

Formidlingsprojekt om alternativer til blød PVC i byggebranchen

Morten Andersson
Moe & Brødsgaard A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING	7
SUMMARY	9
1 INDLEDNING	11
1.1 BAGGRUND	11
1.2 FORMÅL	11
1.3 MÅLGRUPPE	12
1.4 PROJEKTAFGRÆNSNING	12
2 KORTLÆGNING AF BLØD PVC I BYGGERIET	13
2.1 VIDENINDSAMLING	13
3 ANVENDELSE AF BLØD PVC I BYGGERIET	15
3.1 KABLER MV.	16
3.2 GULV- OG VÆGBEKLÆDNING	16
3.3 TAGBELÆGNING	16
3.4 FOLIER OG MEMBRANER	17
3.5 TÆTNINGSLISTER, FUGEBÅND MV.	17
3.6 DIVERSE	18
4 ALTERNATIVER TIL BLØD PVC I BYGGERIET	19
4.1 KABLER MV.	19
4.2 GULV- OG VÆGBEKLÆDNING	20
4.3 TAGBELÆGNING	21
4.4 FOLIER OG MEMBRANER	21
4.5 TÆTNINGSLISTER, FUGEBÅND MV.	22
4.6 DIVERSE	22
5 MILJØVURDERING AF BYGGEMATERIALER AF BLØD PVC OG ALTERNATIVER	23
5.1 MILJØVURDERINGSMODEL	23
5.2 MILJØVURDERING AF BLØD PVC	24
5.3 MILJØVURDERING AF KABLER MV.	26
5.4 MILJØVURDERING AF ALTERNATIVE HALVHÅRDE GULV- OG VÆGBEKLÆDNINGER	31
5.5 MILJØVURDERING AF GULV- OG VÆGBEKLÆDNINGER AF TRÆ SAMT FLISER/KLINKER	37
5.6 MILJØVURDERING AF ALTERNATIVER TIL PVC-STRUKTURTAPET	43
5.7 MILJØVURDERING AF ALTERNATIVER TIL TAGFOLIER	46
5.8 MILJØVURDERING AF ALTERNATIVER TIL PLASTISOLBELAGTE TAGPLADER	54
5.9 MILJØVURDERING AF FOLIER OG MEMBRANER	60
5.10 MILJØVURDERING AF TÆTNINGSLISTER, FUGEBÅND MV.	63
5.11 MILJØVURDERING AF PVC-TAPE OG ALTERNATIVER HERTIL	68

5.12 MILJØVURDERING AF PLASTISOL-COATEDE STÅL-TAGRENDER OG ALTERNATIVER HERTIL	69
6 BYGGETEKNISKE VURDERINGER	75
6.1 KABLER	75
6.2 GULV- OG VÆGBEKLÆDNING	75
6.3 TAGBEKLÆDNINGER	76
6.4 FOLIER OG MEMBRANER	77
6.5 TÆTNINGSLISTER, FUGEBÅND MV.	78
6.6 DIVERSE	78
7 FORMIDLING AF RESULTATER	81
7.1 PROJEKTERINGSUIDE	81
8 ØKONOMI	83
9 REFERENCER	84
BILAG A: KONTAKTEDE LEVERANDØRER OG PRODUCENTER	87

Forord

Nærværende rapport beskriver resultaterne af en gennemført kortlægning af anvendelsen af PVC blødgjort med phthalater i byggebranchen i Danmark samt kortlægningen af alternative byggeprodukter hertil. Rapporten indeholder endvidere en miljøvurdering af byggeprodukterne med indhold af blød PVC og alternativerne hertil.

Rapporten fungerer som baggrundsrapport for den anvendelsesorienterede projekteringsguide "Alternativer til blød PVC i byggebranchen. Projekteringsguide".

Projektet er gennemført i perioden september 1999 til marts 2001.

Projektet er gennemført af Moe & Brødsgaard A/S. Miljøstyrelsen har finansieret projektet gennem Udviklingsordningen under Program for renere produkter mv. vedrørende emnet "PVC og phthalater. Formidlingsprojekter om alternativer til phthalater og blød plast", **Miljøprojekt nr. 707, 2002**.

Nærværende arbejdsrapport samt projekteringsguiden har været til høring hos følgende parter:

- By- og Boligministeriet
- Gulvbranchens Samarbejds- og Oplysningsråd
- Fugebranchens Samarbejds- og Oplysningsråd
- By og Byg Statens Byggeforskningsinstitut
- Vinduesproducenternes SamarbejdsOrganisation
- Deko loft+væg A/S
- Byggematerialeindustrien (medlem af Dansk Industri)

Byggepanelet og Plastindustrien har tillige fået tilsendt materialet, men har ikke givet høringssvar.

Ansvar for rapportens resultater og anbefalinger påhviler alene Moe & Brødsgaard A/S.

Sammenfatning

Projektets formål har været at udarbejde en samlet oversigt over forbruget af byggeprodukter med indhold af blød PVC i Danmark, samt at gennemføre en kortlægning af mulige alternativer til disse byggeprodukter. Som en væsentlig del af projektet er gennemført en miljøscreening, samt en overordnet byggeteknisk og økonomisk vurdering, af de identificerede alternative byggeprodukter.

Formidlingsprojektet omfatter ud over nærværende arbejdsrapport endvidere en anvendelsesorienteret guide, der henvender sig til byggeriets parter.

Kortlægningen er hovedsageligt baseret på telefoninterviews med leverandører/producenter med et indgående kendskab til markedet for de respektive byggeprodukter.

Der er gennem undersøgelsen kortlagt et årligt forbrug af blød PVC i dansk byggeri på 21.400 tons. De største anvendelsesområder er i kabler og ledninger (11.400 tons), til overfladebehandling af udendørs stålprofiler (4.500 tons) og i gulv- og vægbeklædninger (3.900 tons).

For langt den overvejende del af byggeprodukterne med indhold af blød PVC er der identificerede miljømæssigt bedre alternative materialer, som helt eller delvist vil kunne anvendes i stedet for.

I de fleste tilfælde findes PVC-fri alternativer, der byggeteknisk umiddelbart kan anvendes. I andre tilfælde medfører valg af alternativer mindre byggetekniske ændringer, som i en projekteringsfase dog vurderes at have mindre betydning.

For nogle produktgrupper er de PVC-fri byggeprodukter billigere end de tilsvarende produkter med indhold af blød PVC. For andre produktgrupper er prisforskellen ubetydelig, mens de PVC-fri byggeprodukter for endnu andre produktgrupper er dyrere end de PVC-holdige byggeprodukter.

Summary

The purpose of the project was to give a complete outline of the consumption of building products, which contains soft PVC in Denmark. At the same time to draw up possible alternatives to these building products. One essential element of the project was to carry out an environmental screening and from a technical and economic point of view to give a general assessment of the alternative building products.

In addition to this report, an application guide was prepared, addressing parties involved in a building project.

This survey on the use of soft PVC within the building industry and the assessment of alternative products are based on mainly telephone interviews with suppliers and manufacturers with a thorough knowledge of the market for each of the building products.

The survey showed a yearly consumption of soft PVC within the Danish building industry of 21,400 tons. Major areas are cables and pipelines (11,400 tons); surface treatment of structural steel (4,500 tons) and flooring and wall lining (3,900 tons).

To most of the building products, which contain soft PVC, alternative environmentally safer materials were identified, which could, either completely or partially, replace the PVC-containing building products.

In most cases the PVC-free alternatives can easily be used in stead. Other times the choice of alternatives may result in minor technical changes, but in the designing phase these changes are not considered to be very important.

Some of the PVC-free building products are less expensive than the equivalent product, which contains soft PVC. For other product groups the price difference is insignificant, and for yet other product groups the PVC-free products are more expensive than the PVC-containing product.

1 Indledning

1.1 Baggrund

Der bruges hvert år 40-50.000 tons PVC i byggebranchen i Danmark. Godt halvdelen af dette forbrug, ca. 20.000 tons, er blød PVC. Et af målene på PVC-området handler om at begrænse anvendelsen af specielt de PVC produkter, som det vil være vanskeligt at indsamle og dermed holde borte fra affaldsforbrændingen.

Miljøstyrelsen har igangsat en bred vifte af initiativer for at nå målet om at reducere mængden af PVC, som går til forbrænding eller deponering.

En af måderne at nå målet i byggebranchen, er at vælge alternative produkter og materialer, der ikke indeholder PVC. Der findes allerede i dag en række producenter og leverandører, der har udviklet mere miljøvenlige og bæredygtige produkter. Stort set alle PVC produkter kan således erstattes med andre produkter, der ikke indeholder PVC.

En af barriererne for at fremme anvendelse af alternativerne i byggebranchen, er manglende kendskab hos rådgivere og entreprenører til, hvilke produkter der er fremstillet af eller indeholder PVC, samt kendskab til hvilke alternativer der findes på markedet.

1.2 Formål

Formålet med dette formidlingsprojekt er at udarbejde en oversigt over byggematerialer, der er fremstillet af blød PVC eller indeholder blød PVC, samt give en status over alternativer til disse blødgjorte PVC byggematerialer. Som en væsentlig del af projektet gennemføres en miljøscreening af de identificerede alternative byggematerialer, for at sikre, at der ikke anbefales alternative materialer, der har tilsvarende sundheds- og/eller miljøbelastende egenskaber som blød PVC.

Yderligere foretages en byggeteknisk og økonomisk vurdering af de identificerede alternativer.

Formidlingsprojektet består af denne arbejdsrapport samt en anvendelsesorienteret guide til byggeriets parter.

Med guiden ønsker Miljøstyrelsen at give byggeriets parter muligheden for på en lettilgængelig måde at vælge byggematerialer uden indhold af blød PVC.

Projektet omhandler udelukkende brugen af blød PVC i byggeri i Danmark. Anvendelse af hård PVC er således ikke behandlet i nærværende projekt. Blød PVC defineres som PVC med indhold af blødgørere af typen phthalater.

Blød PVC defineres i nærværende projekt, med mindre andet specifikt er anført, som det færdige PVC-produkt med indhold af fyldstoffer og andre til sætningsstoffer. Alle omtalte PVC-produkter skal forstås som blød PVC.

1.3 Målgruppe

Projektets målgruppe er alle, der er involveret i byggeri herunder bygherrer, projekterende ingeniører og arkitekter, entreprenører samt producenter og leverandører af byggematerialer.

