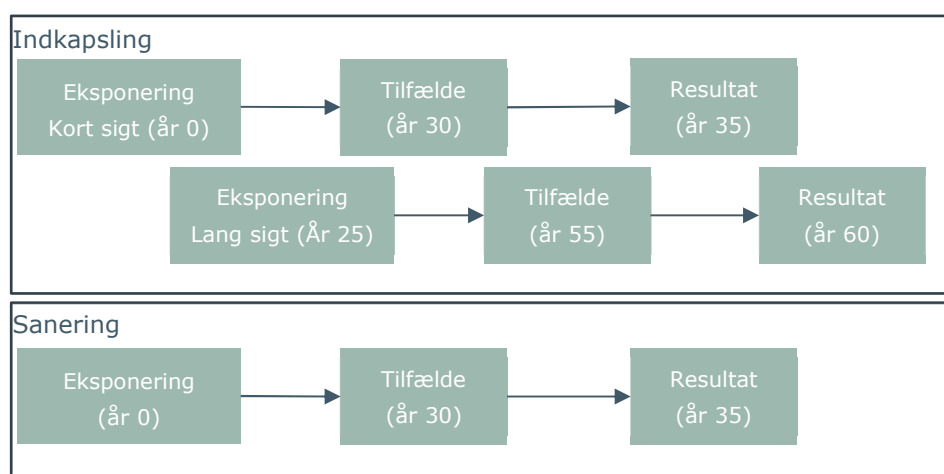
Tabel 28 Beregnet antal sygdomstilfælde.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, arbejdstagere	0,000009	0,000004
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, brugere af bygningen	ubetydelig	ubetydelig

Sundhedsmæssige omkostninger

Figur 2 sammenfatter tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat. Sygdommen opstår 30 år efter eksponering, fulgt af en sygdomsperiode på 5 år, hvorefter det endelige sygdomsresultat foreligger. Tidslinjen er konsistent med lignende studier om kræfttilfælde associeret med asbest eksponering på arbejdspladsen.⁸ Det kan ses, at tidslinjen er længere for indkapslingsløsningen (60 år) sammenlignet med saneringsløsningen (35 år). For begge scenarier beregnes dog omkostninger for en 60 år periode, fordi sundhedsmarkostningerne svarer til nul efter år 35 i saneringsscenarioet. Der henvises til metodebeskrivelsen for en mere detaljerede gennemgang af beregningsmodellen.

Figur 5 Tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat.



Tabel 11 præsenterer de samfundsøkonomiske sundhedsmarkostninger, målt i nutidsværdi, og de kumulerede samfundsmæssige sundhedsmarkostninger over 60 års perioden. Samfundsøkonomisk set har indkapsling en lavere omkostning af saneringen. Absolut set er dog hverken indkapsling eller sanering signifikant dyrt. Ved sammenligning af de kumulerede samfundsmæssige sundhedsmarkostninger ses der ingen forskel fordi eksponeringen praktisk set er ens i begge scenarier.

⁸ Garret et al. (2021), Study on collecting information on substances with the view to analyse health, socio-economic and environmental impacts in connection with possible amendments of Directive 98/24/EC (Chemical Agents) and Directive 2009/148/EC (Asbestos)

Som i de andre cases udgør betalingsvillighed i relation til at undgå død næsten hele den samfundsøkonomiske og kumulerede samfundsmæssige sundhedskostning i begge scenarier. Det skyldes, at betalingsvilligheden i relation til død er ca. 10 gange højere end den næststørste faktor (betalingsvillighed i relation til at undgå sygdom).

Tabel 29 Beregnet sundhedskostning til samfundet.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Samfundsøkonomiske sundhedskostninger, nutidsværdi, kr. (år 0-60)	38 kr.	35 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>41 kr.</i>	<i>32 kr.</i>
Kumulerede samfundsmæssige sundhedskostninger, kr. (år 0-60)	251 kr.	115 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>259 kr.</i>	<i>108 kr.</i>
Samlet diskonteringsfaktor (kumuleret vs. nutidsværdi), %	16 %	30 %

Kilde: egne beregninger

Den samfundsøkonomiske tilgang kræver, at omkostninger i fremtiden diskonteres. Den langsigtede eksponering medfører at sygdomstilfældene med den benyttet model først vil vise sig i år 55. Effekten af diskontering i år 55 er dobbelt så højt som effekten af diskontering i år 30, hvor tilfældene fra sanering og den kortsigtede eksponering vil vise sig. Som nævnt ovenfor, er de kumulerede omkostninger praktisk set ens. Diskonteringen medfører derfor at nutidsværdien af indkapsling er lavere. Ved indkapsling svarer nutidsværdien til 16% af den kumulerede sundhedskostning, mens det kun er 30% for saneringsscenarioet.

5.4.7 Sammenligning af løsninger og diskussion

Bygherrerelaterede omkostninger. Af de budgetøkonomiske beregninger fremgår det, at omkostninger ved sanering er opgjort til 42.789 kr. i nutidsværdi. Ved indkapsling er de samlede projektrelaterede omkostninger opgjort til 27.957 kr. i nutidsværdi.

Dermed konkluderes det, at indkapslingen er billigere end saneringsløsningen – også selvom der er ekstra omkostninger relateret til indkapsling (både indkapsling og senere sanering). Årsagen hertil skal findes i diskontering med den samfundsøkonomiske diskonteringsrente: Omkostninger til sanering ved indkapsling ligger først sidst i perioden, og grundet diskontering bliver nutidsværdien af denne omkostning mindre, end hvis den lå først i projektperioden som ved saneringsløsningen.

Samfundsmæssige omkostninger. Den samlede eksponering af håndværkerne vil være større ved indkapslings-løsningen pga. en mere end dobbelt så

høj eksponering end under sanering. Forskellen er så højt at selv nutidsværdien af indkapsling er højere, som ikke er tilfældet i de andre cases.

Der er ikke fundet data, der dokumenterer den mulige eksponering af brugerne af huset, men ud fra en antagelse om at luft med asbestholdig luft med det almindelige luftskifte vil trækkes ind i huset og brugerne ikke benytter værnemidler kan det på det foreliggende grundlag ikke afvises, at den samlede eksponering af brugere af huset faktisk overstiger den samlede eksponering af de udførende håndværkere.

De samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger er lavere for indkapsling, grundet den langsigtede eksponering efter 25 år. Kumuleret er forekomsten af sygdomstilfælde ved indkapslingsløsningen dog praktisk set den samme som under saneringen. De samlede samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger er dog i begge tilfælde meget små sammenlignet med de erhvervsøkonomiske omkostninger ved de to løsninger.

Konklusionernes robusthed

Bygherrerelaterede omkostninger. Som for alle cases, er der en række usikkerheder knyttet til beregningerne. Vi har valgt at beregne på baggrund af de ud fra vores erfaringer mest anvendte løsninger, og at materialerne skiftes én til én. Hvis der anvendes andre løsninger eller skiftes til andre materialer, ville beregninger være anderledes og potentielt fører til et andet resultat.

Samfundsmæssige omkostninger. Der er en række usikkerheder knyttet til beregningen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. De største usikkerheder vurderes at være knyttet til den anvendte dosis-respons relation og eksponeringskoncentrationerne. De benyttede mål for betalingsvillighed er naturligvis behæftet med en vis usikkerhed, men værdierne er generelt anerkendte i samfundsøkonomiske vurderinger. Hvad angår dosis-respons relationen er der sammenlignet med værdierne anvendt af ECHA/RAC (2021) benyttet en dosis-respons relation, som resulterer i et større antal sygdomstilfælde. De anvendte eksponeringskoncentrationer vurderes at være worst case koncentrationer, og de faktiske koncentrationer kan meget vel være betydeligt lavere. Det er som worst case antaget at beboere af bygningen eksponeres for lave koncentrationer, men der er ikke fundet dokumentation for at en sådan eksponering vil kunne finde sted. Det vurderes på denne baggrund som meget sikkert, at de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger af eksponeringen af arbejdstagerne og brugere ved den konkrete case er meget små sammenlignet med de samlede erhvervsøkonomiske omkostninger af henh. sanering eller indkapsling.

5.5 CASE 5 – Asbestholdige magnesitgulve

5.5.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation

Håndtering af asbestholdige magnesitgulve

I denne case er bygherre et almennyttigt boligselskab, hvor der skal foretages renovering af lejligheder men især køkkener, hvor der er magnesitgulve i større eller mindre udstrækning. Dette indebærer at der skal monteres nye køkkenelementer samt udbores for nye installationer. Herefter skulle der udlægges ny spartelmasse og ny gulvbelægning.

Ældre magnesitgulve kan have indhold af asbest brugt som tilsætning for slidstyrke. Det er ikke muligt at se med det blotte øje om magnesit indeholder asbest.

Magnesitgulve er en fællesbetegnelse for udstøbte gulvbelægninger med bindemidlerne magnesit og klormagnesium. De er udført med et slidlag, der består af bindemidlerne tilsat bl.a. organiske og/eller uorganiske fyldstoffer, fx asbest. Blandingen er udstøbt enten direkte på et undergulv eller på et mellemlag.

Asbestholdigt magnesit er officielt benyttet frem til 1980, men der er set forekomster af dette længere frem i tiden, sikkert på baggrund af at der var en del lagerprodukter, der fortsat blev benyttet.

Asbest i magnesit ses i alle former for byggerier hovedsagligt som gulve i områder med slid (køkkener, badeværelser, trapper) men kan også være brugt som prydgulv, da overfladen kan have et flammende udseende.

I nogle tilfælde opleves det at magnesitgulve/-belægninger er blevet fjernet i en tidligere renoveringsproces men dog ikke helt, hvorfor der kan være rester skjult under nyere gulvbelægninger eller skjult bag nye konstruktioner. Det ses også ofte, at magnesit er helt indkapslet i nyere belægninger uden at dette er registreret – mange gange under flere lag af spartelmasser og organiske opbygninger.

Bygningen i denne case har ikke umiddelbart undergået mange større renoveringer igennem tiden, men flytninger og småreparationer har alligevel gennem tiden skabt en del forskellighed i asbestforekomsterne – flere steder er dele af magnesitgulvet fjernet eller helt/delvist skjult. Udgangspunktet er dog, at alle gulve er med asbestholdig magnesit, hvor der er skader på (revner, huller etc.). Arbejdet er derfor støvende, indvendigt asbestarbejde.

Beboere er genhuset, men der har fra projekterings side været et ønske om at minimere andelen af asbestarbejde på trods af omfattende renoveringer af boliger og bygninger generelt. Ud fra kendskabet til projektet, antager vi, at dette er af hensyn til økonomien. Det blev derfor oprindeligt besluttet, at asbestholdige magnesitgulve ikke skulle fjernes i deres helhed, men i stedet indkapsles

ved en løsning, hvor kanter skulle skæres/bankes af og forsegles med lak inden montering af nye elementer samt boring for nye installationer.

Udfordringen i denne metode er at resterende magnesitgulv havde skader i form af revner, huller og løse stumper samt at magnesitgulv er støbt på ru betonoverflade, som er svær at afrense delvist, hvorfor der var risiko for frigivelse af asbest efter processen.

Derfor blev det undervejs besluttet at foretage en fuld sanering i stedet for den projekterede løsning med bearbejdning og forsegling. Bygherren var dog meget i tvivl, da omkostningen her-og-nu var stor.

5.5.2 Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes

Indkapsling

Indkapslingsløsningen består i denne case af at bearbejde magnesitgulv delvist (behugning/skæring af kanter for nivellering) for herefter af forsegle overfladen med en lak. Efter forseglingen skulle der lægges en ny belægning bestående af flydemørtel og vinyl.

Al forudgående arbejde med fjernelse af eksisterende køkkenelementer samt fjernelse af ovenpå liggende gulvbelægninger var asbestarbejde som skulle udføres iht. gældende lovgivning. Bearbejdning af magnesitgulvet er naturligvis også at betragte som asbestarbejde, hvilket indkapslingen også ville være, da overflade og kanter frigiver asbestfibre.

Det skal her påpeges, at der i Arbejdstilsynets vejledning (AT, 2019) står, at der er forbudt at bearbejde asbestholdige materialer. Dette var der dog ikke umiddelbart taget hensyn til ved projekteringen af dette scenarie.

Sanering

Saneringsløsningen består i denne case af fuld fjernelse af magnesitgulvene, så det rå betongulv står tilbage. Oven på den rå beton lægges en ny belægning bestående af flydemørtel og vinyl.

Ved fjernelse af asbestholdig magnesit frigives der støv med indhold af asbestfibre. Arbejdet er derfor indvendigt, støvende arbejde, som skal udføres efter Arbejdstilsynets retningslinjer vedrørende anvendelse af personlige værnemidler, aflukning af arbejdsområdet og sikring af arbejdsområdet i forhold til adgang for folk, som ikke benytter værnemidlerne.

Arbejdet udføres i mindre sektioner, og det er nødvendigt, at løst affald løbende bliver opsamlet, herunder skal det sikres, at asbestmaterialer og støv ikke bliver spredt til andre områder i bygningen og eksternt miljø. Derfor udføres sanering i saneringsområder med undertryk, ventilering og filtrering af luft via luftrensere, adgang via tre-kammer-sluser og med opstilling af miljøvogn.

Når sanering er tilendebragt, udføres der asbestrensning af området iht. Arbejdstilsynets regler for dette.

5.5.3 Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?

Indkapsling

Den beskrevne indkapslingsmetode er en metode, der nogle gange benyttes i forhold til hele, intakte magnesitgulve. Vi har ikke tidligere set ved denne type arbejder, der indebærer en bearbejdning af gulvet, hvilket, som nævnt er forbudt iht Arbejdstilsynets vejledning (AT, 2019). Dette var også noget der ved den konkrete case skabte en del debat og dialog – også med relevante myndigheder.

Arbejdstilsynets regler om håndtering af asbestholdige magnesitgulve har været gældende siden 1980-erne, og det antages, at især regler, som fastlægger en lang række nødvendige foranstaltninger og krav, ift. udførelse, kan have haft en betydning for, at der i første omgang var valgt indkapsling frem for sanering af gulvene.

Sanering er generelt dyrere end indkapsling. Dette skyldes især de nødvendige foranstaltninger og krav til at undgå spredning af asbest og eksponering af de udførende håndværkere. Men i denne case skal der ved begge løsninger etableres arbejdsområder med tre-kammer-sluse og undertryk, mandskab skal have uddannelse, og der skal anvendes fulde asbestværnemidler.