1.4 Projektafgrænsning

Projektet behandler ikke inventar som eksempelvis stole, borde, lamper, reoler mv.

2 Kortlægning af blød PVC i byggeriet

Formålet med kortlægningen er at fastlægge hvor i byggeriet der findes produkter med indhold af blød PVC samt, i det omfang det er muligt, at fastlægge størrelsen af forbrugene af blød PVC.

Kortlægningen er opdelt i forhold til følgende hovedkategorier:

1. Kabler mv.
2. Gulv- og vægbeklædninger
3. Tagbeklædninger
4. Folier og membraner
5. Tætningslister, fugebånd mv.
6. Diverse (opsamling af øvrige produkter).

Der findes ikke en enkel kilde, hvor forbruget af blød PVC i byggematerialer er opgjort entydigt.

2.1 Videnindsamling

Kortlægningen af anvendelse af blød PVC i byggeriet er primært baseret på telefoninterviews. Endvidere er benyttet oplysninger fra relevant litteratur, jf. referenceliste (kapitel 9).

De indsamlede forbrugsdata er så vidt muligt krydschecket mellem to kilder. Herved er forsøgt sikret den største pålidelighed af data. De anførte årlige forbrug af byggeprodukter med indhold af blød PVC beror for en stor dels vedkommende på skøn fra leverandører/producenter med et indgående kendskab til markedet for det respektive byggeprodukt. Forbrugsdata for blød PVC i byggeriet er således behæftet med en mindre usikkerhed, som dog vurderes uden betydning for projektet.

Indsamling af data for produktkategorien: Tætningslister, fugebånd mv. er foretaget ved en skriftlig spørgeskemaundersøgelse gennemført med hjælp fra Fugebranchens Samarbejds- og Oplysningsråd (FSO). Spørgeskemaundersøgelsen er gennemført blandt FSO's leverandører.

2.1.1 Generelle oplysninger

De generelle oplysninger er indhentet fra:

- Miljøstyrelsen (publikationer)
- Plastindustrien i Danmark
- PVC-Rådet
- Danmarks Statistik.

2.1.2 Producent-/leverandøroplysninger

Udvælgelse af relevante aktører (producenter, leverandører og brancheorganisationer/-råd) er foretaget ud fra et generelt kendskab til byggesektoren samt ved hjælp af opslagsværket "Håndbog for bygningsindustrien, HFB 29, Marts 2000".

De kontaktede aktører for hver af de seks produktkategorier fremgår af bilag A.

3 Anvendelse af blød PVC i byggeriet

Resultatet af den gennemførte kortlægning af brugen af blød PVC i byggeriet er summeret i nedenstående tabel 3.1. I tabellen er der for hver af de seks produktkategorier anført de identificerede byggeprodukter med indhold af blød PVC, samt det årlige forbrug af hver af disse byggeprodukter.

De enkelte produktkategorier er beskrevet mere detaljeret på de efterfølgende sider.

Tabel 3.1: Kortlagte forbrug af byggeprodukter med indhold af blød PVC i Danmark.

Produktkategori	Byggeprodukt	Forbrug af blød PVC pr. år	Reference
1. Kabler mv.	Signal- og telekabler	11.400 tons	9
	Bøjelige ledninger		
	Installationskabler < 1kV		
	Installationskabler > 1kV og < 6kV		
2. Gulv- og væg-beklædning	Homogene vinylbelægninger	3.900 tons	8
	Heterogene vinylbelægninger		
	Cushion-vinylbelægninger		
	Vinyl med underlag af skum/kork		
	Kvartsvinylbelægninger	6 tons	14
	PVC-coatede korkfliser		
	Tæppefliser		
	Strukturta-peter på skillevægge		
	Plastisol-coatede profilplader (udendørs facadebeklædning)		
3. Tagbelægning	Tagfolier	1.150 tons PVC ²⁾	3
	Plastisol-coatede profilplader	¹⁾	4
4. Folier og membraner	Afdækningspresenninger	60 tons	1, 5
	Fleksible plader og bændler	300 tons	6
	Vandtryksmembraner i kældre + membraner i parkeringsdæk	²⁾	3
5. Tætningslister, fugebånd mv.	Bånd til indstøbning i beton	5 tons	23, 32
	Fugeprofiler	³⁾	23
	Selvkøbende tætningsbånd	30 tons ⁴⁾	23
6. Diverse	PVC-tape	8 tons	7
	Plastisol-coatede ståltagrender	20 tons	31
Total		21.400 tons	

Noter:

- 1) Samlet forbrug af plastisol-coatede profilplader til tag- og vægbeklædninger.
- 2) Forbruget af PVC-membraner i kældre og parkeringsdæk er indeholdt i det anførte forbrug af PVC-tagfolier.
- 3) Det har ikke været muligt at fremskaffe oplysninger omkring forbrugets størrelse, forbruget er dog forholdsvis begrænset /23/.
- 4) En mindre del eksporteres formentligt /26/.

3.1 Kabler mv.

Omkring halvdelen af mængden af blød PVC i byggeri i Danmark anvendes i isolation- og kappemateriale i ledninger og kabler.

Indenfor byggeri anvendes et stort antal forskellige ledninger og kabler. I nærværende projekt er valgt at opdele området i fire produktgrupper, som repræsenterer de forskellige produkter benyttet indenfor byggeri.

De fire produktgrupper er:

- Signal- og telekabler
- Bøjelige ledninger (synlige ledninger)
- Installationskabler <1,0 kV
- Installationskabler >1,0 kV og <6 kV.

Det skal bemærkes, at der er mange forskellige varenumre inden for de fire produktgrupper, specielt inden for signal- og telekabler. Det vurderes imidlertid, at isolations- og kappemateriale er det samme hvad enten der er 3, 5 eller flere ledere i eksempelvis et signalkabel.

Der er på det danske marked ikke fundet andre el komponenter til byggeri med indehold af blød PVC, der er således eksempelvis ikke fundet kabelbakker, kontakter eller strips med indhold af blød PVC.

3.2 Gulv- og vægbeklædning

PVC-gulve anvendes i en lang række byggerier herunder skoler, sygehuse, kontorer, butikker og boliger. Bløde PVC-gulve er nemme at renholde og kan udføres vandtætte, på nær kvartvinyl og cushionsvinyl, hvorfor de også anvendes i baderum, køkkener, laboratorier og lignende.

Blød PVC benyttes i en række udformninger til gulv- og vægbeklædninger, hvoraf en del ofte er sammensat af flere forskellige materialer. Ofte anvendes bløde underlagsmaterialer, som eksempelvis korkment. Hermed opnås bedre trinlydsdæmpning og bedre gangkomfort.

Traditionel blød PVC gulv- og vægbeklædning leveres både som fliser og bænvarer.

Tæppefliser behandles ikke yderligere i nærværende rapport, da forbruget i Danmark udgør en procentuel meget lille andel af de PVC-holdige gulvbelægninger. Lim af blødgjort PVC i tæppefliser er tillige ved at blive substitueret med en anden limtype /14/.

Blød PVC benyttes endvidere i byggeriet til beklædning/coating af vægbeklædninger for at gøre disse mere modstandsdygtige og holdbare. Indedøre anvendes blød PVC som overfladebehandling af strukturtapet til flytbare skillevægge til brug i eksempelvis kontorlokaler. Udendøre anvendes blød PVC (Plastisol) til overfladebelægning på profilerede stålprofiler, som bl.a. anvendes til facadebeklædning af haller, staldbygninger og lignende bygninger.

3.3 Tagbelægning

Blød PVC anvendes til tagbelægning i form af tagfolier samt som overfladebelægning på profilerede stålprofiler, som omtalt under afsnit 3.2.

Bløde PVC-tagfolier findes som homogene produkter og som armerede produkter. Hovedparten af bløde PVC-folier, som benyttes til tagdækning i Danmark er armeret. Armeringen er enten en filt eller en vævet dug fremstillet af glasfiber eller en syntetiske fiber, eksempelvis polyester.

Bløde PVC-tagfolier kan anvendes på alle taghældninger. Det vurderes imidlertid at mere end 95 % af den udlagte bløde PVC-tagfolie lægges på flade tage eller tage med en hældning på under 10 grader, samt på hvælvede tage.

3.4 Folier og membraner

Folier og membraner anvendes i byggeriet til vand-/fugtstandsning i tag-, væg- og dækkonstruktioner. En stor del af de i byggeri anvendte folier og membraner er af plastik, hvoraf en del igen er af blød PVC.

Bløde PVC-membraner anvendes i forholdsvis stor udstrækning til vandstandsning/diffusionsspærring udvendigt på kældervægge og i parkeringsdæk. Disse folier og membraner er "specialkvaliteter" af tagfolierne omtalt i afsnit 3.3.

Bløde PVC-membraner anvendes endvidere i vådrumsgulve. Det samlede forbrug af blød PVC hertil er meget begrænset. Dette særskilte forbrug er derfor ikke behandlet yderligere i nærværende projekt. Her anvendes typisk flydende membraner, der ikke indeholder blød PVC.

Bløde PVC-membraner anvendes endvidere som afdækningsmateriale i forbindelse med opførelse/renovering af en bygning/bygningsdel, eksempelvis afdækning i forbindelse med en tagrenovering.

En mere speciel anvendelse af blød PVC i byggeriet er i fleksible plader og bændler, der anvendes til afskærmning og isolering ved porte og døre i industribygninger. Denne anvendelse af blød PVC beror bl.a. på, at PVC som et amorft materiale er let at gøre gennemsigtigt.

Et stort anvendelsesområde for plastikfolier og -membraner i byggeriet er som dampspærre i tag- og vægkonstruktioner. Ifølge leverandører og byggesagkyndige /18/ anvendes der til dette formål imidlertid udelukkende polyethylen.

3.5 Tætningslister, fugebånd mv.

Tætningslister og fugebånd og beslægtede produkter anvendes i byggeriet til primært tætning af fuger. Fuger kan både være kraftoverførende eller ikke-kraftoverførende, men optager de bevægelser, der kan forekomme i de omgivende bygningskomponenter. Sidstnævnte fugetyper er relevante for nærværende projekt.

Gennem kortlægninger er der identificeret produkter med indhold af blød PVC indenfor fugebånd til indstøbning i beton, fugeprofiler samt selvklæbende tætningslister.

Fugebånd til indstøbning i beton anvendes i alle former for fuger, hvor der er behov for vandtætning. Fugebåndet er vandsugende og ekspanderer til flere gange det oprindelige volumen når det påvirkes af vand.

Fugeprofiler findes i forskellige udformninger og anvendes til glasindsætning og som regnskærme, hvor profilernes elastiske egenskaber udnyttes.

Selvklæbende tætningslister anvendes til tætning af diverse fuger.

Nærværende produktkategori er meget kompleks med hensyn til antal af produkter samt producenter og leverandører. En stor del af produkterne indenfor kategorien produceres i udlandet og importeres til Danmark. Disse forhold har vanskeliggjort kortlægningen af forbruget af blød PVC indenfor produktkategorien, hvorfor nærværende kortlægning ikke forventes at være udtømmende for produktkategorien.

3.6 Diverse

Det antages, at over 90% af det anvendte bløde PVC i byggeriet er omfattet af ovenstående produktkategorier. Der er dog identificeret yderligere et par anvendelsesområder for blød PVC, som ikke er omfattet af de førnævnte fem produktkategorier.

Tape af blød PVC benyttes til forskellige formål i byggeriet. Blød PVC-tape (sort) benyttes til tætning af samlinger i diffusionsspærre (PE). Blød PVC-tape benyttes endvidere til isolering, korrosionsbeskyttelse og reparation af kabler og andre elektriske installationer.

Slutteligt anvendes blød PVC (Plastisol) til overfladebelægninger på ståltagrender. Plastisol-belagte ståltagrender formes af de samme stålprofiler, som anvendes til produktion af profilerede facade- og tagbeklædninger. Disse profiler er beskrevet under afsnit 3.2 og 3.3.

4 Alternativer til blød PVC i byggeriet

Med udgangspunkt i de seks hovedproduktkategorier er der foretaget en kortlægning af alternativer til hvert af produkterne med indhold af blød PVC.

Kortlægning af alternativer er foretaget på materialeniveau. Der er således identificeret produkter af alternative materialer, som byggeteknisk og funktionelt kan erstatte det tilsvarende produkt med indhold af blød PVC. Kun alternativer, der umiddelbart kan erstatte det PVC-holdige produkt er medtaget. Alternativer, hvortil der eksempelvis kræves en væsentlig anderledes underliggende konstruktion eller lignende er derfor udeladt.

For hver af de seks produktgrupper er nedenfor, for det enkelte produkt, angivet alternativerne. Alternativerne er angivet i en matrix hvor det alternative byggeprodukt er markeret med et "X" ud for det blød PVC-holdige byggeprodukt.

Der er kun medtaget alternative produkter, der er tilgængelige på det danske marked.

For en byggeteknisk vurdering af alternativer henvises til afsnit 6.

4.1 Kabler mv.

PVC-holdige byggematerialer		PVC-fri byggematerialer	
		Polyethylen, PE	Polyolefin
Signal- og telekabler	Isolering	X	X
	Kappe		X
Bøjelige ledninger/kabler	Isolering		X
	Kappe		X
Installationskabler/-ledninger <1kV	Isolering	X	X
	Kappe		X
Installationskabler/-ledninger 1kV – 6kV	Isolering	X	
	Kappe	X	X

4.2 Gulv- og vægbeklædning

PVC-holdige byggematerialer		PVC-fri byggematerialer								
		Linoleum	Polyolefin	Kork	Gummi	Fliser/klinker	Træ (massiv)	Trælaminat	Træfiner	Malet væv
Homogene gulvbelægnin- ger	Bolig	X	X	X	X		X	X	X	
	Erhverv	X	X	X	X		X	X	X	
	Industri	X		X	X		X		X	
	Vådtrum					X				
Heterogene gulvbelægnin- ger	Bolig	X	X	X	X		X	X	X	
	Erhverv	X	X	X	X		X	X	X	
	Industri	X		X	X		X		X	
	Vådtrum					X				
Cushion gulv- belægninger	Bolig	X	X	X	X		X	X	X	
	Vådtrum					X				
Gulvbelægning med underlag af skum/kork	Bolig	X	X	X	X		X	X	X	
	Erhverv	X	X	X	X		X	X	X	
	Sportshaller	X	X		X		X			
	Vådtrum					X				
Kvarts gulvbe- lægninger	Erhverv	X	X		X		X	X	X	
	Industri				X		X		X	
Strukturta- peter på skillevægge	Erhverv									X

4.3 Tagbelægning

Alternativer til PVC-tagfolier er afgrænset til tagbeklædninger, der bl.a. kan lægges på tage med hældning på under 10 grader.

PVC-holdige byggematerialer	PVC-fri byggematerialer							
	Polyolefin	EPDM-tagfolie	Tagpap	Aluminium	Galvaniseret stål	Lakeret stål	Aluminium	Eternit
Tagfolie	X	X	X	X				
Plastisol-coatede profilplader					X	X	X	X

4.4 Folier og membraner

PVC-holdige byggematerialer	PVC-fri byggematerialer
	Polyethylen, PE
Afdækningspresenninger	X
Bløde hængedørsfolier	X

4.5 Tætningslister, fugebånd mv.

PVC-holdige byggematerialer	PVC-fri byggematerialer				
	Neopren	Butyl	EPDM	Injektionsslanger	Polyurethan
Fugebånd til indstøbning i beton	X	X	X	X	
Selvklæbende tætningsbånd		X	X		X

4.6 Diverse

PVC-holdige byggematerialer	PVC-fri byggematerialer					
	Polyethylen, PE	Aluminium	Galvaniseret stål	Zink	Kobber	Hård PVC
PVC-tape	X					
Plastisol-coatede tagrender		X	X	X	X	X

5 Miljøvurdering af byggematerialer af blød PVC og alternativer

5.1 Miljøvurderingsmodel

Indgangsvinklen til miljøvurderingen er at udpege de forhold, hvor der er forskelle af væsentlig miljømæssig betydning mellem byggeproduktet med indhold af blød PVC og alternativerne. Målet med miljøvurderingen er således at afklare, om de identificerede alternativer medfører uønskede miljøpåvirkninger, der kan sidestilles med dem, der efter Miljøstyrelsen vurdering er knyttet til blød PVC.

Miljøvurderingen er foretaget som en sammenlignende miljøvurdering af det PVC-holdige byggeprodukt og alternativerne hertil. Det er ikke hensigten med miljøvurderingen at bestemme den totale miljøbelastning fra de behandlede byggematerialer, hvorfor miljøvurderingen ikke omfatter en detaljeret livscyklusanalyse, LCA for de enkelte produkter.

Alle de væsentlige faser i byggeprodukternes livsforløb er inddraget i den sammenlignende miljøvurdering. Der er således inddraget miljøpåvirkninger i forbindelse med materialefremstilling, produktion, montage, drift og bortskaffelse.

For de alternative materialer er der søgt indhentet miljøvaredeklarationer fra producenter og leverandører. Miljøvaredeklarationerne har dog ofte ikke været tilgængelige. En del af miljøvurderingerne af alternativerne er derfor baseret på generel viden omkring indholdsstoffer mv.

I de gennemførte miljøvurderinger er der taget udgangspunkt i metodikken i Miljøstyrelsens publikationer ”Bedre miljø gennem indkøb”.

Miljøvurderingerne foretages ud fra følgende overordnede temaer:

- Materialeforbrug
- Energiforbrug
- Miljøbelastning i forbindelse med produktion, montage, drift og bortskaffelse herunder anvendelse og spredning af farlige stoffer til miljøet
- Arbejdsmiljø ved montage, installation og drift herunder indeklimapåvirkninger
- Brand.

Som udgangspunkt for den sammenlignende miljøvurdering er der i afsnit 5.2 gennemført en generel miljøvurdering af blød PVC som byggemateriale. Efterfølgende er gennemført en miljøvurdering af de alternative byggematerialer, jf. afsnit 4. Miljøvurdering af alternativer foretages samlet for lignende produkter indefor hver af de seks produktkategorier.

Anvendelsen af tilsætningsstoffer til fremstilling af blød PVC varierer en del afhængig af produktgruppe og anvendelsesområder. Produktspecifikke forhold af særlig miljømæssig relevans behandles i forbindelse med miljøvurderingen af alternativerne til det pågældende blødgjorte PVC-produkt.

Miljøvurderingerne af alternativer indledes med en grafisk præsentation af livsforløbet for produktet med indhold af blød PVC og de alternative produkter. Ved hjælp af den grafiske præsentation udpeges forskelle og ligheder i livsforløbene for alternativerne sammenlignet med de blødgjorte PVC-produkter.

Miljøvurderinger af de alternative produkter afsluttes med en kort oversigtsmæssig sammenligning af det blød PVC-holdige produkt og alternativerne.

En række alternative materialer indgår i flere af de alternative byggeprodukter til flere af produkterne med indhold af blød PVC. Da miljøvurderingerne af alternativer foretages enkeltvis, forekommer der en række gentagelser mellem de enkelte miljøvurderinger.

5.2 Miljøvurdering af blød PVC

5.2.1 Materialeforbrug

Primærmaterialer

PVC-resin består af 43% kulbrinter og 57% klor /13/.

De primære råstoffer til fremstilling af kulbrinter er råolie og naturgas, som er begrænsede ressourcer. Den samlede verdensproduktion af plastik bruger dog kun ca. 4% af det samlede olie-/naturgasforbrug i Vesteuropa. Klor fremstilles på basis af natriumklorid (salt), der er en rigelig ressource. Klor til PVC-resin er typisk restprodukt fra anden industriel fremstillingsproces.

PVC fremstilles ved polymerisation af vinylklorid.

Tilsætningsstoffer og kemikalier

Der anvendes en række forskellige hjælpestoffer i produktionen af blød PVC.

Blødgørere anvendes for at gøre PVC mere smidigt. De hyppigst anvendte blødgørere i PVC tilhører gruppen af phthalater og udgør op til 50% af materialet. Diethylhexylphthalat, DEHP er den hyppigst anvendte blødgørere til PVC-plast.

For at styrke holdbarheden af PVC-plast benyttes stabilisatorer. Eksempler på stabilisatorer i PVC-plast er barium, calcium og zink. Tidligere var bly og cadmium hyppigst anvendte stabilisatorer.