Andre mulige bevæggrunde for at vælge indkapsling kan være ønsket fra bygherren om at minimere tidsforbruget, da indkapsling oftest er hurtigere at udføre end sanering. Dertil er der risiko for, at saneringsområder skal rengøres af flere omgange, før disse kan frigives ift. renhedskontrol efter en omfattende sanering fremfor ved indkapsling, som er mindre støvproducerende proces. Som tidligere nævnt, var det dette ikke tilfældet i denne case, da en indkapslingsløsning betød en vanskelig proces med behugning/skæring af kanter, der ville tage lang tid samt at rengøring ville være det samme som ved sanering. Det vurderedes af miljørådgiveren på projektet også at være svært at opnå tilfredsstillende renhed efter rengøring ved indkapslingsløsningen, fordi man ikke havde fjernet al asbest og derfor hele tiden ville frigive lidt asbest, når kanter knækker m.m.

Sanering

Det er vores opfattelse gennem interviews og ved erfaring i øvrigt, at det i dagens Danmark oftest vælges sanering af magnesitgulve.

Der er flere faktorer, som kan komme i betragtning i valget af sanering:

- > Den tekniske stand af gulvet. Hvis restlevetiden er betragtelig, kan det måske betale sig ikke at fjerne gulvet, hvis der ikke er skader på dette eller andre vanskeligheder forbundet med at lade det blive ligge.

- > Bygherres ønske om at "rense" sin bygning for sundhedsskadelige stoffer én gang for alle.
- > Udskydelse af fjernelse af asbestholdigt magnesitgulv kan være dyrere end at få det gjort, mens der alligevel skal foretages reovering. Man kommer til at betale dobbelt for alle foranstaltninger og for rengøring samt affaldsmængden fordobles ved fremtidig fuld sanering, da alle materialer (også ikke-asbestholdige som ny gulvbelægning) skal håndteres som asbestholdige.
- > Fremtidigt drift- og vedligehold (alle boringer/skruninger igennem gulv) for-dyres som følge af, at der hver gang skal foretages asbesthåndtering.
- > Bygherren ønsker at optræde miljøbevidst og derved have et godt image.
- > Der er en risiko for, at der bliver forurennet med asbest, hvis der f.eks. opstår skader på gulvet, eller der skal foretages drift- og vedligeholdelsesarbejder.
- > Bygningsbrugere giver udtryk for, at de er utrygge ved at have materialer med indhold af asbest, hvilket bygherre gerne vil imødekomme.

5.5.4 Økonomiske konsekvenser for bygherre

Indkapsling

Kort sigt. Den kortsigtede økonomiske konsekvens for bygherre af at indkapsle asbestholdig magnesit fremfor at udføre fuld sanering er, at der spares ved at [det og det ikke skal gøres].

Lang sigt. Den langsigtede økonomiske konsekvens for bygherre af at forsegle fremfor at udføre fuld sanering er, at alle fremtidige arbejder på/med/i gulvet vil være at betragte som asbestarbejde. Eksempler på sådanne arbejder er opsætning af nye køkkener, reparation/udskiftning af gulve, nye føringer af tekniske installationer etc. Ved disse arbejder skal der tages hensyn til dette ift. opbygning af saneringsområder, brug af uddannet mandskab og særlige værnemidler samt dokumentation af renhed. Dette vil mere end fordoble prisen for selv simple arbejder.

Det antages, at vil ske en fuld sanering af det forseglede gulv om 20 år i forbindelse med en reovering af køkkenet.

Sanering

Kort sigt. Fuld sanering af asbestholdigt magnesitgulv vurderes at koste 1,900 kr. pr m² gulv, hvilket medfører en ekstra omkostning på ca. 1.000 kr. pr m² gulv iht. indhentede erfaringspriser. Hertil kommer udgifter til at etablere en ny gulvbelægning.

Lang sigt. Det vurderes, at der ikke er hverken økonomiske- eller sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt ved fuld sanering, da asbest er fuldt fjernet.

Enhedsomkostninger for de to løsninger

Fastsatte enhedsomkostninger for de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Enhedsomkostninger er fastsat af Dansk MiljøAnalyse ud fra generelle erfaringstal.

I denne case var der behov for, at beboerne skulle genhuses, men dette kunne også skyldes andre renoveringsforhold. Omkostningerne til genhusning er derfor ikke medregnet, hverken ved sanering nu eller ved sanering senere.

Tabel 30 Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Indkapsling angivet i kr./m²

Indkapsling af magnesitgulv, inkl. nyt vinylgulv	Enhed	Pris
Forsegling (ikke fjernelse) af asbestholdigt magnesitgulv	kr. pr. m ²	900
Nyt vinylgulv	kr. pr. m ²	600
Sanering (efter 20 år)	kr. pr. m ²	1.900
Afmontering og bortskafning af vinylgulv på betongulv (efter 20 år)	kr. pr. m ²	600

Tabel 31 Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Sanering angivet i kr./m²

Sanering, inkl. nyt vinylgulv	Enhed	Pris
Sanering (initial)	kr. pr. m ²	1.900
Nyt vinylgulv	kr. pr. m ²	600
Afmontering og bortskafning af vinylgulv på betongulv (efter 20 år)	kr. pr. m ²	600

Samlede projektrelaterede omkostninger

De samlede projektrelaterede omkostninger for bygherre af de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Omkostningerne er angivet i nutidsværdi, dvs. at omkostningerne hen over projektperioden er tilbagediskonteret og opgjort i 2022-priser. Konkret for begge løsninger er projektperioden sat til 20 år. I

forhold til beregningsforudsætninger henvises der til notatet 'Illustrative cases: Forord, sammenfatning og Indledning med metodebeskrivelse'.

Der er i casen tale om cirka 10 m² gulv pr. køkken i ca. 250 lejligheder dvs. 2.500 m².

Tabel 32 Samlede bygherre-relaterede omkostninger (og fordelt på arbejder) ved sanering versus indkapsling.

Indkapsling	Nutidsværdi (kr.)
A) Nivellering og forsegling af magnesitgulv	
Nivellering og forsegling med lak af asbestholdigt magnesitgulv	3.168.000
Nyt vinylgulv	2.112.000
<i>Samlede omkostninger kort sigt</i>	<i>5.280.000</i>
Sanering	3.174.409
Afmontering og bortskafning af vinylgulv på betongulv	1.002.445
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>9.456.853</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>3.783</i>
Sanering	
B) Sanering og nyt vinylgulv	
Sanering	6.688.000
Nyt vinylgulv	2.112.000
Afmontering og bortskafning af vinylgulv på betongulv	1.002.445
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>9.802.445</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>3.921</i>
Forskel	
Sc. A vs. sc. B - kr.	345.591
Sc. A vs. sc. B - kr./m ²	138

Note: Baseret på reovering af 2.500 m² gulv (250 lejligheder af 10 m²)

Resultaterne fra den budgetøkonomiske analyse viser, at det over de 20 år samlet set er 345.591 kr. dyrere (i nutidskroner) at asbestsanere end at indkapsle (og dermed udskyde asbestsaneringen til slut i perioden). Indkapslingsløsningen indebærer dog flere arbejder, idet der også er indregnet omkostninger til forsegling af asbestholdigt magnesitgulv. Årsagen til, at det er billigere rent budgetøkonomisk at indkapsle, skyldes, at omkostningerne og arbejderne til sanering ved indkapsling først falder sidst i perioden efter 20 år. Nutidsværdien af disse omkostninger bliver væsentligt lavere, end i tilfældet hvor asbestsaneringen foretages i starten (initial).

5.5.5 Sundhedsmæssige konsekvenser

Indkapsling

Kort sigt. Ved alle arbejder indtil forseglingen er fuld, vil være at betragte som indvendigt, støvende asbestarbejder, hvor der anvendes værnemidler.

Inden indkapslingen ville der forestå en proces med behugning/skæring af kanter. Som nævnt ovenfor vurderedes det, at det er svært at opnå tilfredsstillende renhed efter rengøring ved forseglingsløsningen, fordi man ikke har fjernet al asbest og derfor hele tiden vil frigive lidt asbest, når kanter knækker m.m.

Der er regnet med, at der i hver lejlighed arbejder én person i 2 dage, så der samlet for de 250 lejligheder bruges 500 persondage.

Der er ikke fundet hverken danske eller udenlandske undersøgelser af asbesteksponering ved denne type bearbejdning. Ved de danske undersøgelser, der er refereret under sanering, er det beskrevet, at opbrydningen af gulvet resulterede i tæt støv i lokalet. Det er formentlig ikke tilfældet ved bearbejdningen, da denne vil have en mere kortvarig karakter. Der vil derfor i denne case regnes med at eksponeringskoncentrationen (som 8-timers gennemsnit) vil være betydeligt under de koncentrationer, der er fundet i undersøgelsen. I mangel af konkrete data antager vi, at eksponeringskoncentrationen vil være betydelig lavere end den koncentration, der er regnet med ved sanering, idet der er tale om et mindre indgreb. Som bedste bud er der regnet med 1/10 af koncentrationen anvendt for sanering.

Lang sigt. Sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt består i risiko for, at inkapslet gulv brydes ved drift og vedligehold eller deciderede skader, og at der dermed er risiko for udsættelse for asbestfibre for såvel driftspersonale som beboere af bygninger.

Sanering

Kort sigt. Vi antager, at mandskabet er uddannet til at udføre saneringsarbejde, og at de benytter turbo-halvmasker med P3 filter og overtræksdragter. I beregningerne er der regnet med, at der ved sanering af hver lejlighed arbejder 2 personer i 5 dage, så det samlede antal person-dage for 250 lejligheder er 2.500.

Der er i forbindelse med litteraturstudiet i dette projekt fundet en undersøgelse fra 1989 af asbestfibermålinger i Danmark under arbejdet ved opbrydning af et magnesitgulv (Bælum og Staun, 1989). Gulvet var et undergulv under en gulvbelægning af linoleum og indeholdt 25% asbest. Efter fjernelse af linoleum og underliggende træplader, blev gulvet brudt op med en borehammer. Det fremgår ikke af beskrivelsen, om der var udsugning på hammeren, eller om der blev anvendt støvsuger under arbejdet; det angives, at støvsuger blev anvendt efter arbejdet. Under fjernelse af pladerne blev der målt koncentrationer på 3-16 fibre/cm³ ved stationære målinger og 0,72-0,92 fibre/cm³ ved fire personbårne målinger. Ved opbrydning af det underliggende gulv blev der målt 0,7-1,6 fibre/cm³ ved de stationære målinger og 0,49-0,61 fibre/cm³ ved tre

personbårne målinger. Det er samtidige foretaget målinger i et tilstødende lokale uden for saneringsområdet, som viste koncentrationer på 0,012-0,024 fibre/cm³. Der blev ved arbejdet båret engangs-beskyttelsesdragter og filtrerende åndedrætsværn med luftforsyning fra en bærbar motorenhed (filtertype er ikke angivet). Forfatterne udtrykker i rapporten bekymring for, om de anvendte åndedrætsværn er tilstrækkeligt effektive til arbejdet. Der blev i disse målinger ikke målt koncentrationer under masken (se f.eks. resultater for nedtagning af loft), og åndedrætsværnets effektive beskyttelsesfaktor blev derfor ikke estimeret.

Der er ikke fundet udenlandske undersøgelser, hvor det specifikt er angivet, at det asbestholdige gulv er et magnesitgulv. Undersøgelser fra USA af opbrydning af asbestgulve, hvor det ikke specifikt fremgår, hvilke gulve der er tale om (refereret i litteraturstudie til denne undersøgelse), fandt man eksponeringskoncentrationer i samme størrelsesorden som fundet i den danske undersøgelse refereret ovenfor.

Der er i casen regnet med, at der i dag løbende anvendes støvsuger ved arbejdet, så koncentrationen i luften vil antagelig være lavere end koncentrationerne fundet i ældre undersøgelser. Koncentrationen ved opbrydning af gulvet (i casen vil der ikke være fjernelse af plader) vil her antages i worst case at kunne være 0,5 fiber/cm³, som med en beskyttelsesfaktor på 40 resulterer i en effektiv eksponeringskoncentration på 0,013 fibre/cm³. Dette er over den nuværende grænseværdi, men da der ikke foreligger nyere målinger, og forholdene ved målingerne kan være tilsvarende den måde arbejdet vil udføres på i dag, er der ikke basis for at antage, at den skulle være lavere. Vi vil også regne med denne værdi i forhold til fremtidig sanering, selvom der ved yderligere implementering af den nye danske grænseværdi formentlig vil blive anvendt mere effektive værnemidler for at kunne leve op til grænseværdien. Det bemærkes, at forfatterne af ovennævnte undersøgelse vurderede, at der ikke ville være tilstrækkelig beskyttelse ved at anvende turboenhed med filtre til denne type arbejde.

I en undersøgelse fra 1986 omtalt i den stadig gældende "Vejledning om asbestholdige asbestgulve" viste målinger i to klasseværelser med magnesitgulve koncentrationer på henh. 0,15 og 0,03 fibre/cm³, mens koncentrationerne i hovedparten af lokalene med magnesitgulve var under detektionsgrænsen af den anvendte metode på 0,01 fibre/cm³⁹. Det bemærkes, at den højeste værdi i et klasseværelse ved almindelig anvendelse var 50 gange højere end den nuværende grænseværdi i arbejdsmiljøet, mens detektionsgrænsen for målingerne var ca. 3 gange højere end den nuværende grænseværdi.

I den aktuelle case er magnesitgulvene efter forsegling dækket med en lak og et vinylgulv, så frigivelsen af asbestholdigt støv under normal brug må regnes at være ubetydelig.

Lang sigt. Asbestholdigt materiale fjernes i sin helhed og derfor er der ingen risiko på lang sigt

⁹ Vejledning om asbestholdige magnesitgulve. VEJ nr 4007 af 09/03/1987. <https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/1987/4007>

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere er angivet i nedenstående tabel.

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere for de to løsninger er angivet i nedenstående tabel.

Tabel 33 Eksponeringsparametre ved sanering versus indkapsling.