PVC-plast tilsættes yderligere en række tilsætningsstoffer bl.a. flammehæmmere, røgdæmpere, farvepigmenter og fyldstoffer. I miljømæssig sammenhæng er bl.a. de hyppigst anvendte flammehæmmere antimontrioxid og forskellige klorparaffiner interessante. Antimontrioxid er på Miljøstyrelsens liste over farlige stoffer og klassificeres som Carc3:R40 (kræftfremkaldende: mulighed for varig skade på helbredet).

5.2.2 Energiforbrug

Energiforbruget til produktion af et kg blød PVC andrager ca. 65 MJ/kg PVC inkl. feedstock energi /10/. Feedstock energien kan ikke udnyttes i Danmark, da afbrænding af PVC ikke er ønsket.

5.2.3 Miljøbelastning

Produktion

Blød PVC fremstilles på basis af vinylklorid. Denne monomer er kræftfremkaldende /42/ og produktion af PVC kræver derfor særlige forholdsregler for at beskytte mod udslip af vinylklorid. Ved produktion af blød PVC kan der anvendes kviksølv som katalysator, hvorved der er risiko for emission af kviksølv til omgivelserne. Kviksølv er giftigt og kan ophobes i kroppen.

De væsentligste problemer ved tilsætningsstofferne synes at være knyttet til blødgørerne, phthalaterne, som er på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer.

Phthalater er mistænkt for, ved længerevarende påvirkninger at kunne nedsætte reproduktionsevnen (risiko for blandt andet testikelskader), have hormonlignende virkning og kunne have langtidseffekter på organismer i vandmiljøet /36/..

En række af de (tidligere) anvendte tilsætningsstoffer i PVC har uønskede effekter i miljøet. Tungmetallet cadmium anvendes ikke mere i Danmark, mens bly er ved at blive udfaset. Begge tungmetaller findes dog stadigvæk i produkter, der er ophobet i den danske byggemasse.

Yderligere problematiske tilsætningsstoffer i PVC er anvendte flammehæmmere herunder klorparaffiner (anvendes ikke mere), bromerede flammehæmmere og antimontrioxid. Antimontrioxid klassificeres som værende muligvis kræftfremkaldende (carc3) samt mulighed for at kunne forårsage varig skade på helbredet.

Drift

En del af blødgørerne i blød PVC synes at blive frigivet i brugsfasen. Ved en "loss of mass test" (IEC 811-3-2) udført på et elkabel med kappe- og isolationsmateriale af blød PVC blev således konstateret en afgang på 0,1 mg/cm², hvoraf hovedparten vurderes at være afgang af phthalater /11/.

Det generelle omfang af afgivelse af phthalater fra byggeprodukter af blød PVC er ikke undersøgt tilbundsgående i dette projekt, og der er ikke fundet litteratur, som behandler dette forhold.

Bortskaffelse

PVC giver anledning til problemer ved bortskaffelsen. Klorindholdet i PVC medvirker til en væsentlig forøgelse af mængden af restprodukter fra affaldsforbrænding. Afbrænding af 1 kg PVC resulterer i produktion af ca. 2 kg restprodukt. Disse restprodukter er klassificeret som farligt affald og skal anvises til særlig deponering /19/. Afbrænding af PVC ønskes derfor ikke i Danmark.

Genanvendelse af blød PVC sker kun i ringe grad i Danmark i dag /19/.

I Danmark skal PVC ved bortskaffelse derfor tilføres kontrolleret depot. Ved deponering af PVC kan der på langt sigt ske en nedbrydning af PVC med resulterende frigivelse af indholdsstoffer som tungmetaller og phthalater /19/.

5.2.4 Arbejds miljø/Indeklima

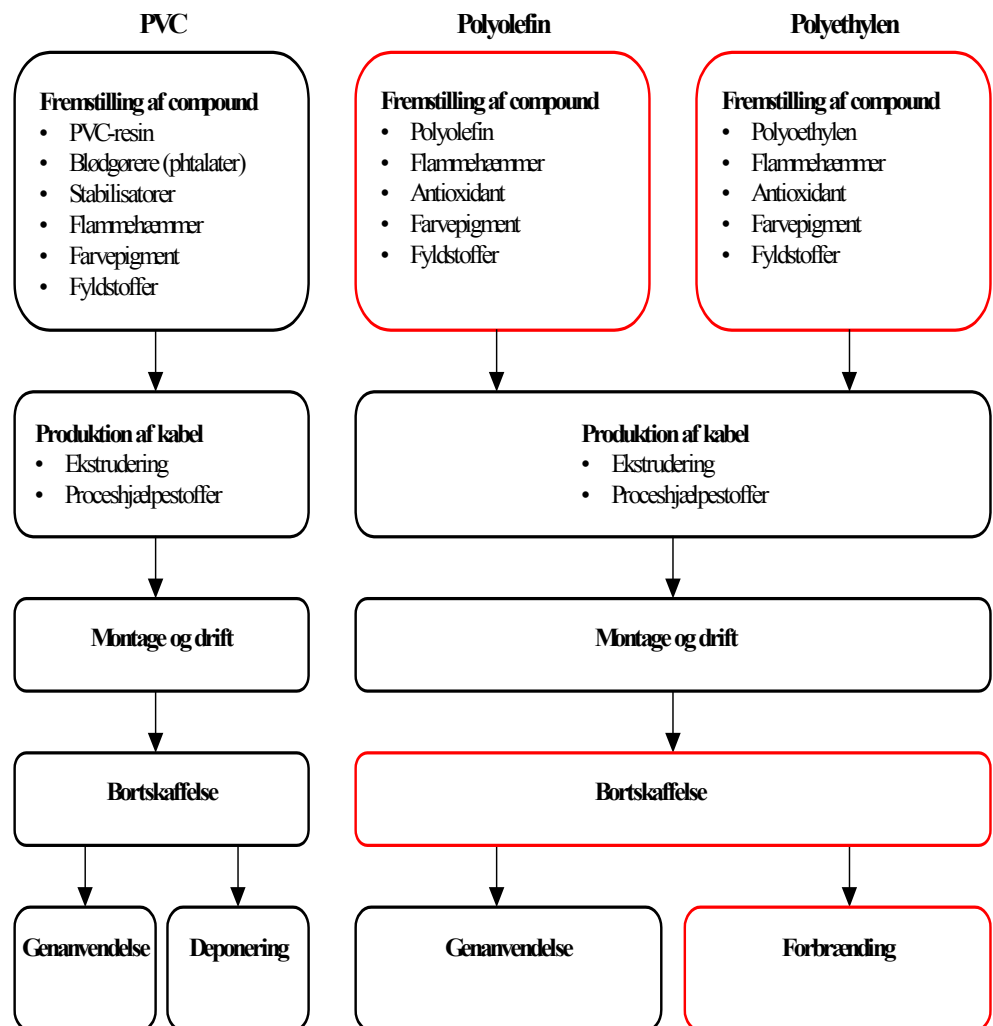
Fra færdige PVC-produkter vil der forekomme en mindre afgivelse af eksempelvis phthalater og organiske syreanhydrider /13/. Det vides ikke med sikkerhed om afgang af phthalater fra blød PVC udgør en direkte sundhedsrisiko for ophold i bygninger, men afgangene bidrager dog til den samlede indeklimapåvirkning. Afgasninger fra PVC-gulve i institutioner har været i fokus, og bør tages i betragtning. Afgasning fra kabler og lignende vurderes at være af mindre betydning.

5.2.5 Brand

PVC som materiale er ikke særligt brandbart. Hvis PVC alligevel brænder vil der frigives korrosive og giftige brandgasser indeholdende klor. Kloren vil reagere med vanddamp i luften og danne HCl (saltsyre), som er sundhedsskadelig og ætsende (korrosivt). Brandgasserne medfører ofte store materielle følgeskader efter en brand. Tyk sort røg gør det vanskeligt at orientere sig i en brand.

5.3 Miljøvurdering af Kabler mv.

Alternative kappe- og isolationsmaterialer til elektriske kabler og ledninger omfatter polyethylen, PE og polyolefin, FPO. I byggeri anvendes PE stort set ikke som kappemateriale, da PE er brandspredende. PE anvendes således hovedsageligt som alternativt isolationsmateriale. Livsforløbet for de forskellige materialer er angivet i nedenstående figur 5.1. Hvor der er væsentlige forskelle i alternativernes livsforløb i forhold til PVC-materialets er dette markeret med rødt.



Figur 5.1: Livsforløb for kappe- og isolationsmaterialer i elektriske kabler og ledninger. Hvor der er forskelle mellem isolations- og kappematerialet af blød PVC og de alternative materialer er dette markeret med rødt.

En generel oversigt over miljøbelastningen i livsforløbet for isolations- og kappematerialerne er vist i nedenstående figur 5.2. I figuren er markeret de områder med væsentlige miljøbelastninger, som behandles i den efterfølgende miljøvurdering.

		Materialeforbrug	Energiforbrug	Miljøbelastning	Arbejds miljø/Indeklima	Brand
Råvareproduktion	PVC	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Væsentligt forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	FPO	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Væsentligt forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Polyethylen	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Væsentligt forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Produktion	PVC	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Klorerede forbindelser, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , phthalater	Phthalater, vinylklorid	Ikke vurderet
	FPO	Kemikalier	Væsentligt forbrug	CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Ingen kendte	Ikke vurderet
	Polyethylen	Kemikalier	Væsentligt forbrug	CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Ingen kendte	Ikke vurderet
Drift	PVC	Ikke relevant	Uden betydning	Uden betydning	Afgasning	Røggasser, saltsyre, sort røg
	FPO	Ikke relevant	Uden betydning	Uden betydning	Ingen kendte	Røggasser
	Polyethylen	Ikke relevant	Uden betydning	Uden betydning	Ingen kendte	Røggasser
Bortskaffelse	PVC	Begrænset genanvendelse	Mindre betydning	HCl, phthalater, CO ₂ , CO, farligt affald, deponeringsplads	Mindre betydning	Ikke vurderet
	FPO	Begrænset genanvendelse	Mindre betydning	CO ₂ , CO	Mindre betydning	Ikke vurderet
	Polyethylen	Begrænset genanvendelse	Mindre betydning	CO ₂ , CO	Mindre betydning	Ikke vurderet

Figur 5.2: Miljøbelastninger i kappe-/isolationsmaterialernes livsløb for udvalgte miljøtemaer.

■ = Væsentlig miljøbelastning;

■ = mindre miljøbelastning;

■ = ubetydelig miljøbelastning.

5.3.1 Materialeforbrug

Materialeforbruget i et kabel/en lednings levetid er primært relateret til produktionen. Materialeforbruget i brugs- og bortskaffelsesfasen er uden betydning.

Primærmaterialer

Polyethylen og polyolefine består af 100% kulbrinter. Råstoffet til produktion heraf er olie og naturgas, der begge er begrænsede ressourcer.

Tilsætningsstoffer og kemikalier

De alternative isolations- og kappematerialer tilsættes en række fyldstoffer og kemikalier for optimering af materialernes egenskaber.

Kridt er et hyppigt benyttet fyldstof i alle kappe- og isoleringsmaterialerne. Indholdet af kridt kan udgøre helt op til 70%. Kridt er en rigelig ressource.

PE, som anvendes til isolationsmateriale, er ofte krydsbundet med peroxider, såkaldt PEX. Denne form for PE er ligesom FPO mere varmemestabil end eksempelvis blød PVC. Kabler der er isoleret med PEX eller FPO kan således

tåle en ledertemperatur på op til 90 °C, mens kabler med PVC som isoleringsmateriale kun kan tåle en ledertemperatur på op til 70 °C.

Brandhæmmere tilsættes ledningernes/kablernes kappemateriale. Der anvendes en række forskellige brandhæmmere. Eksempler på benyttede brandhæmmere i alternative kappematerialer er Si-gummi, magnesiumdihydrat og aluminiumtrihydrat.

Pigment anvendes i kabler og ledninger. Eksempelvis anvendes titandioxid til hvidpigmentering.

Endelig tilsættes der antioxidant til de alternative kappematerialer for at reducere ældningen heraf.

5.3.2 Energiforbrug

En opgørelse af energiforbruget til produktion af blød PVC og de alternative plastikcompounder, som anvendes til kappe- og isolationsmateriale, er angivet i nedenstående tabel 5.1.

Isolations- / kappemateriale	Energiforbrug MJ/m kabel	Brandværdi MJ/m kabel	Energiforbrug primærmateriale MJ/kg	Brandværdi primærmateriale MJ/kg
PVC	7,7 /11/	2,2 /11/	64,9 /27/	30,5 /27/
Polyolefin	9,4 /11/	2,6 /11/	-	-
Polyethylen	-	-	85,8 /24/	47,7 /24/

Tabel 5.1: Energiforbrug for produktion af 1 m 5 x 1,5[□] installationskabel samt brandværdi herfor. Endvidere er angivet energiforbruget til produktion af 1 kg primærmateriale samt dets brandværdi.

Af tabellen fremgår, at der kræves omkring 25% mere energi for produktion af de alternative plastikcompounder sammenlignet med en PVC-compound. De alternative plastmaterialer indeholder generelt ingen tilsætningsstoffer, der giver anledning til miljøproblemer ved afbrænding. Brændværdien i de alternative plastikcompounder kan derfor udnyttes ved afbrænding af kablerne i forbindelse med bortskaffelse af disse.

Ved at fraregne brandværdien af de alternative compoundmaterialer, ses netto energiforbruget til produktion af alternativerne kun at udgøre omkring 75% af energiforbruget til produktion af PVC-compounden /10/.

5.3.3 Miljøbelastning

Produktion

Det har ikke været muligt indenfor rammerne af dette projekt at sammenligne emissioner mv. fra compounding af de forskellige plasttyper og ekstrudering af de forskellige ledninger og kabler. Ekstruderingen foregår dog proces teknisk ens uafhængig af plastikcompounden.

I de alternative plastcompounder anvendes flammehæmmere af typen aluminiumtrihydrat og silicium-gummi. Dette medfører ikke væsentlige miljømæssige problemer.

Drift

Ved en "loss of mass test" (IEC 811-3-2) på et kabel med kappe- og isolationsmateriale af polyolefin, blev der ikke konstateret målbare afgangninger /11/. Det må således antages ikke at medføre påvirkninger af indeklimaet.

Bortskaffelse

De alternative isolerings- og kappematerialer kan, som blød PVC, i princippet materialegenanvendes, dog ikke PEX. I praksis og miljømæssigt er der dog en række problemer forbundet med genanvendelsen. Genbrugsplast har således en væsentligt ringere kvalitet end jomfruelig plast, da plastens egenskaber er ændrede efter langt tids brug. Kabelplasten er yderligere forurenset med metaller fra lederen, stammende fra afskrælning af plasten.

Genanvendelse af kabelplast foregår typisk ved "downcycling", hvor der fremstilles produkter med lavere krav til kvalitet. Ved genbrug af kabelplast er der derfor hovedsageligt tale om en udskydning af bortskaffelsen af kabelplasten.

De eneste kendte miljøpåvirkninger fra afbrænding af de alternative plastmaterialer er dannelse af CO₂ og CO, som følge af afbrænding af kulbrinter.

PEX kan ikke genanvendes, men kan derimod afbrændes (energiudnyttes) eller deponeres problemfrit.

Deponering af alternative plastmaterialer giver ikke anledning til miljøpåvirkninger lignende dem for blød PVC.

5.3.4 Arbejdsmiljø/indeklima

Der er ikke konstateret forhold ved kappe- og isolationsmaterialer af polyethylen og polyolefin, der kan medføre negativ påvirkning af arbejdsmiljø og/eller indeklima.

5.3.5 Brand

Kabler og ledninger med FPO-kappe overholder som minimum de samme brandprøver som PVC-kabler og ledninger. Specielt for kabler og ledninger med mindre tværsnit overholder kabler/ledninger med FPO-kappe endog strengere brandkrav end PVC-kabler/ledninger /38/.

Ved brand udvikler polyethylen og polyolefin ikke den samme mængde røg som et PVC-kabel, ligesom de alternative kappe- og isoleringsmaterialer ikke resulterer i dannelse af korrosive brandgasser som PVC.

5.3.6 Sammenligning

De alternative kappe- og isolationsmaterialer polyethylen og polyolefin har en række miljømæssige fordele sammenlignet med PVC. Fordelene skyldes hovedsageligt, at alternativerne ikke indeholder phthalater og klor.

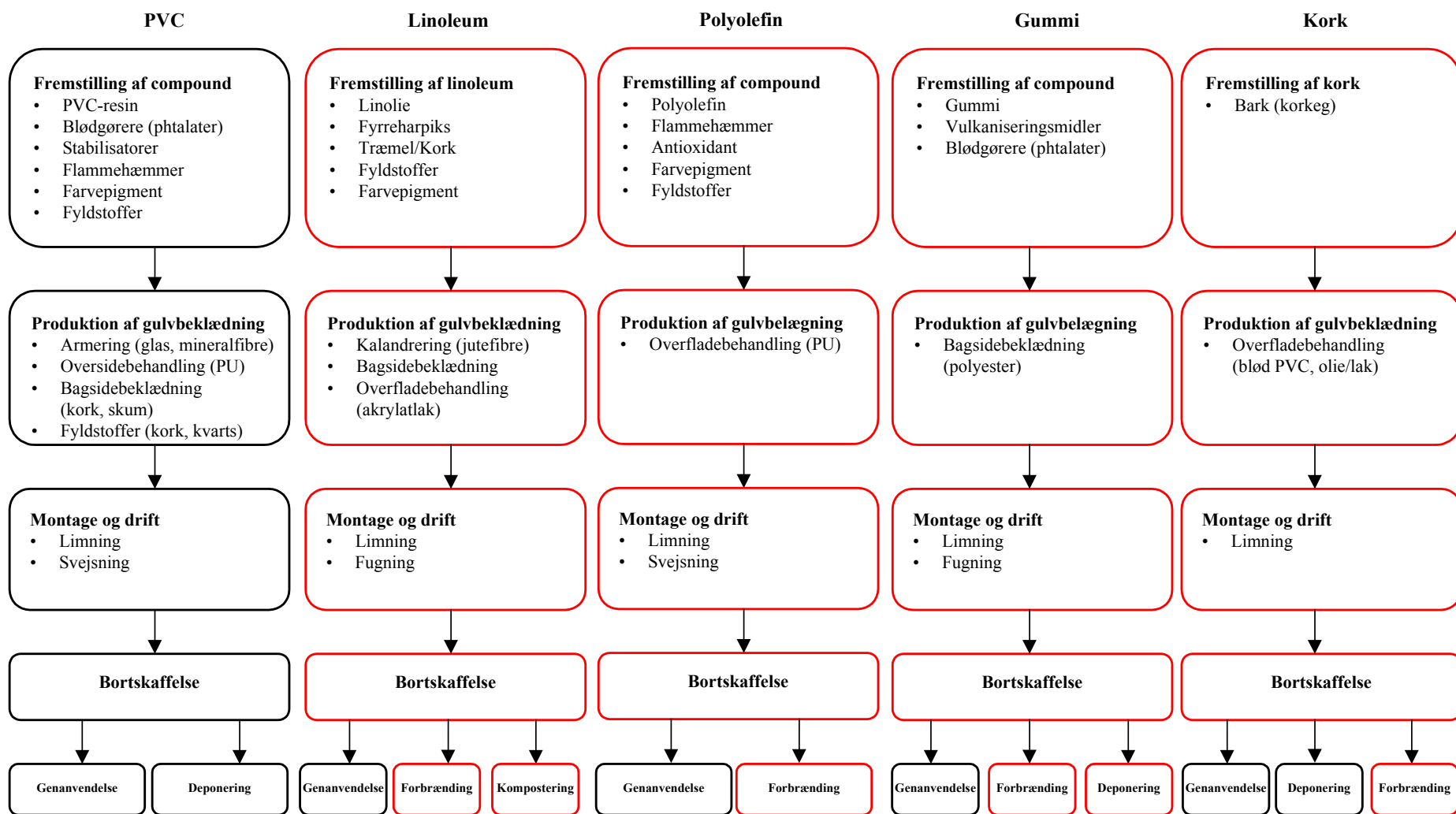
Ingen af de identificerede alternative materialer besidder de miljøpåvirkninger som et PVC-kabel har.