Parameter	Indkapsling		Sanering
	Kort sigt	Lang sigt	Kort sigt
Håndværkere, mm:			
Antal arbejdstagere eksponeret	10	10	10
Antal dage a' 7,5 timer pr. person	50	250	250
Anvendte værnemidler og afværgeforanstaltninger	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Etablering af saneringsområde med undertryk og adgang via tre-kammer-sluse	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Etablering af saneringsområde med undertryk og adgang via tre-kammer-sluse	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Etablering af saneringsområde med undertryk og adgang via tre-kammer-sluse
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration	0,05 fibre/cm ³	0,5 fibre/cm ³	0,5 fibre/cm ³
Beskyttelsesfaktor, åndedrætsværn	40	40	40
Effektiv indåndingskoncentration,	0.001 fibre/cm ³	0.013 fibre/cm ³	0.013 fibre/cm ³
Brugere af bygningen:			
Antal brugere af lejlighede eksponeret	-	-	-
Antal år som eksponeringen forgår over	-	-	-
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration, brugere	Antages at være ubetydelig	Antages at være ubetydelig	Antages at være ubetydelig

5.5.6 Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger

Sundhedsmæssige konsekvenser. Nedenstående tabel præsenterer antallet af tilfælde associeret med henholdsvis begge cases og arbejdstagere/brugere af bygningen. Antallet af tilfælde beregnes ved at kombinere den effektive indåndingskoncentration med den beregnede eksponeringsfaktor og antallet af person-eksponerings år. Både indkapsling og sanering af magnesitgulve medfører nogenlunde det samme antal tilfælde for arbejdstagere. Eksponering af

beboerne antages at være ubetydeligt. Indkapsling har dog et småt, men ikke signifikant højere antal af tilfælde.

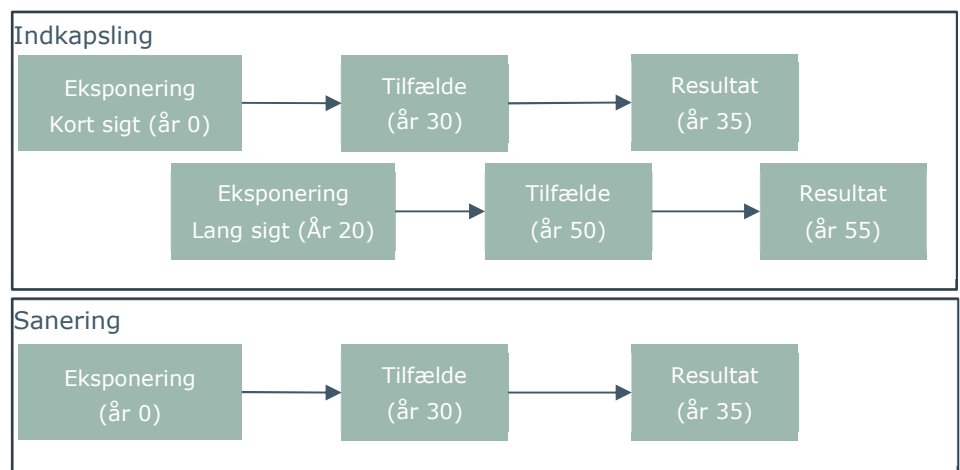
Tabel 34 Beregnet antal sygdomstilfælde.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, arbejdstagere	0,00013	0,00013
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, brugere af bygningen	ubetydelig	ubetydelig

Sundhedsmæssige omkostninger

Nedenstående figur sammenfatter tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat. Sygdommen opstår 30 år efter eksponering, fulgt af en sygdomsperiode på 5 år, hvorefter det endelige sygdomsresultat foreligger. Tidslinjen er konsistent med lignende studier om kræfttilfælde associeret med asbest eksponering på arbejdspladsen (Garret et al., 2021). Det kan ses, at tidslinjen er længere for indkapslingsløsningen (55 år) sammenlignet med saneringsløsningen (35 år). For begge scenarier beregnes dog omkostninger for en 55 år periode, fordi sundhedsmæssige omkostningerne svarer til nul efter år 35 i saneringsscenarioet. Der henvises til metodebeskrivelsen for en mere detaljeret gennemgang af beregningsmodellen.

Figur 6 Tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat.



Tabel 11 præsenterer de samfundsøkonomiske sundhedsmæssige omkostninger, målt i nutidsværdi, og de kumulerede samfundsmæssige sundhedsmæssige omkostninger over 55 års perioden. Sammenlignet med de andre cases har denne case høje sundhedsmæssige omkostninger på 682 og 1,084 kr. i hhv. indkapsling og saneringsscenarioet. De høje omkostninger kan forklares ved den forholdsvis høje antal af eksponeringsdage under den endelige sanering. Der er en stor forskel mellem begge scenarier hvoraf sanering er næsten 60% dyrere.

I betragtning af de kumulerede omkostninger ses dog ikke en signifikant forskel, hvor omkostninger er på mere end 3,500 kr. i begge scenarier. Indkapsling har

en lidt højere værdi, fordi der opstår en relativt lav eksponering under den kort sigtede indkapsling.

Betalingsvillighed i relation til at undgå død udgør næsten hele den samfundsøkonomiske og kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostning i begge scenarier. Det skyldes, at betalingsvilligheden i relation til død er ca. 10 gange højere end den næststørste faktor (betalingsvillighed i relation til at undgå sygdom).

Tabel 35 Beregnet sundhedsomkostning til samfundet.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger, nutidsværdi, kr. (år 0-55)	682 kr.	1.013 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>638 kr.</i>	<i>1.084 kr.</i>
Kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger, kr. (år 0-55)	3.672 kr.	3.485 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>3.555 kr.</i>	<i>3.600 kr.</i>
Samlet diskonteringsfaktor (kumuleret vs. nutidsværdi), %	19 %	30 %

Kilde: egne beregninger

Som også fremhævet i de andre cases, har tidspunktet for eksponeringen en stor effekt på de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger grundet diskontering af sundhedseffekter i fremtiden. Den langsigtede eksponering forgår først i år 20, hvor de asbestholdige materialer skal fjernes. Med den benyttede latens-tid medfører denne eksponering, at sygdomstilfældene med den benyttet model først vil vise sig i år 55. Effekten af diskontering i år 55 er dobbelt så højt som effekten af diskontering i år 30, hvor tilfældene fra sanering og den kortsigtede eksponering vil vise sig.

5.5.7 Sammenligning af løsninger og diskussion

Bygherrerelaterede omkostninger.

Som det ses i den budgetøkonomiske analyse, er det 345.591 kr. dyrere (i nutidskroner) at asbestsanere end at indkapsle (ved indkapsling udskydes omkostninger til asbestsanering til slut i perioden).

Det ses også, at indkapslingsløsningen er billigere i et budgetøkonomisk perspektiv. Også selvom indkapslingsløsningen indeholder flere arbejder, idet der også er indregnet omkostninger til indkapsling af asbestholdigt magnesitgulv.

Samfundsmæssige omkostninger. Den samlede eksponering af håndværkerne er marginalt større ved indkapslings-løsningen, med en meget begrænset

effekt på de samlede omkostninger. Sammenlignet med de andre cases er dog både eksponeringen og de sundhedsøkonomiske omkostninger substantielt højere, fordi et relativt højt antal mennesker er eksponeret over en relativt længere tidsrum.

Konklusionernes robusthed

Bygherrerelaterede omkostninger. Som for alle cases, er der en række usikkerheder knyttet til beregningerne. Vi har valgt at beregne på baggrund af de ud fra vores erfaringer mest anvendte løsninger, og at materialerne skiftes én til én. Hvis der anvendes andre løsninger eller skiftes til andre materialer, ville beregninger være anderledes og potentielt fører til et andet resultat.

Samfundsmæssige omkostninger. Der er en række usikkerheder knyttet til beregningen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. De største usikkerheder vurderes at være knyttet til den anvendte dosis-respons relation og eksponeringskoncentrationerne. De benyttede mål for betalingsvillighed er naturligvis behæftet med en vis usikkerhed, men værdierne er generelt anerkendte i samfundsøkonomiske vurderinger. Hvad angår dosis-respons relationen er der sammenlignet med værdierne anvendt af ECHA/RAC (2021) benyttet en dosis-respons relation, som resulterer i et større antal sygdomstilfælde. De anvendte eksponeringskoncentrationer vurderes at være worst case koncentrationer, og de faktiske koncentrationer kan meget vel være betydeligt lavere.

5.6 CASE 6 – Støv i kælder eller loft med indhold af asbest

5.6.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation

Håndtering af støv i kælder eller loft med asbest

I denne case er bygherre en privat professionel ejendomsbesidder, og der er tale om en beboelsesbygning, hvor der er asbest i støv i kælderrum (pulterrum og gangarealer) grundet skader på teknisk isolering. Støv i kælder eller loft kan indeholde asbest som følge af sekundær forurening fra andre asbestholdige materialer såsom teknisk isolering, tagplader etc.

Isoleringen er forud for håndteringen af støvet blevet forseglet.

Bygherre ønsker, at der ikke skal være risiko for brugerne af bygningen, da det vil skabe utryghed for beboere og muligvis gør det svært at udleje i fremtiden. Bygherre ønsker derfor at håndtere problemet, så der ingen risiko er for brugerne.

5.6.2 Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes

Indkapsling

Indkapslingsløsningen består i denne case i forsegling af overflader (gulve, vægge og lofter) med vandglas, som sprøjtes på overfladerne. Forud for arbejdet blev pulterrummet ryddet for inventar/effekter af beboere selv.

Asbestforseglingen betragtes som støvende, indvendigt asbestarbejde, og Arbejdstilsynets regler for dette skal overholdes, da støv kan ophvirvles. Det indebærer anvendelse af personlige værnemidler, aflukning af arbejdsområdet og sikring af arbejdsområdet i forhold til adgang for folk, som ikke benytter værnemidlerne.

Sanering

Saneringsløsningen består i denne case i fjernelse af al asbestholdigt støv.

Ved fjernelse af asbestholdigt støv ophvirvles der asbest-fibre. Arbejdet er derfor støvende, indvendigt asbestarbejde, som skal udføres efter Arbejdstilsynets retningslinjer vedrørende anvendelse af personlige værnemidler, aflukning af arbejdsområdet og sikring af arbejdsområdet i forhold til adgang for folk, som ikke benytter værnemidlerne.

Arbejdet udføres i mindre sektioner, og det er nødvendigt, at løst affald løbende bliver opsamlet, herunder skal det sikres, at asbestmaterialer og støv ikke bliver spredt til andre områder i bygningen og eksternt miljø. Derfor udføres sanering i saneringsområder med undertryk, ventilering og filtrering af luft via luftrensere, adgang via tre-kammer-sluser og med opstilling af miljøvogn.

Når sanering er tilendebragt, udføres der asbestrensning af området iht. Arbejdstilsynets regler for dette.

5.6.3 Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?

Indkapsling

Den beskrevne indkapslingsmetode er undervejs i indsamlingen af cases beskrevet flere gange. Metoden benyttes i moderat omfang i byggebranchen.

Arbejdstilsynets regler om håndtering af asbestholdige materialer, herunder også støv, selvom det ikke fremgår entydigt, har været gældende siden 1980-erne, og det antages, at især regler, som fastlægger en lang række nødvendige foranstaltninger og krav, ift. udførelse, kan have haft en betydning i valget af indkapsling frem for sanering af støvet.

Sanering af støv med asbest er generelt dyrere end indkapsling. Dette skyldes især de nødvendige foranstaltninger og krav til at undgå spredning af asbest og eksponering af de udførende håndværkere – selvom der er et overlap/sammenfald.

Andre mulige bevæggrunde for at vælge indkapsling kan være ønsket fra bygherre om at minimere tidsforbruget, da indkapsling er hurtigere at udføre end sanering. Desuden er der risiko for, at saneringsområdet skal rengøres ad flere omgange, før disse kan frigives ift. renhedskontrol efter en omfattende sanering fremfor ved indkapsling, der er en mindre støvproducerende proces.

I denne case er der valgt en saneringsløsning fremfor indkapslingsløsning, da man ikke ønskede at have risikoen for asbestforurening efterfølgende.

Sanering

Det er vores opfattelse gennem interviews og ved erfaring i øvrigt, at der i dagens Danmark langt oftere vælges sanering frem for indkapsling af asbestholdigt støv.

Der er flere faktorer, som kan komme i betragtning i valget af sanering:

- > Bygherres ønske om at "rense" sin bygning for sundhedsskadelige stoffer én gang for alle.
- > Bygherre ønsker at optræde miljøbevidst og derved have et godt image.
- > Der er en risiko for, at områder bliver forurenede med asbestfibre, hvis der f.eks. opstår skader på indkapslingen, eller der skal foretages drift- og vedligeholdelsesarbejder.
- > Bygningsbrugere giver udtryk for, at de er utrygge ved at have asbestholdige forekomster, og dette vil bygherre gerne imødekomme.

5.6.4 Økonomiske konsekvenser for bygherre

Indkapsling

Kort sigt. Omkostninger for bygherre af at indkapsle støv er anslået til 100-150 kr. pr m² iht. indhentede erfaringspriser.

Lang sigt. Den langsigtede økonomiske konsekvens for bygherre af at indkapsle støv fremfor at udføre fuld sanering er, at alle fremtidige arbejder på overflader vil være at betragte som asbestarbejde, hvor der skal tages hensyn til dette ift. opbygning af saneringsområder, brug af uddannet mandskab og særlige værnemidler samt dokumentation af renhed. Dette vil mere end fordoble prisen for selv simple arbejder.

Men ift. spørgsmålet om der vil være ekstra omkostninger forbundet med at udskyde saneringen kan det ikke afvises, at der i fremtiden vil komme krav om fjernelse af alle asbestholdige materialer i en bygning, og at det dermed vil være nødvendigt at foretage en sådan fjernelse.

Sanering

Kort sigt. Fuld sanering af støv medfører en omkostning på ca. 1.100 kr. pr. m² iht. indhentede erfaringspriser.

Lang sigt. Det vurderes, at der ikke hverken er økonomiske- eller sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt ved fuld sanering.

Bygherren får ved en fuld sanering sikkerhed for, at der ikke i fremtiden opstår arbejder eller situationer/uhensigtsmæssigheder med risiko for asbestforurening. Desuden er det visuelle indtryk efter en indkapsling ikke særligt pænt – vandglas efterlader en gullig blank overflade.