Energiforbruget til produktion af de alternative kappe- og isolationsmaterialer er lidt større end til fremstilling af PVC. Brandværdien i de alternative materialer kan imidlertid udnyttes ved afbrænding, hvorved netto energiforbruget til produktion af de alternative materialer bliver mindre end til produktion af PVC.

5.4 Miljøvurdering af alternative halvharde gulv- og vægbeklædninger

Gulv- og vægbeklædning af PVC karakteriseres som en halvhard beklædning. Gruppen af halvharde beklædninger omfatter endvidere linoleum, polyolefin, kork og gummi. De halvharde beklædninger kan for en stor dels vedkommende erstatte hinanden.

Livsforløbet for de halvharde gulvbeklædninger er angivet i nedenstående figur 5.3. Hvor der er forskelle i de alternative materials livsforløb i forhold til PVC-materialets er dette markeret med rødt.



Figur 5.3: Livsforløb for halv hårde gulvbeklædninger. Hvor der er forskelle i livsforløbet for en alternativ gulvbeklædning sammenlignet med gulvbeklædning af blød PVC er dette markeret med rødt

I den efterfølgende figur 5.4 er vist en generel oversigt over miljøbelastningen i livsforløbet for de halvharde gulvbeklædninger. I figuren er markeret de områder med væsentlige miljøbelastninger, som behandles i den efterfølgende miljøvurdering.

		Materialeforbrug	Energiforbrug	Miljøbelastning	Arbejdsmiljø/Indeklima	Brand
Råvareproduktion	PVC	Forbrug af begrænsede ressourcer	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Linoleum	Forbrug af fornyelige/rigelige ressourcer	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Polyolefin	Forbrug af begrænsede ressourcer	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Kork	Forbrug af fornyelige ressourcer	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Gummi	Forbrug af begrænsede/rigelige ressourcer	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Produktion	PVC	Kemikalier	Ikke vurderet	Klorerede forbindelser, isocyanater, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , phthalater	Phthalater, vinylklorid	Ikke vurderet
	Linoleum	Kemikalier	Ikke vurderet	Uden betydning	Ingen kendte	Ikke vurderet
	Polyolefin	Kemikalier	Ikke vurderet	Isocyanater, CO ₂ , CO	Isocyanat	Ikke vurderet
	Kork	Kemikalier	Ikke vurderet	Phthalater	Phthalater, vinylklorid	Ikke vurderet
	Gummi	Kemikalier	Ikke vurderet	Butadien, styren, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , phthalater	Phthalater, vinylklorid	Ikke vurderet
Montage	PVC	Kemikalier	Ikke vurderet	Kemikalier	Kemikalier	Ikke vurderet
	Linoleum	Kemikalier	Ikke vurderet	Kemikalier	Kemikalier	Ikke vurderet
	Polyolefin	Kemikalier	Ikke vurderet	Kemikalier	Kemikalier	Ikke vurderet
	Kork	Kemikalier	Ikke vurderet	Kemikalier	Kemikalier	Ikke vurderet
	Gummi	Kemikalier	Ikke vurderet	Kemikalier	Kemikalier	Ikke vurderet
Drift	PVC	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Ingen kendte	Røggasser, HCl, sort røg
	Linoleum	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Afgasninger	Brandbart
	Polyolefin	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Ingen kendte	Brandbart
	Kork	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Ingen kendte	Røggasser, HCl, sort røg
	Gummi	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Afgasninger	Røggasser, HCl, sort røg
Bortskaffelse	PVC	Ikke relevant	Ikke vurderet	HCl, phthalater, CO ₂	Uden betydning	Ikke vurderet
	Linoleum	Ikke relevant	Ikke vurderet	CO ₂	Uden betydning	Ikke vurderet
	Polyolefin	Ikke relevant	Ikke vurderet	CO ₂	Uden betydning	Ikke vurderet
	Kork	Ikke relevant	Ikke vurderet	HCl, phthalater, CO ₂	Uden betydning	Ikke vurderet
	Gummi	Ikke relevant	Ikke vurderet	Butadien, styren, CO ₂ , HCl, phthalater	Uden betydning	Ikke vurderet

Figur 5.4: Miljøbelastninger i de halvharde gulvbeklædningers livsforløb for udvalgte miljøtemaer.

■ = Væsentlig miljøbelastning;

■ = mindre miljøbelastning;

■ = ubetydelig miljøbelastning.

5.4.1 Materialeforbrug

Flere af de halvharde gulv- og vægbeklædninger findes i en række forskellige udformninger, med mindre forskelle i indhold af sekundærstoffer mv. I nærværende er beklædningerne inddelt i hovedgrupper, som vurderes at omfatte langt den overvejende del af beklædningerne.

Primærmaterialer

Primærmaterialerne omfatter linoleum, PVC, polyolefin, gummi og kork.

Råstofferne for produktion af PVC og polyolefin er olie og naturgas, der begge er begrænsede ressourcer.

Der benyttes både naturgummi og syntetisk gummi til produktion af gummi-belægninger. Råstoffet for syntetisk gummi er som for, PVC og polyolefin, olie og naturgas, mens naturgummi fremstilles af saften fra gummitræer, der er en fornyelig ressource, som kan fremstilles i takt med forbruget.

Linoleum produceres på basis af linolie tilsat fyrreharpiks og træmel eller kork, der alle er fornybare ressourcer eller ressourcer, der findes i rigelige mængder.

Kork fremstilles af bark fra korkegen, som er en fornyelig ressource.

Sekundærmaterialer

PVC-beklædninger leveres ofte med en overfladebeskyttelse i form af polyurethan eller lignende. Ved produktion af polyurethan anvendes isocyanater. Afhængig af produktets ønskede egenskaber påklæbes PVC'en eventuel en underside af skum eller kork eller den armeres med glas- eller mineralfibre.

Linoleum tilsættes en række uorganiske fyldstoffer og farvepigmenter. Linoleum vales ud på et underlag af fibermateriale, eksempelvis jutefibre, der er en fornyelig ressource. Linoleumsbeklædninger er oftest påført et beskyttelsesmiddel i form af en tynd overfladebehandling af eksempelvis vandbaseret acryllatlak /34/. Linoleumsbeklædninger findes også sammenvalset med korkment.

Polyolefin minder som materiale om PVC. Polyolefin tilsættes tillige en række hjælpematerialer ved fabrikationen, eksempelvis fyld- og farvestoffer. Polyolefinbeklædninger kan være forsynet med en overfladebeskyttelse af polyurethan eller et lignende materiale.

Syntetisk gummi omfatter en række forskellige stoffer. Flere syntetiske gummier indeholder stoffer der er miljø- og sundhedsskadelig, eksempelvis dicyclopentadien i EPDM-gummi, samt stoffer der er (mistænkt) kræftfremkaldende, eksempelvis butadien og styren i SBR-gummi. Der er i nærværende ikke nærmere undersøgt hvilke syntetisk gummityper, der anvendes til gulv- og vægbeklædninger.

Flere syntetiske gummityper blødgøres med phthalater, eksempelvis nogle typer EPDM- og SBR-gummi /33/. Syntetisk gummi tilsættes vulkaniseringsmidler, som typisk er svovlholdige stoffer eller peroxider. Nogle gummibeklædninger påføres en stabiliserende polyesterbagside.

Kork fås behandlet med en laminering af et phthalatblødgjort PVC-slidlag. Alternativt fås ubehandlede korkbelægninger, der skal lakeres eller oliebehandles.

5.4.2 Energiforbrug

Det har ikke været muligt indenfor projektets rammer at opgøre energiforbruget til produktion af de halvharde gulvbelægninger. Kvalitativt bedømt er energiforbruget til produktion af linoleum og kork imidlertid lavt, uden at disse forbrug dog er sammenlignet med energiforbrugene til produktion af de øvrige beklædninger.

5.4.3 Miljøbelastning

Produktion

PVC, polyolefin og syntetisk gummi produceres på basis af olie, hvilket medfører emission af CO₂ og CO, som følge af afbrænding af fossile brændsler.

Produktion af gulv- og vægbeklædningerne medfører en risiko for emission af indholdsstofferne i de enkelte materialer, hvoraf en del har særlig miljømæssig interesse som følge af stoffernes miljømæssige egenskaber og mængden af stof i produktet.

Emission af phthalater kan, tilsvarende produktion af blød PVC, forekomme fra produktion af visse syntetiske gummimaterialer som EPDM og SBR, samt fra coating af korkbeklædninger med PVC.

Produktion af EPDM kan endvidere medføre emission af det miljø- og sundhedsskadelige stof dicyclopentadien, mens der fra produktion af SBR-gummi kan forekomme emission af butadien og styren, der karakteriseres som sandsynligvis henholdsvis muligvis kræftfremkaldende /12/. Styren indgår endvidere i produktionen af polyester, som benyttes til bagside på nogle gummibeklædninger.

I fremstilling af polyuretan, som benyttes til overfladebeskyttelse af PVC- og polyolefin-beklædninger, anvendes astmafremkaldende isocyanater, der kan give problemer i specielt arbejdsmiljøet.

Montage og drift

Halvhårde gulv- og vægbeklædninger monteres ved limning til underlaget. Der anvendes forskellige limningsmetoder og limtyper alt efter type og anvendelsesområde af gulvet.

Ved limning emitteres en del af indholdsstofferne i limen. Gulvlimene indeholder forskellige mængder opløsningsmidler samt øvrige stoffer (bindemiddel mv.) med negative miljø- og/eller sundhedsmæssige egenskaber. Indholdsstofferne fra limene kan fortsat afgives fra gulvene i en periode efter montage.

Linoleumsgulve kan i specielt de første år efter lægning afgive gasser og lugtgener til indeklimaet. Gasserne afgives fra de indgående naturlige stoffer som eksempelvis harpiks /33/.

Gummibelægninger kan, hvis der vælges syntetiske gummibeklædninger, endvidere afgive sundhedsskadelige stoffer i driftsfasen.

Ubehandlede korkgulve skal ved lægning slibes og lakeres. Der anvendes en række forskellige lakker. Valg af lak foretages på baggrund af det forventede slid på gulvet. Generelt gælder, at jo mere slidstærk lak des højere indhold af miljøskadelige stoffer. Lakkerne varierer fra vandbaseret lak til syrehærdende lak og isocyanatlak. De sidstnævnte lakker har et højt indhold af organiske opløsningsmidler. Isocyanatlak indeholder isocyanat, der er sundhedsskadeligt og kan give luftvejsallergi /33/.

Korkgulve med PVC-slidlag kan ikke repareres, men skal skiftes /33/.

Bortskaffelse

Linoleum, polyolefin, kork og gummi kan bortskaffelse ved afbrænding, hvorved stoffernes brændværdi udnyttes. Gulvbelægningerne med PVC-slidlag ønskes ikke afbrændt i Danmark.

Linoleum er et naturprodukt og kan derfor endvidere bortskaffes ved kompostering.

5.4.4 Arbejdsmiljø/indeklima

I forbindelse med produktion af de halv hårde gulv- og vægbeklædninger, vil arbejdsmiljøet for arbejderne beskæftiget i produktionen være påvirket med de stoffer, der er nævnt under afsnittene Materialeforbrug og Miljøpåvirkninger.

Som ligeledes nævnt under afsnittet Montage og drift vil gulvmontørernes arbejdsmiljø være påvirket af de fra gulvlimene emitterende stoffer som eksempelvis opløsningsmidler af forskellig art. Emission af stoffer fra gulvlimene vil ligeledes kunne påvirke indeklimaet i en periode efter montering af gulvene.

Linoleumsgulve og gummigulve kan i den første periode efter lægning afgive gasser og lugtgener til indeklimaet.

5.4.5 Brand

I Bygningsreglementet stilles der krav om brandmæssigt egnede gulvbelægninger, klasse G gulvbelægninger, i eksempelvis flugtveje mv.

Klasse G gulvbelægninger af blød PVC omfatter: belægninger af kvartsvinyl samt homogene og heterogene belægninger med tykkelse på højst 4 mm. Linoleumsgulve med tykkelse på højst 6 mm overholder ligeledes Bygningsreglementets krav til klasse G gulvbelægninger /39/.

5.4.6 Sammenligning

De alternative halv hårde belægninger indeholder ikke phthalater og klor, der medfører problemer ved bortskaffelsen (coatet kork og syntetiske gummi-beklædninger kan dog indeholde mindre mængder phthalater).

Energiforbruget til produktion af gulvbelægningerne er ikke sammenlignet kvantitativt, men energiforbrugene til produktion af linoleum- og korkbelægninger vurderes dog at være de relativt laveste, da disse produkter er rene naturprodukter.

Gummigulve med indhold af syntetisk gummi kan indeholde sundheds- og/eller miljøskadelige stoffer. Eksempelvis anvendes de mistænkte kræftfremkaldende stoffer butadien og styren i produktionen af SBR-gummi.

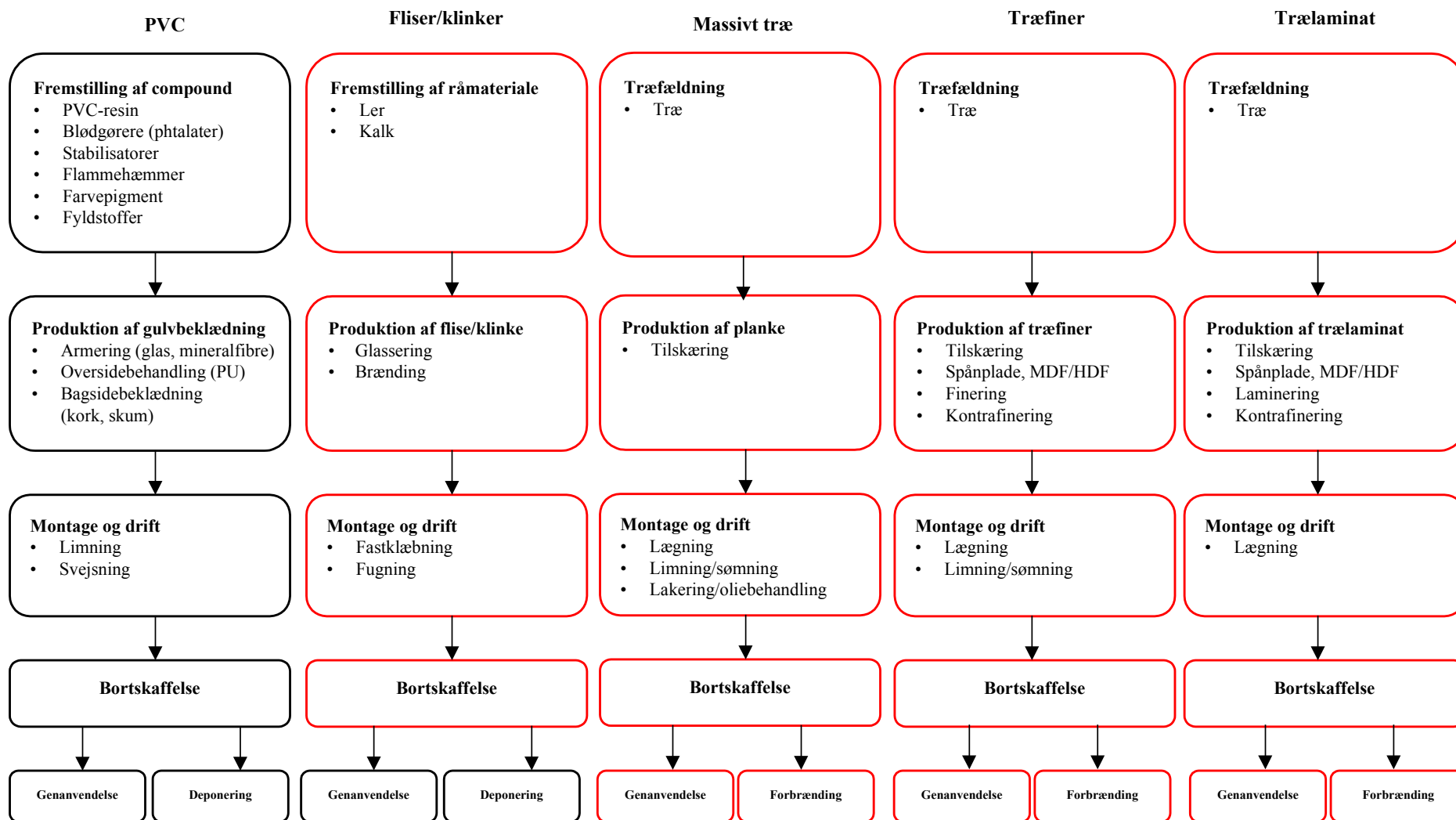
Polyolefin-beklædning er evt. overfladebehandlet med polyuretan, til produktion af hvilket, der anvendes de astmafremkaldende isocyanater, der kan give problemer i specielt arbejdsmiljøet.

Det er kun de mere hårde PVC kvaliteter (homogene, heterogene og kvarts) og linoleum, der i mindre tykkelser opfylder kravene til klasse G belægninger.

5.5 Miljøvurdering af gulv- og vægbeklædninger af træ samt fliser/klinker

Beklædninger af træ kan for en stor dels vedkommende erstatte PVC-beklædning. Der findes en række forskellige typer af trægulve og trægulve med forskellig konstruktiv opbygning, som massive, laminerede og finerede brædder.

Fliser og klinker kan tillige erstatte PVC-beklædninger i en række tilfælde, især i vådrum.



Figur 5.5: Livsforløb for gulvbeklædning af PVC samt træ og fliser/klinker. Hvor der er forskelle i livsforløbet for en alternativ gulvbeklædning sammenlignet med gulvbeklædning af blød PVC er dette markeret med rødt.

		Materialeforbrug	Energiforbrug	Miljøbelastning	Arbejds miljø/ Indeklima	Brand
Råvareproduktion	PVC	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Væsentligt forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Massivt træ	Forbrug af fornyelige ressourcer	Mindre forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Træfiner	Forbrug af fornyelige ressourcer	Mindre forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Trælaminat	Forbrug af fornyelige ressourcer	Mindre forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Fliser/klinker	Forbrug af rigelige ressourcer	Mindre forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Produktion	PVC	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Klorerede forbindelser, CO ₂ , SO ₂ , Nox, phthalater	Phthalater, vinylklorid	Ikke vurderet
	Massivt træ	Uvæsentligt forbrug	Mindre forbrug	Kemikalier	Støv, støj	Ikke vurderet
	Træfiner	Kemikalier	Mindre forbrug	Kemikalier	Støv, støj	Ikke vurderet
	Trælaminat	Kemikalier	Mindre forbrug	Kemikalier	Støv, støj	Ikke vurderet
	Fliser/klinker	Kemikalier	Væsentligt forbrug	CO ₂ , SO ₂ , tungmetaller	Ingen kendte	Ikke vurderet
Montage	PVC	Kemikalier	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Kemikalier	Ikke vurderet
	Massivt træ	Søm, skruer	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Kemikalier	Ikke vurderet
	Træfiner	Søm, skruer	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Kemikalier	Ikke vurderet
	Trælaminat	Søm, skruer	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Kemikalier	Ikke vurderet
	Fliser/klinker	Kemikalier	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Kemikalier	Ikke vurderet
Drift	PVC	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Afgasninger	Røggasser, HCl, sort røg
	Massivt træ	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Afgasninger	Brandbart
	Træfiner	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Afgasninger	Brandbart
	Trælaminat	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Afgasninger	Brandbart
	Fliser/klinker	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
Bortskaffelse	PVC	Ikke relevant	Uden betydning	HCl, phthalater, CO ₂	Mindre betydning	Ikke vurderet
	Massivt træ	Ikke relevant	Uden betydning	Uden betydning	Mindre betydning	Ikke vurderet
	Træfiner	Ikke relevant	Uden betydning	Uden betydning	Mindre betydning	Ikke vurderet
	Trælaminat	Ikke relevant	Uden betydning	Uden betydning	Mindre betydning	Ikke vurderet
	Fliser/klinker	Ikke relevant	Uden betydning	Uden betydning	Mindre betydning	Ikke vurderet

Figur 5.6: Miljøbelastninger i livsforløb for gulvbeklædningerne af træ og fliser/klinker for udvalgte miljøtemaer.

■ = Væsentlig miljøbelastning;

■ = mindre miljøbelastning;

■ = ubetydelig miljøbelastning.

Ovenstående figur 5.6 viser en generel oversigt over miljøbelastningen i livsforløbet for gulvbeklædningerne. I figuren er markeret de områder med væsentlige miljøbelastninger, som behandles i den efterfølgende miljøvurdering.