Enhedsomkostninger for de to løsninger

Fastsatte enhedsomkostninger for de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Enhedsomkostninger er fastsat af Dansk MiljøAnalyse ud fra generelle erfaringstal. Areal: ca. 100 m² gulvareal.

Tabel 36 *Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Indkapsling angivet i kr./m²*

Indkapsling med vandglas	Enhed	Pris
Vandglas	kr. pr. m ²	125

Tabel 37 *Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Sanering angivet i kr./m²*

Sanering af støv med indhold af asbest	Enhed	Pris
Sanering	kr. pr. m ²	1.100

Samlede projektrelaterede omkostninger

De samlede projektrelaterede omkostninger for bygherre af de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Omkostningerne er opgjort for hver af arbejderne relateret til projektet og angivet i nutidsværdi, dvs. at omkostningerne hen over projektperioden er tilbagediskonteret og opgjort i 2022-priser.

Der er ikke fundet oplysninger om, hvor længe en overflade forsegleet med vandglas vil kunne holde inden den vil kunne begynde at forvitte og sprede asbeststøv, men vi vurderer, at da der i denne case er tale om en gulvoverflade, som slides, at vandglasforseglingen bør fornys 1 gang årligt indtil der saneres.

Det er her antaget, at der vil skulle ske en fuld sanering af det forseglede materiale om 10 år, hvor den forseglede asbest skal fjernes fra alle overflader, og der skal ske en rengøring af hele kælderens.

I forhold til beregningsforudsætninger henvises der til notatet 'Illustrative cases: Forord, sammenfatning og Indledning med metodebeskrivelse'.

Tabel 38 Samlede bygherre-relaterede omkostninger (og fordelt på arbejder) ved sanering versus indkapsling.

Indkapsling	Nutidsværdi, kr. (2022)
A) Behandling med vandglas	
Vandglas, indkapsling	123.724
<i>Samlet omkostning, kort sigt</i>	<i>123.724</i>
Sanering	98.924
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>222.648</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>2.226</i>
Sanering	
B) Sanering af støv med indhold af asbest	
Sanering af støv med indhold af asbest	140.800
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>140.800</i>
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	<i>1.408</i>
Forskel	
Sc. A vs. sc. B - kr.	-81.848
Sc. A vs. sc. B - kr./m ²	-818

Note: Baseret på 100 m² gulv.

Som det ses af tabellen, er saneringsløsningen billigere end indkapslingsløsningen med vandglas. Samlet knap 82.000 kr. billigere over perioden. Dette skyldes, at behandlingen med vandglas er relativt dyr, når den skal foretages hvert år.

5.6.5 Sundhedsmæssige konsekvenser

Indkapsling

Kort sigt. Ved indkapslingsløsningen anvendes der ikke støvsuger, og støv, der hvirvles op ved indkapslingen, vil derfor kunne blive hængende i luften. Der er ikke fundet danske eller udenlandske undersøgelser af koncentrationen af asbestfibre i åndedrætszonen ved forsegling af asbestholdigt støv. Der vil derfor regnes med, at koncentrationen ved indkapsling vil kunne være af samme størrelse som ved sanering dvs. 0,04 fibre/cm³.

Lang sigt. Sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt består i risiko for at indkapslingen brydes ved drift og vedligehold, og der dermed er risiko for udsættelse for asbestfibre for såvel driftspersonale som brugere af bygningen. Der er ikke fundet oplysninger, der kan illustrere, hvilke koncentrationer der kan være tale om.

Ved en fremtidig sanering vil der skulle fjernes en hård asbestholdig overflade, som antages at være kraftigt støvende arbejde. Vi antager i denne case, at koncentrationen i indåndingszonen er sammenlignelig med eksempelvis fjernelse af magnesitgulve, hvor der i casen er regnet med en eksponeringskoncentration på 0,5 fibre/cm³. Vi regner med, at der ved en fremtidig fjernelse af det forseglede støv vil anvendes åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt.

Sanering

Kort sigt. Vi antager, at mandskabet er uddannet til at udføre saneringsarbejde, og at de benytter turbo-halvmasker med P3 filter og overtræksdragter.

De sundhedsmæssige konsekvenser handler først og fremmest om, at håndværkerne der udfører saneringen udsættes for asbeststøv, i det omfang de nødvendige værnemidler ikke giver tilstrækkelig beskyttelse, eller i det omfang værnemidlerne slet ikke benyttes.

Der er ikke fundet hverken danske eller udenlandske undersøgelser af eksponeringsniveauer ved fjernelse af støv fra kældre eller loftsrum (eller fra andre rum). Det vurderes, at der vil være en begrænset frigivelse af asbeststøv, som ikke indfanges af de støvsugere, der anvendes til arbejdet. Det antages derfor, at selv i worst case vil den effektive indåndingskoncentration være væsentligt under den nuværende grænseværdi. Det vil her antages, at koncentrationen i indåndingszonen formentlig ikke er over 0,04 fibre/cm³, der med en beskyttelsesfaktor på 40 resulterer i en effektiv indåndingskoncentration på 0,001 fibre/cm³.

Lang sigt. Asbestholdigt materiale fjernes i sin helhed, og der er derfor ingen risiko på lang sigt.

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere er angivet i nedenstående tabel.

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere for de to løsninger er angivet i nedenstående tabel.

Tabel 39 Eksponeringsparametre ved sanering versus indkapsling.

Parameter	Indkapsling		Sanering
	Kort sigt	Lang sigt	Kort sigt
Håndværkere, mm:			
Antal arbejdstagere eksponeret	1	5	5
Antal dage a' 7,5 timer pr. person	0,5	5	5
Anvendte værnemidler og afværgeforanstaltninger	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt.	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt.	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt.

Parameter	Indkapsling		Sanering
	Kort sigt	Lang sigt	Kort sigt
		Etablering af saneringsområde med undertryk og adgang via tre-kammer-sluse	Etablering af saneringsområde med undertryk og adgang via tre-kammer-sluse
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration	0,04 fibre/cm ³	0,5 fibre/cm ³	0,04 fibre/cm ³
Beskyttelsesfaktor, åndedrætsværn	40	40	40
Effektiv indåndingskoncentration	0.013 fibre/cm ³	0.001 fibre/cm ³	0.013 fibre/cm ³
Brugere af bygningen:			
Antal brugere af huset eksponeret	Ikke estimeret	Ikke estimeret	Ikke estimeret
Antal år som eksponeringen forgår over	Ikke estimeret	Ikke estimeret	Ikke estimeret
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration, brugere *	Ingen data	Ingen data	Ingen data

5.6.6 Samlede samfundsmæssige sundhedsmkostninger

Budgetøkonomiske konsekvenser. I afsnittet vedr. de budgetøkonomiske beregninger ses det, at saneringsløsningen er billigere end indkapslingsløsningen med vandglas, opgjort i nutidsværdi. I den konkrete case, er saneringsløsningen samlet knap 82.000 kr. billigere over perioden. Årsagen hertil skal findes i, at behandlingen med vandglas er relativt dyr, når den skal foretages hvert år. Det skal dog i den forbindelse bemærkes, at der er stor usikkerhed relateret til, hvor mange behandlinger med vandglas der er nødvendige over de 10 år, som er den valgte projektperiode i denne case, ligesom der er usikkerhed i forhold til, hvor mange gange det er muligt at forsegle med vandglas før en sanering er nødvendig.

Sundhedsmæssige konsekvenser. Nedenstående tabel præsenterer antallet af tilfælde associeret med henholdsvis begge cases og arbejdstagere/brugere af bygningen. Antallet af tilfælde beregnes ved at kombinere den effektive indåndingskoncentration med den beregnede eksponeringsfaktor og antallet af person-eksponerings år. Antallet er næsten ubetydeligt i begge scenarier. Eksponering af beboerne antages at være ubetydeligt.

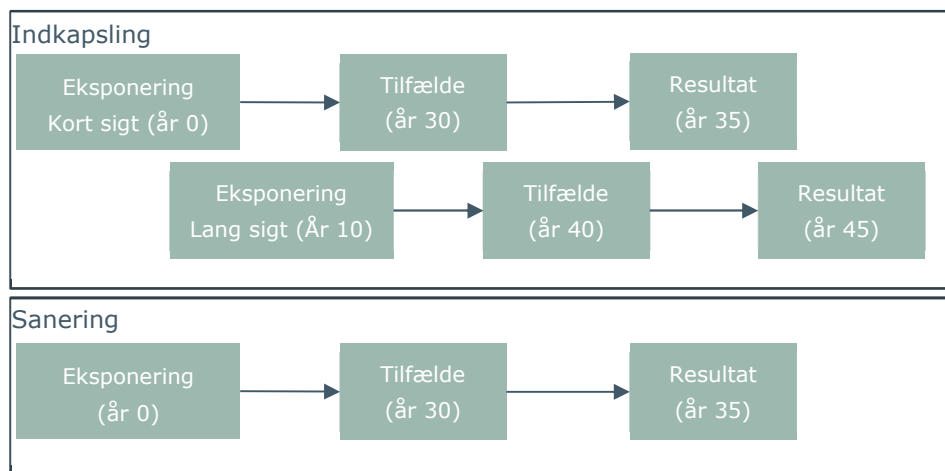
Tabel 40 Beregnet antal sygdomstilfælde.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, arbejdstagere	0.00000052	0.00000002
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, brugere af bygningen	ubetydeligt	ubetydeligt

Sundhedsmæssige omkostninger

Figur 2 sammenfatter tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat. Det kan ses, at tidslinjen er kun ti år længere for indkapslingsløsningen (45 år) sammenlignet med saneringsløsningen (35 år). For begge scenarier beregnes dog omkostninger for en 45 år periode. Der henvises til metodebeskrivelsen for en mere detaljerede gennemgang af beregningsmodellen.

Figur 7 Tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat.



Tabel 11 præsenterer de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger, målt i nutidsværdi, og de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger over 60 års perioden. Grundet af de næsten ubetydelige eksponeringstal er både nutidsværdi og den kumulative omkostning praktisk set nul.

Tabel 41 Beregnet sundhedsomkostning til samfundet.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger, nutidsværdi, kr. (år 0-45)	3,5 kr.	0,2 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	3,2 kr.	0,2 kr.
Kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger, kr. (år 0-45)	14,6 kr.	0,6 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	14,2 kr.	0,6 kr.
Samlet diskonteringsfaktor (kumuleret vs. nutidsværdi), %	24 %	30 %

Kilde: egne beregninger

5.6.7 Sammenligning af løsninger og diskussion

Bygherrrelaterede omkostninger.

Som det ses i den budgetøkonomiske analyse, er saneringsløsningen billigere end indkapslingsløsningen med vandglas. Samlet knap 82.000 kr. billigere over perioden. Dette skyldes, at behandlingen med vandglas er relativt dyr, når den skal foretages hvert år.

Samfundsmæssige omkostninger. Grundet den praktisk set ubetydelige eksponering, er der ingen forskel mellem indkapsling og sanering. Samfundsøkonomisk set er der således ingen forskel på begge løsninger.

Konklusionernes robusthed

Bygherrrelaterede omkostninger. Som for alle cases, er der en række usikkerheder knyttet til beregningerne. Vi har valgt at beregne på baggrund af de ud fra vores erfaringer mest anvendte løsninger, og at materialerne skiftes én til én. Hvis der anvendes andre løsninger eller skiftes til andre materialer, ville beregninger være anderledes og potentielt fører til et andet resultat.

Samfundsmæssige omkostninger. Der er en række usikkerheder knyttet til beregningen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. De største usikkerheder vurderes at være knyttet til den anvendte dosis-respons relation og eksponeringskoncentrationerne. De benyttede mål for betalingsvillighed er naturligvis behæftet med en hvis usikkerhed, men værdierne er generelt anerkendte i samfundsøkonomiske vurderinger. Hvad angår dosis-respons relationen er der sammenlignet med værdierne anvendt af ECHA/RAC (2021) benyttet en dosis-respons relation, som resulterer i et større antal sygdomstilfælde. De anvendte eksponeringskoncentrationer vurderes at være worst case koncentrationer, og de faktiske koncentrationer kan meget vel være betydeligt lavere. Det er som worst case antaget at beboere af bygningen eksponeres for lave koncentrationer, men der er ikke fundet dokumentation for at en sådan eksponering vil kunne finde sted. Det vurderes på denne baggrund som meget sikkert, at de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger af eksponeringen af arbejdstagerne og brugere ved den konkrete case er meget små sammenlignet med de samlede erhvervsøkonomiske omkostninger af henh. sanering eller indkapsling.

5.7 CASE 7 – Teknisk isolering med indhold af asbest

5.7.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation

Håndtering af teknisk isolering på rørinstallationer

I denne case er bygherre en privat professionel ejendomsbesidder, og bygningen er en mere end 100 år gammel fabriksbygning, der skal omdannes til publikumsbesøg herunder museum og restauration.

Bygningen har undergået mange renoveringer igennem tiden og især de tekniske installationer har været berørt i større eller mindre omfang. Bygningen bærer tydeligt præg af ikke at være løbende vedligeholdt de seneste årtier. Derfor er især de tekniske installationer i dårlig stand – hvilket ikke har været bemærket før en egentlig renoveringsproces påbegyndtes.

Det konstateres, at der er asbest i teknisk isolering, og at dette tillige har drysset fra skader samt ulukkede reparationer og dermed forurennet bygningens delområder i større eller mindre grad.

Teknisk isolering på rørinstallationer kan have indhold af asbest i både bøjninger, reduktioner, endestykker, flanger, sammenkoblinger og på lige stræk. Asbest i isoleringsmaterialer på rør blev benyttet i stor stil i tidsrummet 1930 til 1986. Asbest i isoleringsmaterialer blev anvendt i alle former for bygninger både enfamiliehuse, kontorbygninger, fabriksbygninger og offentlige bygninger.

5.7.2 Bygherre ønsker, at der ikke skal være risiko for brugere af bygningen, da bygherre ikke kan tåle en "dårlig historie". Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes

Indkapsling

Indkapslingsløsningen består i denne case i indkapsling af teknisk isolering ved brug af lærred og/eller plast og tape ud fra en vurdering af, om installationer skal forblive eller fjernes.

I forbindelse med dette skal der også asbestrenføres i områder med asbestforurening fra støvdrys fra teknisk isolering – dette er dog tilfældet ved både indkapsling og sanering.

Asbestrenføring betragtes som indvendigt, støvende asbestarbejde, og Arbejdstilsynets regler for dette skal overholdes.

Sanering

Saneringsløsningen består i denne case i fjernelse af al den tekniske isolering, så der kun er de blanke rørinstallationer tilbage.

Ved fjernelse af den tekniske isolering frigives der støv med et højt indhold af asbest-fibre. Arbejdet er derfor indvendigt, støvende asbestarbejde, som skal udføres efter Arbejdstilsynets retningslinjer vedrørende anvendelse af personlige værnemidler, aflukning af arbejdsområdet og sikring af arbejdsområdet i forhold til adgang for folk, som ikke benytter værnemidlerne.

Arbejdet udføres i mindre sektioner, og det er nødvendigt, at løst affald løbende bliver opsamlet, herunder skal det sikres, at asbestmaterialer og støv ikke bliver spredt til andre områder i bygningen og eksternt miljø. Derfor udføres sanering i saneringsområder med undertryk, ventilering og filtrering af luft via luftrensere, adgang via tre-kammer-sluser og med opstilling af miljøvogn.

Når sanering er tilendebragt, udføres der asbestrengøring af området iht. Arbejdstilsynets regler for dette.

5.7.3 Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?

Indkapsling

Den beskrevne indkapslingsmetode er beskrevet flere gange under de gennemførte interviews. Metoden er benyttet i stort omfang i byggebranchen.

Arbejdstilsynets regler om håndtering af asbestholdig teknisk isolering har været gældende siden 1980-erne og det antages, at især regler, som fastlægger en lang række nødvendige foranstaltninger og krav, ift. udførelse, kan have haft en betydning i valget af indkapsling frem for en fjernelse af den tekniske isolering.

Fjernelse (sanering) af tekniske isoleringer generelt dyrere end indkapsling, også når man medtager en afsluttende rengøring. Dette skyldes især de nødvendige foranstaltninger og krav til at undgå spredning af asbest og eksponering af de udførende håndværkere.

Andre mulige bevæggrunde for at vælge indkapsling kan være ønsket fra bygherren om at minimere tidsforbruget, da indkapsling er hurtigere at udføre end sanering. Samt at der er risiko for at saneringsområder skal rengøres af flere omgange, før disse kan frigives ift. renhedskontrol, efter en omfattende sanering fremfor ved indkapsling, der alt andet lige ikke er en lige så støvproducerende proces.

Sanering

Det er vores opfattelse gennem interviews og ved erfaring i øvrigt, at der i dagens Danmark langt oftere vælges indkapsling frem for sanering af asbestholdig teknisk isolering.

Der er flere faktorer, som kan komme i betragtning i valget af sanering:

- > Den tekniske stand af isolerede installationer. Hvis restlevetiden er betragtelig, kan det måske betale sig at fjerne isoleringen og lægge ny på.
- > Bygherrens ønske om at "rense" sin bygning for sundhedsskadelige stoffer én gang for alle.
- > Udskydelse af fjernelse af asbestholdig teknisk isolering kan være dyrere end at få det gjort mens der alligevel skal foretages asbestrengøring, som følge af drys fra isolering. Man kommer til at betale dobbelt for alle foranstaltninger og for rengøring.
- > Fremtidigt drift- og vedligehold fordyres som følge af at der hver gang skal foretages asbesthåndtering.
- > Bygherren ønsker at optræde miljøbevidst og derved have et godt image.

- > Der er en risiko for at områder bliver forurenede med asbestfibre, hvis der f.eks. opstår skader på isoleringen eller der skal foretages drift- og vedligeholdelsesarbejder.
- > Bygningsbrugere giver udtryk for, at de er utrygge ved at have tekniske installationer med indhold af asbest.
- > Bygningen har historisk værdi, hvorfor nogle installationer skal forblive, selvom de ikke er aktive. Derfor vælges indkapsling frem for sanering.
- >

5.7.4 Økonomiske konsekvenser for bygherre

Indkapsling

Kort sigt. Den kortsigtede økonomiske konsekvens for bygherre af at forsegle teknisk isolering med skader fremfor at udføre fuld sanering er, at der spares omkring 100-150 kr. pr lbm rør iht. indhentede erfaringspriser. Dertil kommer, at man muligvis undgår at foretage ny isolering af rør, hvis dette er påkrævet.

Lang sigt. Den langsigtede økonomiske konsekvens for bygherre af at forsegle teknisk isolering med skader fremfor at udføre fuld sanering er at alle fremtidige arbejder på/med rør vil være at betragte som asbestarbejde, hvor der skal tages hensyn til dette ift. opbygning af saneringsområder, brug af uddannet mandskab og særlige værnemidler samt dokumentation af renhed. Dette vil mere end fordoble prisen for selv simple arbejder med rørintallationerne. Det har ikke været muligt at finde erfaringspriser for, hvor mange udgifter til arbejder på rørintallationer pr. lbm meter. I denne konkrete case, hvor installationen ikke længere bruges, antages det at være begrænset, hvor meget arbejde der vil kunne involvere den indkapslede installation, men det kan ikke afvises at der kan være nogle arbejder, som kan resultere i brug på forseglingen.

I beslutningen om sanering vægtede risikoen for, at der kunne ske asbestspredning grundet utilsigtede hændelser, højere end en evt. "besparelse" ved at forsegle.

Der er ingen der ved, hvor lang tid den indkapslede asbestholdige isolering ville blive i bygningen i det tilfælde, at man havde valgt at forsegle isoleringen. Jo længere tid der ville gå, jo mere fordelagtig ville en forseglingsløsning være. Det vil her antages, at der inden for en årrække vil komme yderligere krav om fjernelse af asbest fra bygninger, og det er derfor antaget, at der vil skulle ske en fuld sanering om 15 år.

Sanering

Kort sigt. Fuld sanering af teknisk isolering medfører en ekstra omkostning på ca. 100-150 kr. pr. lbm rør iht. indhentede erfaringspriser. Herudover skal der medregnes evt. ny isolering af rør hvis dette påkræves. Ift. casen var der dog

ikke behov for ny isolering, da rør ikke var i drift men alene var af historisk og fredningsmæssigt hensyn.

Lang sigt. Det vurderes, at der ikke er hverken økonomiske- eller sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt ved fuld sanering.

Bygherren får ovenikøbet ved en fuld sanering sikkerhed for at der ikke i fremtiden opstår arbejder eller situationer/uhensigtsmæssigheder med risiko for asbestforurening. Samt evt. også mulighed for fuld besigtigelse af stand af rørinstallationer, hvilket kan være brugbart ift. afværgelse af fremtidige rørbrud

Enhedsomkostninger for de to løsninger

Fastsatte enhedsomkostninger for de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Enhedsomkostninger er fastsat af Dansk MiljøAnalyse ud fra generelle erfaringstal.

Indkapsling af rør med teknisk isolering med indhold af asbest er sat til 150 kr./lbm. Denne løsning vedrører nyt lærred på teknisk isolering (inkl. 2 gange strykning og maling)

Sanering af rør med teknisk isolering med indhold af asbest = 550-600 kr. pr. lbm.

Der er tale om cirka 500 lbm rør med teknisk isolering.

På denne case er der valgt en saneringsløsning fremfor forseglingsløsning, da man ikke ønskede at have risikoen for asbestforurening efterfølgende.

Der er ingen overslag over, hvor meget det vil koste senere at sanere rør med asbestisolering, der er indkapslede, men det vil her antages at tidsforbruget og prisen vil være ca. det samme som ovenstående omkostninger ved en sanering af rør, der ikke er indkapslede.

Samlede budgetøkonomiske omkostninger

[Der er i skrivende stund stillet spørgsmål til beregningsgrundlaget som vil blive yderligere vurderet, hvilket muligvis væsentligt kan ændre vurderingerne]

Tabel 42 Samlede bygherre-relaterede omkostninger (og fordelt på arbejder) ved sanering versus indkapsling.

Indkapsling	Nutidsværdi, kr. (2022)
A) Der etableres en forsegling af den asbestholdige isolering	
Indkapsling af rør med teknisk isolering med indhold af asbest	96.000
Samlede omkostninger, kort sigt	96.000
Sanering af rør med teknisk isolering med indhold af asbest	143.565
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	<i>239.565</i>

Indkapsling	Nutidsværdi, kr. (2022)
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	479
Sanering	
B) Den asbestholdige isolering på rørene fjernes	
Sanering af rør med teknisk isolering med indhold af asbest	368.000
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	368.000
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	736
Forskel	
Sc. A vs. sc. B - kr.	237.864
Sc. A vs. sc. B - kr./lbn	476

Bemærkning: Baseret på reovering af 500 lbn rørinstallation.

Af de budgetøkonomiske beregninger fremgår det, at saneringsløsningen er dyrere end indkapslingsløsningen, selvom der også foretages en indkapsling af rørene og udgifter til sanering foretages sidst i perioden (ved indkapsling). Dette skyldes, at udgifter til sanering først falder efter 25 år (i denne case), og at saneringsudgifterne dermed kun udgør en relativt lille udgift i nutidsværdi.

5.7.5 Sundhedsmæssige konsekvenser

Indkapsling

Kort sigt. Da der er tale om isolering med brud og drys herfra vil koncentrationen i luften på arbejdsstedet kunne være relativt høj. Der vil som angivet nedenstående tabel anvendes åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. De sundhedsmæssige konsekvenser er først og fremmest et resultat af at håndværkerne, der udfører indkapslingen og rengøring af lokalet udsættes for asbeststøv, i det omfang de nødvendige værnemidler ikke giver tilstrækkelig beskyttelse, eller i det omfang værnemidlerne slet ikke benyttes. I det givne tilfælde regnes der med, at der anvendes værnemidler under hele arbejdet.

Der er ikke fundet danske eller udenlandske målinger der illustrerer den mulige eksponeringskoncentration ved indkapsling af isolerede rør, men nedenfor angives resultater af målinger ved nedtagning af rørisolering. Der vil her regnes med at koncentrationen ved indkapsling vil være lavere end ved fjernelse af isoleringen, fordi man kun i mindre grad ødelægger materialet, og som worst case antaget det, at middelkoncentrationen kan være 0,1 fibre/cm³.

Som angivet i metodeafsnit er der på baggrund af franske undersøgelser regnet med en effektiv beskyttelsesfaktor på 40 med de benyttede værnemidler. Denne

er betydeligt lavere end den nominelle beskyttelsesfaktor for udstyret, men er baseret på faktiske målinger af, hvad brugeren udsættes for.

Lang sigt.

Sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt består i risiko for at isolering og forsegling brydes ved drift og vedligehold og der dermed er risiko for udsættelse for asbestfibre for såvel driftspersonale som brugere af bygninger.

Sanering

Kort sigt. Da der er tale om isolering med brud og drys herfra vil koncentrationen i luften på arbejdsstedet kunne være relativt høj. Det antages at mandskabet er uddannet til at udføre saneringsarbejde, og at de benytter turbo-halvmasker med P3 filter og overtræksdragter. Der benyttes værnemidler under hele arbejdet. Som angivet i metodeafsnit er der på baggrund af franske undersøgelser regnet med en effektiv beskyttelsesfaktor på 40 med de benyttede værnemidler.

Der er i forbindelse litteraturstudiet i dette projekt fundet en undersøgelse fra 1989 af asbestfibre målinger i Danmark under arbejdet ved nedtagning af rørisolering (Bælum og Staun, 1989). Ti stationære målinger viste koncentrationer på 0,16-2,05 fibre/cm³ mens 15 personbårne målinger viste 0,24-4,11 fibre/cm³. Der er ikke angivet middelværdier. Ved arbejdet blev der benyttet heldækkende beskyttelsesdragt og helmaske med af typen Powerflow med batteridreven motor og P3 støvfilter. Maskens beskyttelsesfaktor skulle i perfekt stand være 4000 gange (Bælum og Staun, 1989). Den målte beskyttelsesfaktor ved nedtagningen af rør var 92 (gennemsnit af 3 målinger) og den målte koncentration inde i masken var 0,03 fibre/cm³ (gennemsnit af tre målinger), som er 10 gange højere end den nuværende danske grænseværdi.

Det skal bemærkes, at der med stationære målinger før fjernelse af rørisoleringen blev to målinger af koncentrationen i lokalet på henh. på 0,00 og 0,019 fibre/cm³ (dvs. den ene måling var 6 gange den nuværende grænseværdi i arbejdsmiljøet).

Perkins, et al. (2007) fandt i en undersøgelse fra USA i forbindelse med nedtagning af rørisolering koncentrationer på 0,16-2,05 fibre/cm³ ved 10 stationære målinger og 0,24-4,11 fibre/cm³ ved 15 personbårne målinger.

Eypert-Blaison et al. (2018) fandt i en fransk undersøgelse fra 2009-2010 middeldkoncentrationer på 0,1-0,4 fibre/cm³ ved forskellige arbejder i tilknytning til asbestisolering på rør (målt med TEM, medianværdier lidt lavere en middelværdier). De højeste koncentrationer med en middelværdi af 8 målinger på 0,4 fibre/cm³ (medianværdi på 0,4 og en maksimumkoncentration på 0,8 fibre/cm³) blev fundet ved fjernelse af isoleringen.

Det er usikkert, i hvilket omfang de gennemførte målinger er repræsentative for arbejdet som det foregår i Danmark i dag, men der vil som worst case regnes med en middelværdi svarende til de nyeste franske målinger på 0,4 fibre/cm³.

Der er som worst case regnet med denne koncentration under hele arbejdet, hvilket muligvis overestimerer gennemsnittet, da en del af arbejdet består i rengøring af lokalet. Bemærk, at med en effektiv beskyttelsesfaktor på 40 vil det resultere i en indåndingskoncentration 0,01 fibre/cm³. Alternativ kunne der tages udgangspunkt i den koncentration er blev målt inde i helmasken i undersøgelsen af Bælum og Staun, 1989 på 0,03 fibre/cm³. I begge tilfælde ville koncentrationen være højere end den nuværende grænseværdi.

Lang sigt. Asbestholdigt materiale fjernes i sin helhed og derfor er der ingen risiko på lang sigt

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere og brugere af bygningen er angivet i nedenstående tabel:

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere for de to løsninger er angivet i nedenstående tabel: [kommer yderligere]

Parameter	Indkapsling		Sanering
	Kort sigt	Lang sigt	Kort sigt
Håndværkere, mm:			
Antal arbejdstagere eksponeret	4	4	4
Antal dage a' 7,5 timer pr. person	60	66	60
Anvendte værnemidler og afværgeforanstaltninger	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Etablering af saneringsområde med undertryk og adgang via tre-kammer-sluse	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Etablering af saneringsområde med undertryk og adgang via tre-kammer-sluse	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Etablering af saneringsområde med undertryk og adgang via tre-kammer-sluse
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration	0,1 fibre/cm ³	0,4 fibre/cm ³	0,4 fibre/cm ³
Beskyttelsesfaktor	40	40	40
Effektiv indåndingskoncentration	0,003	0,01	0,01
Brugere af bygningen:			
Antal brugere af huset eksponeret	Antaget, at der ikke sker eksponering af brugerne		
Antal år som eksponeringen forgår over	-	-	-
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration, brugere *	-	-	-
Samlet eksponering, brugere	-	-	-

5.7.6 Samlede samfundsmæssige sundhedsomkostninger

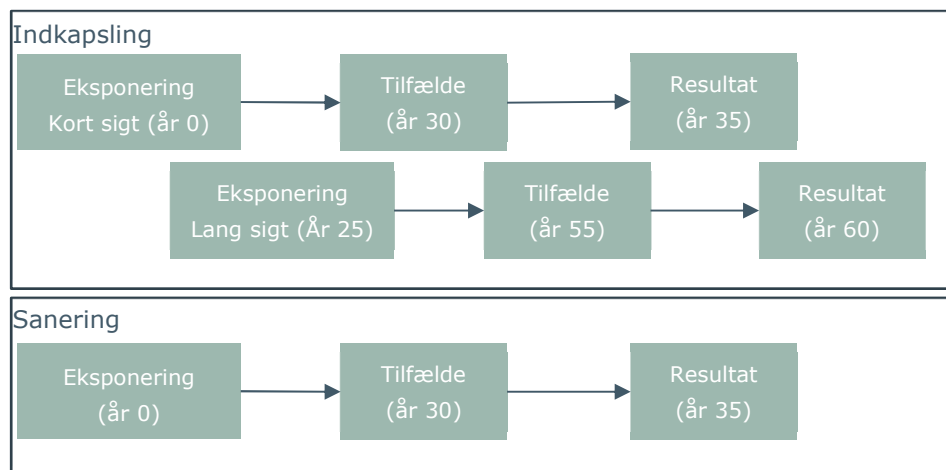
Sundhedsmæssige konsekvenser. Nedenstående tabel præsenterer antallet af tilfælde associeret med henholdsvis begge cases og arbejdstagere/brugere af bygningen. Antallet af tilfælde beregnes ved at kombinere den effektive indåndingskoncentration med den beregnede eksponeringsfaktor og antallet af person-eksponerings år. Både indkapsling og sanering medfører nogenlunde det samme antal tilfælde for arbejdstagere, hvoraf indkapsling har et mindre antal flere tilfælde. Eksponering af beboerne antages at være ubetydeligt.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, arbejdstagere	0,000013	0,000010
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, brugere af bygningen	ubetydeligt	ubetydeligt

Sundhedsmæssige omkostninger

Figur 2 sammenfatter tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat. Det kan ses, at tidslinjen er længere for indkapslingsløsningen (60 år) sammenlignet med saneringsløsningen (35 år). Der henvises til metodebeskrivelsen for en mere detaljeret gennemgang af beregningsmodellen.

Figur 8 Tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat.



Tabel 11 præsenterer de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger, målt i nutidsværdi, og de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger over 60 års perioden. Samfundsøkonomisk set har indkapsling en marginalt lavere omkostning end sanering. Absolut set er dog hverken indkapsling eller sanering signifikant dyrt. Ved sammenligning af de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger ses der at indkapsling er dyrere, fordi den samlede eksponering er 35% højere end under sanering.

Som i de andre cases udgør betalingsvillighed i relation til at undgå død næsten hele den samfundsøkonomiske og kumulerede samfundsmæssige sundhedskostning i begge scenarier. Det skyldes, at betalingsvilligheden i relation til død er ca. 10 gange højere end den næststørste faktor (betalingsvillighed i relation til at undgå sygdom).

Tabel 43 Beregnet sundhedskostning til samfundet.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Samfundsøkonomiske sundhedskostninger, nutidsværdi, kr. (år 0-105)	69 kr.	83 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>64 kr.</i>	<i>78 kr.</i>
Kumulerede samfundsmæssige sundhedskostninger, kr. (år 0-105)	373 kr.	277 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	<i>361 kr.</i>	<i>268 kr.</i>
Samlet diskonteringsfaktor (kumuleret vs. nutidsværdi), %	18 %	30 %

Kilde: egne beregninger

Pga. den samfundsøkonomisk tilgang, hvor omkostninger diskonteres, er nutidsværdien af indkapsling lavere end sanering. Under indkapsling forgår nemlig den langsigtede eksponering først i år 25. Effekten af diskontering i år 60, hvor det endelige resultat af den langsigtede eksponering viser sig, er ca. to gang højere end i år 35, hvor det endelige resultat fra sanering og den kortsigtede eksponering vil vise sig.

5.7.7 Sammenligning af løsninger og diskussion

Budgetøkonomiske omkostninger

Af de budgetøkonomiske beregninger fremgår det, at saneringsløsningen er dyrere end indkapslingsløsningen, selvom der også foretages en indkapsling af rørene og udgifter til sanering foretages sidst i perioden (ved indkapsling). Dette skyldes, at udgifter til sanering først falder efter 25 år i denne case, og at saneringsudgifterne dermed kun udgør en mindre udgift i nutidsværdi.

Samfundsmæssige omkostninger. Den samlede eksponering af håndværkerne vil være større ved indkapslings-løsningen. På det foreliggende grundlag er den samlede eksponering på langt sigt ved indkapslingsløsningen beregnet at være større end ved sanering.

Der kunne ikke findes data der dokumenterer den mulige eksponering af brugere af huset, men ud fra en antagelse om at luft med asbestholdig luft med det almindelige luftskifte vil trækkes ind i huset og brugerne ikke benytter værnemidler kan det på det foreliggende grundlag ikke afvises, at den samlede

eksponering af brugere af huset faktisk overstiger den samlede eksponering af de udførende håndværkere.

De samfundsøkonomiske sundhedsmkostninger er lavere for indkapsling, grundet den langsigtede eksponering efter først 70 år. Kumuleret er forekomsten af sygdomstilfælde ved indkapslingsløsningen dog højere grundet af en samlet set 35% højere eksponering end som under saneringen. De samlede samfundsøkonomiske sundhedsmkostninger er dog i begge tilfælde begrænset hvis sammenlignet med de erhvervsøkonomiske omkostninger ved de to løsninger.

Konklusionernes robusthed

Bygherrerelaterede omkostninger. Som for alle cases, er der en række usikkerheder knyttet til beregningerne. Vi har valgt at beregne på baggrund af de ud fra vores erfaringer mest anvendte løsninger, og at materialerne skiftes én til én. Hvis der anvendes andre løsninger eller skiftes til andre materialer, ville beregninger være anderledes og potentielt fører til et andet resultat.

Samfundsmæssige omkostninger. Der er en række usikkerheder knyttet til beregningen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. De største usikkerheder vurderes at være knyttet til den anvendte dosis-respons relation og eksponeringskoncentrationerne. De benyttede mål for betalingsvillighed er naturligvis behæftet med en hvis usikkerhed, men værdierne er generelt anerkendte i samfundsøkonomiske vurderinger. Hvad angår dosis-respons relationen er der sammenlignet med værdierne anvendt af ECHA/RAC (2021) benyttet en dosis-respons relation, som resulterer i et større antal sygdomstilfælde. De anvendte eksponeringskoncentrationer vurderes at være worst case koncentrationer, og de faktiske koncentrationer kan meget vel være betydeligt lavere. Det er som worst case antaget at beboere af bygningen eksponeres for lave koncentrationer, men der er ikke fundet dokumentation for at en sådan eksponering vil kunne finde sted. Det vurderes på denne baggrund som meget sikkert, at de samfundsøkonomiske sundhedsmkostninger af eksponeringen af arbejdstagerne og brugere ved den konkrete case er meget små sammenlignet med de samlede erhvervsøkonomiske omkostninger af henh. sanering eller indkapsling.

5.8 CASE 8 – Fliser med asbestholdige fliseklæbere

5.8.1 Teknisk beskrivelse af renoveringssituation

Håndtering af asbestholdig fliseklæber på fliser

Ældre fliseklæbere kan have indhold af asbest brugt som en armering af klæberen. Det er ikke muligt at se med det blotte øje om klæb indeholder asbest, dog kan man ved den første screening visuelt bedømme om fliser er sat i mørtel eller klæb.

Asbest i fliseklæb er officielt benyttet frem til 1977, men der er set forekomster af dette længere frem i tiden, sikkert fordi der var en del lagerprodukter, der fortsat blev benyttet.

Asbest i fliseklæb ses i alle former for byggerier; også nogle gange som klæb på klinker. Forskellen er, at fliser benyttes på vægge og klinker benyttes på gulve.

Det opleves ofte, at bygninger, der oprindeligt ikke havde fliser med asbestholdig klæber, alligevel indeholder asbestholdigt klæb som følge af renoveringer eller reparationer gennem tiderne, hvor materialet er blevet benyttet. Det er ofte også anvendt til pletreparationer, hvilket kan give udfordringer både ift. at fange det ved prøvetagning og dermed også ift. selve udførelsen af arbejder med fliser. Det samme gør sig ofte gældende, hvis man har fjernet fliserne ved tidligere renovering, men ikke har fuldt fjernet den gamle klæber, som så ligger under nye fliser og ny klæber.

I denne Case tages udgangspunkt i at bygherren er et almennyttigt boligselskab, hvor der skal foretages renovering af vandinstallationer i badeværelser i lejligheder. Dette indebærer, at der skal bores bæringer op samt nye føringsveje i fliser med asbestholdig klæber – et støvende, indvendigt asbestarbejde.

Bygningen har ikke umiddelbart undergået mange renoveringer igennem tiden, men flytninger og småreparationer har alligevel gennem tiden skabt en del forskellighed i asbestforekomsterne. Udgangspunktet er dog at alle originale fliser er sat i klæber med asbest. Standen af badeværelser var nogenlunde, dog med tegn på at fliser var ved at gå løse.

Der ønskes ikke genhusning af beboere ved renoveringen, så derfor skulle der findes en løsning, der greb så lidt som muligt ind i beboernes hverdag.

Derfor blev det besluttet, at fliser og klæb ikke skulle saneres, men i stedet skulle der foretages afværgetiltag ift. boringer, som skulle godkendes af Arbejdstilsynet forinden, da man fravalgte brug af tre-kammer-sluse og undertryk, brug af fulde værnemidler samt brug af uddannet mandskab.

5.8.2 Beskrivelse af de scenarier som sammenlignes

Indkapsling

”Indkapslingsløsningen” består i denne case af en løsning, hvor man bevarer fliser med asbestholdig klæber. Det har ikke været muligt at finde et konkret eksempel, hvor der foretages en indkapsling ved at lægge et lag fliser oven på de eksisterende, og det er derfor valgt at beskrive det faktisk udførte arbejde.

Ved denne løsning skulle der foretages omprojektering, da der skulle udarbejdes skrivelse til Arbejdstilsynet samt foretages kvalificeret faglig vurdering fra miljørådgivers side af, om det var en løsning, der tilgodeså bygherres ønske. Samtidig skulle bygherre afklare internt, om det var en risiko der ville løbes, da

metoden potentielt ikke var lige så sikker som den almindelige asbesthåndtering med tre-kammer-sluser, undertryk osv.

I stedet for at fjerne vægfliserne, valgte man at etablere et lukket arbejdsområde (ét-kammer-løsning), benytte gængs boreværkstøj med påmontering af special støvopsamler og efterfølgende støvsugning af området.

Der kunne også have været valgt at sætte nye fliser udenpå gamle, men det vil gøre opgaven mere ressourcemæssig tung. Da klæberen under alle omstændigheder er dækket af fliser, og mulig eksponering opstår ved gennemboring, ville det ikke have en væsentlig effekt at sætte fliser uden på de eksisterende.

Sanering

Saneringsløsningen ville i denne case bestå af fuld fjernelse af fliser og klæber, så de rå betonvægge står tilbage.

Det antages, at der oven på de rå betonvægge opsættes nye fliser, så der er en overflade, som svarer til det som er efter "indkapslingen".

Der er ved scenariet antaget, at arbejdet kan udføres uden genhusning af beboerne.

Ved fjernelse af asbestholdig klæber frigives der støv med indhold af asbestfibre. Arbejdet er derfor indvendigt støvende arbejde, som skal udføres efter arbejdstilsynets retningslinjer vedrørende anvendelse af personlige værnemidler, aflukning af arbejdsområdet og sikring af arbejdsområdet i forhold til adgang for folk, som ikke benytter værnemidlerne.

Arbejdet udføres i mindre sektioner, og det er nødvendigt, at løst affald løbende bliver opsamlet, herunder skal det sikres, at asbestmaterialer og støv ikke bliver spredt til andre områder i bygningen og eksternt miljø. Derfor udføres sanering i saneringsområder med undertryk, ventilering og filtrering af luft via luftrensere, adgang via tre-kammer-sluser og med opstilling af miljøvogn.

Når sanering er tilendebragt, udføres der asbestrengøring af området iht. Arbejdstilsynets regler for dette.

5.8.3 Hvilke overvejelser driver i dag valg af løsning?

Indkapsling

Den beskrevne "indkapslingsmetode" er beskrevet flere gange under de gennemførte interviews. Metoden er benyttet i stort omfang i byggebranchen.

Arbejdstilsynets regler om håndtering af asbestholdige fliseklæbere har været gældende siden 1980-erne og det antages, at især regler, som fastlægger en lang række nødvendige foranstaltninger og krav, ift. udførelse, kan have haft en betydning i valget af "indkapsling" frem for en fjernelse.

Fjernelse (sanering) er på kort sigt generelt dyrere end "indkapsling". Dette skyldes især de nødvendige foranstaltninger og krav til at undgå spredning af asbest og eksponering af de udførende håndværkere.

Andre mulige bevæggrunde for at vælge indkapsling kan være ønsket fra bygherren om at minimere tidsforbruget, da indkapsling er hurtigere at udføre end sanering. Desuden er der risiko for, at saneringsområdet efter en omfattende sanering skal rengøres af flere omgange, før området kan frigives ift. renhedskontrol.

Sanering

Det er vores opfattelse gennem interviews og ved erfaring i øvrigt, at det i dagens Danmark er fifty-fifty, om der vælges indkapsling frem for sanering af asbestholdig fliseklæb.

Der er flere faktorer, som kan komme i betragtning i valget af sanering:

- > Den tekniske stand af fliser. Hvis restlevetiden er betragtelig og fliserne er i god stand, kan det måske betale sig ikke at fjerne fliser og klæber eller evt. lægge nye udenpå.
- > Bygherrens ønske om at "rense" sin bygning for sundhedsskadelige stoffer én gang for alle.
- > Udskydelse af fjernelse af asbestholdig fliseklæber kan være dyrere end at få det gjort, mens der alligevel skal foretages renovering. Man kommer på sigt til at betale for alle foranstaltninger og for rengøring en gang til samt affaldsmængden fordobles ved fremtidig fuld sanering, da alle materialer (også ikke-asbestholdige) skal håndteres som asbestholdige.
- > Fremtidigt drift- og vedligehold (alle boreriger igennem fliser) fordyres som følge af, at der hver gang skal foretages asbesthåndtering.
- > Bygherren ønsker at optræde miljøbevidst og derved have et godt image.
- > Der er en risiko for, at der bliver forurennet med asbest, hvis der f.eks. opstår skader på fliser, eller der skal foretages drift- og vedligeholdelsesarbejder.
- > Bygningsbrugere giver udtryk for, at de er utrygge ved at have materialer med indhold af asbest i bygningen.

5.8.4 Økonomiske konsekvenser for bygherre

Indkapsling

Kort sigt. Den kortsigtede økonomiske konsekvens for bygherre af at indkapsle fliser og asbestholdig fliseklæber på fliser fremfor at udføre fuld sanering er, at der spares fjernelse af fliser og betonklæber samt opsætning af nye fliser. Dertil

skal så lægges udgifter til omprojektering og udarbejdelse af dokumenter etc., grundet det forhold at der allerede var udført projektering på sagen og proces skulle omprojekteres både ift. konkret metode og dokumentation herfor, hvilket på casen lå på et vurderet beløb på cirka 50.000 kr.

Lang sigt. Den langsigtede økonomiske konsekvens for bygherre af at indkapsle fliser og asbestholdig klæber fremfor at udføre fuld sanering er, at alle fremtidige arbejder på/med fliser vil være at betragte som asbestarbejde, hvor der skal tages hensyn til dette ift. opbygning af saneringsområder, brug af uddannet mandskab og særlige værnemidler samt dokumentation af renhed. Dette vil mere end fordoble prisen for selv simple arbejder med de flisebelagte vægge.

På langt sigt vil fliser med asbestholdig klæber skulle fjernes. Da fliserne på tidspunktet for indkapslingen allerede er mere end 40 år gamle, antages det her, at der vil skulle ske en fuld sanering om senest 20 år.

Sanering

Kort sigt. Fuld sanering af flise med asbestholdig fliseklæb medfører ekstra omkostninger for fjernelse af fliser og asbestklæber. Hertil kommer udgifter til at opsætte nye fliser.

Lang sigt. Det vurderes, at der ikke er hverken økonomiske- eller sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt ved fuld sanering, da asbest er fuldt fjernet.

Bygherren får ovenikøbet ved en fuld sanering sikkerhed for, at der ikke i fremtiden opstår arbejder eller situationer/uhensigtsmæssigheder med risiko for asbestforurening.

Enhedsomkostninger for de to løsninger

Fastsatte enhedsomkostninger for de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Enhedsomkostninger er fastsat af Dansk MiljøAnalyse ud fra generelle erfaringstal og omfatter også deponeringsomkostninger for de fjernede asbestholdige materialer.

Tabel 44 *Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Indkapsling angivet i kr./m²*

Indkapsling af fliser med asbestholdig klæber	Enhed	Pris
"Forsegling" (ikke fjernelse) af fliser med asbestholdig fliseklæber	kr./m ²	150
Fuld sanering af fliser med asbestholdig fliseklæb	kr./m ²	350

Tabel 45 *Enhedsomkostninger (2022) for de forskellige arbejder ved Sanering angivet i kr./m²*

Fjernelse af fliser med asbestholdig klæber	Enhed	Pris
Montering af fliser med opretning/puds, primer, membran, fliser, fuger og elastisk fuger	kr./m ²	1.500
Fjernelse af fliser (uden asbestholdigt klæb)	kr./m ²	200
Fuld sanering af fliser med asbestholdig fliseklæb	kr./m ²	350

“Forsegling” (ikke fjernelse) af fliser med asbestholdig fliseklæber = 150 kr. pr m² fliser.

Fuld sanering af fliser med asbestholdig fliseklæb = 350 kr. pr m² fliser + 1.500 kr pr. m² til oppudsning og opsætning af nye fliser. Nedtagning af nye fliser er sat til 200 kr./m²

Der er i casen tale om cirka 10 m² fliser i hver af 160 lejligheder dvs. 1.600 m².

Omkostninger ved sanering på langt sigt antages at svare til de beregnede saneringsomkostninger på kort sigt (omregnet til nutidskroner).

På denne case er der valgt en indkapslingsløsning fremfor en saneringsløsning. Men ift. spørgsmålet om der vil være ekstra omkostninger forbundet med at udskyde saneringen vil vurderingen være at omkostningen vil være mere end ovenstående saneringspris – altså vil man betale mere end det dobbelte, hvis man ønsker at forsegle for så på et senere tidspunkt at fliser i deres helhed.

Samlede projektrelaterede omkostninger

[Der er i skrivende stund stillet spørgsmål til beregningsgrundlaget som vil blive yderligere vurderet, hvilket muligvis væsentligt kan ændre vurderingerne]

De samlede projektrelaterede omkostninger for bygherre af de to løsninger fremgår af nedenstående tabel. Omkostningerne er opgjort for hver af arbejderne relateret til projektet og angivet i nutidsværdi, dvs. at omkostningerne hen over projektperioden er tilbagediskonteret og opgjort i 2022-priser.

Der er ikke fundet oplysninger om, hvor længe en overflade forsejlet med vandglas vil kunne holde inden den vil kunne begynde at forvitte og sprede asbeststøv, men vi vurderer, at da der i denne case er tale om en gulvoverflade, som slides, at vandglasforseglingen bør fornys 1 gang årligt indtil der saneres.

Det er her antaget, at der vil skulle ske en fuld sanering af det forseglede materiale om 24 år.

I forhold til beregningsforudsætninger henvises der til notatet 'Illustrative cases: Forord, sammenfatning og Indledning med metodebeskrivelse'.

Tabel 46 Samlede bygherre-relaterede omkostninger (og fordelt på arbejder) ved sanering versus indkapsling.

Indkapsling	Nutidsværdi, kr. (2022)
A) "Indkapsling"	
"Forsegling" (ikke fjernelse) af fliser med asbestholdig fliseklæber	337.920
<i>Samlede omkostninger, kort sigt</i>	337.920
Fuld sanering af fliser med asbestholdig fliseklæb	374.246
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	712.166
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m²</i>	445
Sanering	
B) Sanering af støv med indhold af asbest	
Montering af fliser med opretning/puds, primer, membran, fliser, fuger og elastisk fuger *1	2.577.244
Fjernelse af fliser (uden asbestholdigt klæb)	101.446
Fuld sanering af fliser med asbestholdig fliseklæb	788.480
<i>Tiltagsomkostninger i alt</i>	3.467.171
<i>Tiltagsomkostninger i alt/m² (når der er taget højde for flisernes værdi efter 20 år)</i>	2.167
Forskel	
Sc. A vs. sc. B - kr.	2.755.005
Sc. A vs. sc. B - kr./m ²	1.722

Note: Baseret på 1.600 m² fliser.

*1: Prisen for montering af nye fliser er beregnet til 3.379.200 kr. Prisen er her beregnet som differencen mellem prisen for montering af nye fliser og værdien af de nye fliser efter 20 år. Det er antaget, at de nye fliser efter 20 år, har mistet halvdelen af værdien (opgjort som anskaffelsværdien) før diskontering.

Som det ses af tabellen, er saneringsløsningen dyrere end indkapslingsløsningen. Samlet knap 2,8 mio. kr. dyrere over perioden. Dette skyldes primært, at det er dyrt at opsætte nye fliser, og denne omkostning er "sparet" ved indkapslingsløsningen hen over perioden på 20 år. Dertil kommer en omkostning til fjernelse af nye fliser i saneringsløsningen, og at sanering (efter endt levetid ved forsegling) har en lavere nutidsværdi grundet diskontering.

5.8.5 Sundhedsmæssige konsekvenser

Indkapsling

Kort sigt. Der blev foretaget en dispensation fra Asbestbekendtgørelsen således, at der ikke skulle anvendes værnemidler. Der blev ikke målt på, om den valgte løsning med specialfremstillet støvafskærmning på boreværktøj frigav

støv. Men DMAs egne erfaringsforsøg viser, at der sker en smule støvfrigivelse når værktøj tages ud af boret hul. Så her er der en risiko for eksponering.

Med den antagne indkapslingsløsning ville der således kunne være en eksponering af arbejdstagere i forbindelse med boring i fliserne. Der er regnet med at indkapslingen, herunder boring, tager én person en halv dag pr. lejlighed dvs. 80 dage for alle 160 lejligheder.

Der er ikke fundet danske målinger af asbestafgivelse ved borearbejder i fliser med asbestholdigt klæber. En tysk undersøgelse af målte koncentrationer ved gennemboring af fliser med asbestholdig klæber angiver en koncentration i luften på omkring $0,036 \text{ fibre/cm}^3$, men det angives ikke, om der blev benyttet værktøj med støvafskærmning eller hvor mange målinger, der er foretaget. (VDI, 2015 som citeret i Lassen et al., 2021). Da der ved borearbejderne i nærværende case benyttes støvafskærmning på værktøjet antages koncentrationerne at være lavere, og er her groft regnet i gennemsnit at svare til den nuværende grænseværdi på $0,003 \text{ fibre/cm}^3$. Da der ved arbejdet ikke blev benyttet åndedrætsværn, vil den effektive indåndingskoncentration være den samme.

Lang sigt. Sundhedsmæssige konsekvenser på lang sigt består i risiko for at fliser og klæb brydes ved drift og vedligehold eller deciderede skader og der dermed er risiko for udsættelse for asbestfibre for såvel driftspersonale som beboere af bygninger. Der er ingen erfaringstal, der kan bruges til at anslå, hvor omfattende eventuelle vedligeholdelsesarbejder kan være, men det er her antaget, at der samlet vil være betydeligt mindre end ved en omfattende sanering af vandinstallationerne, der foretages ved indkapslingen.

Der vil som worst case regnes med, at der til vedligeholdelsesarbejdet ikke benyttes værktøj med støvafskærmning og ovennævnte tyske målinger vil anvendes som bedste bud. Der er regnet med, at fliserne med asbestholdig klæber på langt sigt skal fjernes. Det antages, at eksponeringen af brugerne af bygningen under arbejdet vil være ubetydelig.

Sanering

Kort sigt. Det antages at mandskabet er uddannet til at udføre saneringsarbejde, og at de benytter turbo-halvmasker med P3 filter og overtræksdragter. I gennemsnit er der pr. lejlighed to personer, der arbejder i fire lejligheder. Med 160 lejligheder bliver det i alt 1.280 arbejdsdage. Der er i nedenstående tabel regnet med at 8 personer arbejder samlet 1.280 arbejdsdage.

De sundhedsmæssige konsekvenser handler først og fremmest om at håndværkerne, der udfører saneringen udsættes for asbeststøv, i det omfang de nødvendige værnemidler ikke giver tilstrækkelig beskyttelse, eller i det omfang værnemidlerne slet ikke benyttes.

Der er ikke fundet danske undersøgelser der illustrerer den mulige eksponering ved fjernelse af fliser med asbestholdig klæber. De udenlandske undersøgelser der er fundet vedrører primært sanering af fliser, hvor selve fliserne er asbestholdige. Hollandske målinger (Spaan et al., 2019 citeret i Lassen et al., 2021) af

forskellige processer som vedrører "klæber" (glue), men hvor det ikke nærmere er angivet, hvad der er klæbet, angiver middelværdier for de forskellige i intervallet 0,0003 til 0,002 fibre/cm³ (målt med SEM). Eypert-Blaison et al. (2018) fandt i en fransk undersøgelse fra 2009-2010 en middelkoncentration på 0,07 fibre/cm³ for "wall tile adhesive"; "planing – milling – shot blasting – sand blasting" (målt med TEM, medianværdi på 0,07 fibre/cm³). Middelkoncentrationen angivet som "WHO" fibre (dvs. de fibre som ville måles med lysmikroskopi) var på 0,06 fibre/cm³. Målinger af forskellige processer (afskrabning, slibning, mejsling) som involverede klæbere til gulvbelægninger viste middelværdier for forskellige processer på henh. 0,10 og 0,16 fibre/cm³.

I mangel på danske måledata vil der her antages en worst case middelværdi på 0,1 fibre/cm³ som med åndedrætsværn med en beskyttelsesfaktor på 40 er under den nuværende grænseværdi.

Det antages, at eksponeringen af brugerne af bygningen under arbejdet vil være ubetydelig.

Lang sigt. Asbestholdigt materiale fjernes i sin helhed og derfor er der ingen risiko på lang sigt

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere er angivet i nedenstående tabel:

Samlet eksponering. Parametre anvendt til beregning af samlet eksponering af håndværkere for de to løsninger er angivet i nedenstående tabel: [kommer yderligere]

Parameter	"Indkapsling"			Sanering
	Kort sigt	Lang sigt, sanering	Lang sigt, vedligehold	Kort sigt
Håndværkere, mm:				
Antal arbejdstagere eksponeret	2	8	1	8
Antal dage a' 7,5 timer pr. person	40	160	20	160
Anvendte værnemidler og afværgeforanstaltninger	Specialfremstillet støvafdækning på boreværktøj Etablering af et-kammer-løsning	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Etablering af saneringsområde med undertryk og adgang via tre-kammer-sluse	Ingen	Åndedrætsværn, halvmaske med turboenhed og P3 filter, samt heldragt. Etablering af saneringsområde med undertryk og adgang via tre-kammer-sluse
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration	0,003 fibre/cm ³	0,1 fibre/cm ³	0,04 fibre/cm ³	0,1 fibre/cm ³

Parameter	"Indkapsling"			Sanering
	Kort sigt	Lang sigt, sanering	Lang sigt, vedligehold	Kort sigt
Beskyttelsesfaktor, ånde-drætsværn	1	40	1	40
Effektiv indåndingskoncentration	0,003 fibre/cm ³	0.00025 fibre/cm ³	0,04 fibre/cm ³	0.00025 fibre/cm ³
Brugere af bygningen:				
Antal brugere af huset eksponeret	-	-	-	-
Periode som eksponeringen forgår over	-	-	-	-
Gennemsnitlig eksponeringskoncentration, brugere	Ingen data, antages at være ubetydelig	Ingen data, antages at være ubetydelig	Ingen data, antages at være ubetydelig	Ingen data, antages at være ubetydelig

5.8.6 Samlede samfundsmæssige sundhedsmæssige omkostninger

Sundhedsmæssige konsekvenser. Som i de andre cases, findes antallet af tilfælde i begge scenarier ved at kombinere den effektive indåndingskoncentration med den beregnede eksponeringsfaktor og antallet af person-eksponeringsår. Tabellen nedenfor præsenterer antallet af tilfælde af mesoteliom eller lungekræft med henholdsvis begge cases og arbejdstagere/brugere af bygningen. Det kan ses, at sygdomstilfælde er begrænset til arbejdstagere, fordi der vurderes en ubetydelig effekt for brugere af bygningen. Indkapsling af asbesttaget medfører ca. lige så mange tilfælde som saneringen.

Tabel 47 Beregnet antal sygdomstilfælde.

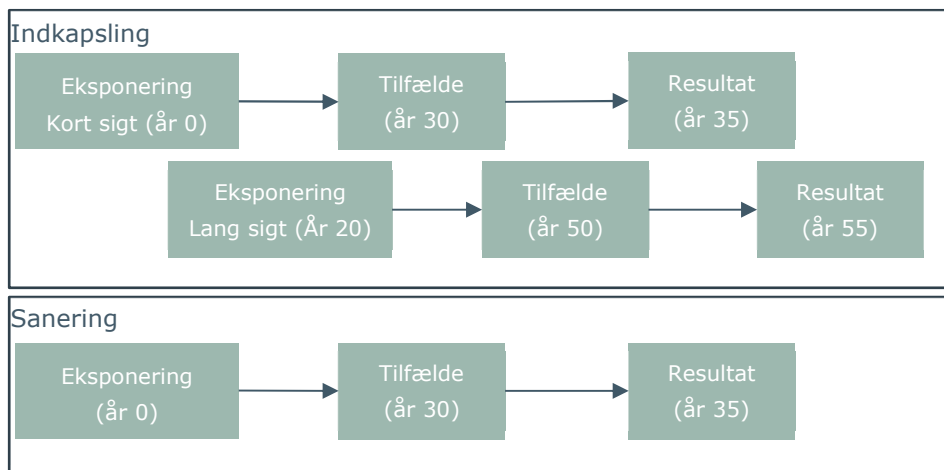
Parameter	"Indkapsling"	Sanering
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, arbejdstagere	0,00002	0,00001
Antal tilfælde af mesoteliom eller lungekræft, brugere af bygningen	ubetydeligt	ubetydeligt

Sundhedsmæssige omkostninger

Figur 2 sammenfatter tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat. Det endelige resultat foreligger 5 år efter fremkomsten af sygdommen, idet det antages at patienterne er syge i 5 år. Antagelsen er den samme som anvendt i lignende studier om kræfttilfælde associeret med asbest eksponering på arbejdspladsen (Garrett et al, 2021). Det kan ses, at tidslinjen er længere for indkapslingsløsningen (55 år) sammenlignet med saneringsløsningen (35 år). For begge scenarier beregnes dog omkostninger for en 55 år

periode. Der henvises til metodebeskrivelsen for en mere detaljerede gennemgang af beregningsmodellen.

Figur 9 Tidslinjen for eksponering, udvikling af tilfælde og det endelige resultat.



Tabel 11 præsenterer de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger, målt i nutidsværdi, og de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger over 55 års perioden. Indkapsling har samfundsøkonomisk set en 33% højere sundhedsomkostning end sanering (95 kr. forskel). Ved sammenligning af de kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger ses dog ikke en forskel, hvor begge scenarier praktisk set er ens.

Betalingsvillighed i relation til at undgå død udgør næsten hele den samfundsøkonomiske og kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostning i begge scenarier. Det skyldes, at betalingsvilligheden i relation til død er ca. 10 højere end den næststørste faktor (betalingsvillighed i relation til at undgå sygdom).

Tabel 48 Beregnet sundhedsomkostning til samfundet.

Parameter	Indkapsling	Sanering
Samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger, nutidsværdi, kr. (år 0-60)	76 kr.	111 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	71 kr.	104 kr.
Kumulerede samfundsmæssige sundhedsomkostninger, kr. (år 0-60)	396 kr.	369 kr.
<i>Hvoraf betalingsvillighed i relation til at undgå død, kr.</i>	384 kr.	357 kr.
Samlet diskonteringsfaktor (kumuleret vs. nutidsværdi), %	19 %	30 %

Som i de andre cases har tidspunktet for eksponeringen en stor effekt på de samfundsøkonomiske sundhedsomkostninger. Den langsigtede eksponering

forgår i år 20, på det tidspunkt, hvor de asbestholdige materialer skal fjernes. Med den benyttede latenstid medfører denne eksponering, at sygdomstilfældene med den benyttede model først vil vise sig i år 50. Effekten af diskontering i år 50 er dobbelt så højt som effekten af diskontering i år 30, hvor tilfældene fra sanering og den kortsigtede eksponering vil vise sig.

5.8.7 Sammenligning af løsninger og diskussion

Budgetøkonomiske omkostninger.

I de budgetøkonomiske beregninger ses det, at saneringsløsningen dyrere end indkapslingsløsningen. Samlet over perioden er det opgjort til knap 4 mio. kr. Dette skyldes primært, at det er dyrt at opsætte nye fliser, og denne omkostning er "sparet" ved indkapslingsløsningen hen over perioden på 25 år.

Samfundsmæssige omkostninger. Den samlede asbest-eksponering af håndværkerne vil være praktisk set den samme ved begge løsninger. De samfundsmæssige omkostninger er dog lavere for indkapsling, grundet diskontering.

Konklusionernes robusthed

Bygherrerelaterede omkostninger. Som for alle cases, er der en række usikkerheder knyttet til beregningerne. Vi har valgt at beregne på baggrund af de ud fra vores erfaringer mest anvendte løsninger, og at materialerne skiftes én til én. Hvis der anvendes andre løsninger eller skiftes til andre materialer, ville beregninger være anderledes og potentielt fører til et andet resultat. Eksempelvis vil en forøget levetid af indkapslingsløsningen mindske de tilbagediskonterede omkostninger af denne.

Samfundsmæssige omkostninger. Der er en række usikkerheder knyttet til beregningen af de samfundsmæssige konsekvenser. De største usikkerheder vurderes at være knyttet til den anvendte dosis-respons relation og eksponeringskoncentrationerne. De benyttede mål for betalingsvillighed er naturligvis behæftet med en hvis usikkerhed, men værdierne er generelt anerkendte i samfundsmæssige vurderinger. Hvad angår dosis-respons relationen er der sammenlignet med værdierne anvendt af ECHA/RAC (2021) benyttet en dosis-respons relation, som resulterer i et større antal sygdomstilfælde. De anvendte eksponeringskoncentrationer vurderes at være worst case koncentrationer, og de faktiske koncentrationer kan meget vel være betydeligt lavere. Det er som worst case antaget, at beboere af bygningen eksponeres for lave koncentrationer, men der er ikke fundet dokumentation for at en sådan eksponering vil kunne finde sted. Det vurderes på denne baggrund som meget sikkert, at de samfundsmæssige sundhedsmæssige omkostninger af eksponeringen af arbejdstagerne og brugere ved den konkrete case er meget små sammenlignet med de samlede erhvervsøkonomiske omkostninger af hhv. sanering og indkapsling.

6 Referencer

AT (2019). Asbest. Regler for ethvert arbejde med asbest og herunder reparation, vedligeholdelse og fjernelse af asbestholdige materialer. Arbejdstilsynet. <https://at.dk/regler/at-vejledninger/asbest-c-2-2/>

Bard, D., Burdett, G. Exposure of UK industrial plumbers to asbestos, Part II: Awareness and responses of plumbers to working with asbestos during a survey in parallel with personal sampling *Ann Occup Hyg.* 51(2):113-119, 2007.

Burdett, G., Bard D. Exposure of UK industrial plumbers to asbestos, Part I: Monitoring of exposure using personal passive samplers. *Ann Occup Hyg* 51(2):121-130, 2007.

Bælum, J., Staun, P. Asbestsanering - arbejdsprocedurer og varmebelastning ved fjernelse af asbestholdige bygningsmaterialer. Arbejds miljøfondet, 1989.

Chazelet, S., Wild, P., Silvente, E., Eypert-Blaison, C. Workplace respiratory protection factors during asbestos removal operations. *Ann Work Exp Health*, 62(5): 613-621, 2018.

ECHA. ECHA Scientific report for evaluation of limit values for asbestos at the workplace. European Chemicals Agency (Det Europæiske Kemikalieagentur), 2021.

ECHA/RAC. Committee for Risk Assessment RAC Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for asbestos. ECHA/RAC/A77-O-000006981-66-01/F. European Chemicals Agency (Det Europæiske Kemikalieagentur), 2021.

Eypert-Blaison, C., Romero-Hariot, A., Clerc, F., Vincent, R. Assessment of occupational exposure to asbestos fibers: Contribution of analytical transmission electron microscopy analysis and comparison with phase-contrast microscopy. *J Occup Environ Hyg* 15(3):263-274, 2018.

Finansministeriet. Dokumentationsnotat – den samfundsøkonomiske diskonteringsrente, 7. januar 2021. https://fm.dk/media/18371/dokumentationsnotat-for-den-samfundsoekonomiske-diskonteringsrente_7-januar-2021.pdf

Finansministeriet. Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger, August 2017. https://fm.dk/media/14822/Vejledningisamfundsoekonomiske-konsekvensvurderinger_web.pdf

Fiva. Le Fonds d'Indemnisation des Victimes de l'Amiante. En 2018, 2020. http://www.fiva.fr/documents/Rapport_FIVA_2018.pdf [In French]

Garrett, S., Vencovsky, D., Collins, H. Methodological note and data collection synopsis. Study on collecting information on substances with the view to analyse health, socio-economic and environmental impacts in connection with possible amendments of Directive 98/24/EC (Chemical Agents) and Directive

2009/148/EC (Asbestos). RPA, FOBIG, COWI og EPRD for Europakommissionen, 2021.

Hadrup, N., Saber, A.T. Jacobsen, N.R., Vogel, U. Asbestos. Scientific basis for setting a health-based occupational exposure limit. National Research Centre for the Working Environment, 2019.

Haagensen, K. Asbest i jord – viden om praksis for håndtering. Miljøprojekt nr. 1652, Miljøstyrelsen, 2015.

INRS, Rapport d'activité pour la période du 1er juillet 2012 au 31 décembre 2019 – Mesures d'exposition à l'amiante META réalisées dans le cadre du décret 2012-639 du 4 mai 2012 relatif aux risques d'exposition à l'amiante Institut national de recherche et de sécurité, Paris, 2020.

Lassen, C., Christensen, F., Vencovska, J., Vencovsky, D., Garrett, S., Schneider, K., Dilger, M. Final report on asbestos. Study on collecting information on substances with the view to analyse health, socio-economic and environmental impacts in connection with possible amendments of Directive 98/24/EC (Chemical Agents) and Directive 2009/148/EC (Asbestos). RPA, FOBIG, COWI og EPRD for Europakommissionen, 2021.

Maino A. [et al.] Esposizione professionale ad amianto in operazioni di rimozione o trattamento conservativo di coperture in eternit [Tidsskrift] // La Medicina Del Lavoro, 546-554; 1995.

MTEFR. Instruction DGT/CT2 no 2015/238 du 16 octobre 2015 concernant l'application du décret du 29 juin 2015 relatif aux risques d'exposition à l'amiante. Ministère du Travail, de L'emploi, de la Formation Professionnelle et du Dialogue Social, 2015.

Nedrivning og Miljøsanering, Asbest - Den grønne asbestvejledning og beskrivelse for udførelse af asbestsanering, 2019.

Perkins, R. A., Hargesheimer, J., Fourie W. Asbestos release from whole-building demolition of buildings with asbestos-containing material, Journal of Occupational and Environmental Hygiene. 12: 889-894, 2007.

RKKP. Dansk Lunge Cancer Register. Indikatorrapport til National årsrapport 2019-2020. Regionernes Kliniske Kvalitetsudviklingsprogram, 2020.

Romero-Hariot, A., Eypert-Blaison, C., Vincent, R. Exposition à l'amiante chrysotile lors de travaux sur chaussées amiantées. Hygiène et sécurité du travail, 241:58-66, 2015.

Spanan, S., Tromp, P.C., Schinkel, J.M. Aanknopingspunten voor differentiatie in risico's van werkzaamheden met asbest ten behoeve van beheersregimes.

TNO 2019 R11239 | Eindrapport. TNO for Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2019.

Sritharan, S.S., Frandsen, J.L., Omland, Ø., Bruun, J.M. Malignt pleuralt mesoteliom. *Ugeskr Læger* 2018;180:V06170439.

Sundhedsstyrelsen. Kræftoverlevelse i Danmark. Cancerregisteret, 2021.

VDI. Asbesthaltige Putze, Spachtelmassen und Fliesenkleber in Gebäuden Diskussionspapier zu Erkundung, Bewertung und Sanierung. VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., 2015.

VKU. Beskæftigelsesudvalget 2019-20. BEU Alm.del - Bilag 101. Offentligt Version 2, Asbestos 02102019. Arbejdstilsynets videnskabelige kvalitetsudvalg.

Wahlberg, P., Christensen, L.H. Måling af asbestforurening i forbindelse med tagrenovering. Miljøprojekt Nr. 1154, Miljøstyrelsen 2007.