5.5.1 Materialeforbrug

Primærmaterialer

Primærmaterialet i træbeklædninger er forskellige træsorter. Træ er en fornyelig ressource, som kan dyrkes i takt med forbruget, dog under hensyntagen til træets vækstperiode.

Primærmaterialet til produktion af fliser og klinker er ler, der er et naturligt forekommende materiale. Ler er en ikke fornyelig, men rigelige ressource.

Sekundærmaterialer

Trægulve påføres ofte lak eller olie for at øge slidstyrken. Olien/lakken som vælges til overfladebehandlingen afhænger af gulvets forventede belastning. Der findes forskellige olier og lakker med forskellige indhold af eksempelvis opløsningsmidler.

Hovedparten af trælaminat og -finér består af en træbaseret kerne af f.eks. spånplade, MDF- eller HDF-plade. Til fremstilling af disse plader anvendes kunstharpikslim. Kunstharpikslime fremstilles på basis af formaldehyd og urinstof eller phenol.

Leren, der udgør primærmaterialet for fliser og klinker, tilsættes eventuelt kalk. Kalk er, som ler, en ikke fornyelig men rigelig ressource. Fliser og klinker er ofte glaseret med glassur indeholdende forskellige farvepigmenter, hvoraf flere kan have indhold af tungmetaller.

5.5.2 Energiforbrug

Det har ikke været muligt indenfor projektets rammer at kvantificere energiforbruget til produktion af henholdsvis træbelægninger og fliser/klinker.

Energiforbruget til produktion af træbelægninger er relateret til bearbejdning samt transport af træet. Dette energiforbrug er relativt begrænset. Energiforbruget hertil kan endvidere minimeres ved at vælge træ fra et oprindelsessted tæt på brugsstedet.

Energiforbruget til produktion af fliser og klinker er relativt stort.

5.5.3 Miljøpåvirkning

Produktion

Træ er overordnet set et miljømæssigt godt materiale. Der bør så vidt muligt sikres, at det anvendte træ er dyrket og fældet under bæredygtige forhold.

Produktion af spånplader og lignende materialer til brug for produktion af trælaminat og -finér kan medføre emission af formaldehyd, urinstof og phenol fra den anvendte kunstharpikslim.

Miljøpåvirkninger knyttet til produktion af fliser og klinker omfatter hovedsageligt forbrug af fossile brændsler, der er en begrænset ressource. Afbrænding af fossile brændsler resulterer i emission af CO₂ og CO.

Der kan endvidere forkomme emission af indholdsstoffer fra glasuren. Farvepigmenter i glasur kan bl.a. indeholde forskellige tungmetaller (Pb, Cr, Zn mv.), hvoraf flere akkumuleres i væv og/eller er sundhedsskadelige.

Montering og drift

En del af opløsningsmidlerne i den olie og lak, som anvendes til overfladebehandling af trægulve, emitteres til miljøet, både i forbindelse med påføring og i en periode herefter.

Ubehandlet træ afgiver i sig selv flygtige komponenter til miljøet. Afgasningerne fra trægulve domineres af stofgruppen aldehyder /35/.

Fliser og klinker fastklæbes til underlaget. Opløsningsmidler mv. i klæbemidlet kan emitteres til miljøet specielt i forbindelse med monteringen.

Bortskaffelse

Træ karakteriseres som værende CO₂-neutralt. Herved forstås, at den mængde CO₂, som frigives ved afbrænding af træet modsvarer af den mængde CO₂, som er optaget fra luften og bundet i træets biomasse inden for en kort tidshorisont.

Næsten alt træ vil, hvis det ikke genanvendes, i forbindelse med bortskaffelse blive tilført afbrændingsanlæg. Afbrænding af træet medfører tillige afbrænding af de olier og lakker der eventuelt er benyttet til overfladebehandling af træet.

Fliser og klinker genbruges sjældent direkte, idet de ofte ødelægges ved nedrivning /13/. Fliser og klinker materialegenanvendes derimod efter nedknusning i mindre betonkonstruktioner, puds og mørtel /13/.

5.5.4 Arbejds miljø/indeklima

De emitterede stoffer fra olie-/lakbehandlingen af trægulvene vil påvirke arbejdsmiljø/indeklima i forbindelse med montering samt i en efterfølgende periode. Indeklimaegenskaberne for de forskellige olier og lakker er afhængig af olie-/laktype.

Vandbaserede systemer giver generelt anledning til begrænsede arbejdsmiljø/indeklima problemer.

Olier og alkyder med tørrende bindemiddel indeholder sædvanligvis alifatiske eller aromatiske kulbrinter, der er mere eller mindre flygtige. Emissionerne kan specielt henføres til opløsningsmidler i olierne samt aldehyder, der dannes ved tørring /36/. Stoffer af særlig miljømæssig interesse omfatter formaldehyd og phenol, som begge er optaget på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer. Formaldehyd er mistænkt for at være kræftfremkaldende og er endvidere ætsende og sensibiliserende. Phenol er giftig og ætsende.

5.5.5 Brand

I Bygningsreglementet stilles der krav om brandmæssigt egnede gulvbelægninger, klasse G gulvbelægninger, i eksempelvis flugtveje mv.

Fliser/klinker er ubrændbare og opfylder således kravene til klasse G gulvbelægninger. Følgende trægulve overholder ligeledes Bygningsreglementets krav til klasse G gulvbelægninger: 21 mm sammenpløjede gulvbrædder og træbelægning i brandteknisk fast forbindelse med ubrændbart underlag /39/.

5.5.6 Sammenligning

Trægulve og fliser/klinker har en række miljømæssige fordele sammenlignet med PVC. Fordelene skyldes blandt andet, at alternativerne ikke indeholder phthalater og klor.

Primærmaterialerne for produktion af trægulve og fliser/klinker er fornyelige eller rigelige ressourcer, mens PVC produceres fra begrænsede ressourcer.

Energiforbrugene til produktion af henholdsvis PVC-beklædninger, trægulve og fliser/klinker er ikke sammenlignet kvantitativt.

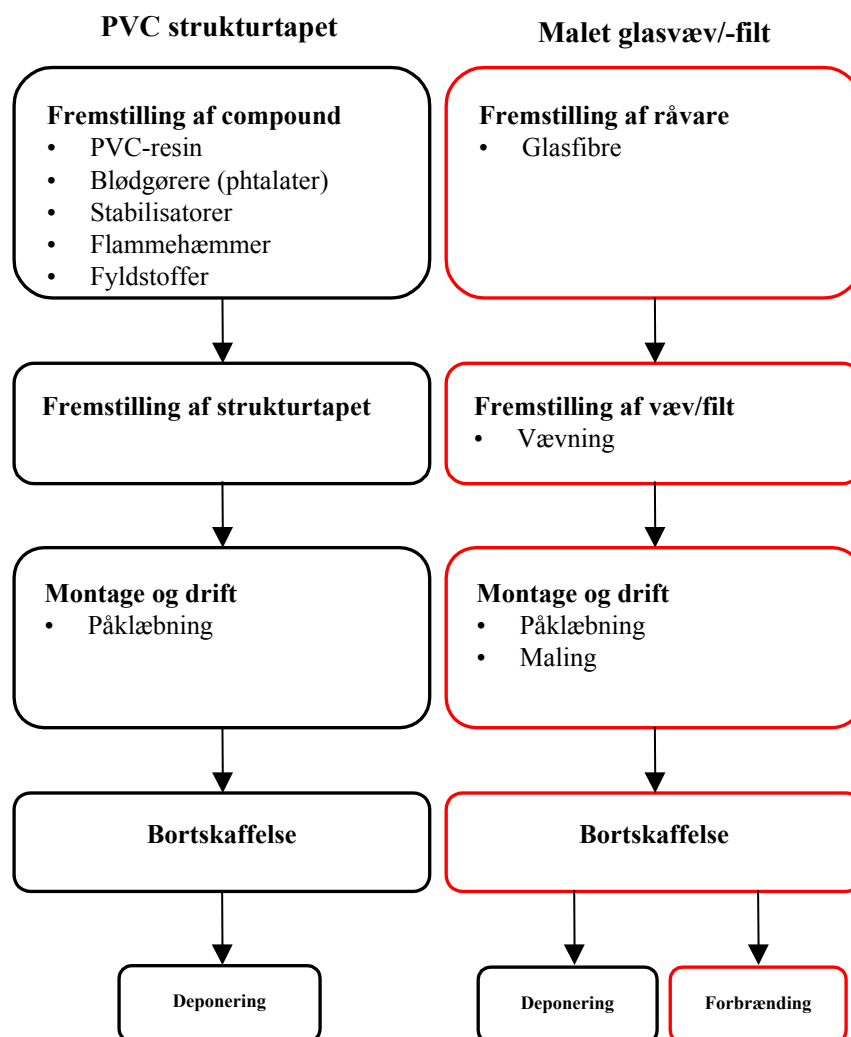
Energiforbruget til produktion af fliser/klinker vurderes at udgøre den største miljøpåvirkning fra disse produkter.

De største miljømæssige påvirkninger fra trægulve kommer fra afgasning/emission af indholdsstoffer i den olie og lak, som ofte benyttes til overfladebehandling af gulvene.

5.6 Miljøvurdering af alternativer til PVC-strukturtapet

PVC-strukturtapet anvendes primært til beklædning af flytbare skillevægge (systemskillevægge), som anvendes i kontorer mv. Flytbare skillevægge består oftest af beklædte gipsplader.

Alternativer til PVC-strukturtapet er malet glasvæv/-filt. Livsforløbene for PVC-strukturtapet og malet glasvæv/-filt er angivet i nedenstående figur 5.7. Hvor der er væsentlige forskelle i livsforløbene er dette markeret med rødt.



Figur 5.7: Livsforløb for PVC-strukturtapet og malet glasvæv/-filt.
Hvor der er forskelle i materialernes livsforløb er dette markeret med rødt.

Tapetmaterialernes miljøbelastninger i hele livsforløbene er vist i den efterfølgende figur 5.8. Væsentlige miljøpåvirkninger, som bliver behandlet i den efterfølgende miljøvurdering, er fremhævet i figuren.

		Materialeforbrug	Energiforbrug	Miljøbelastning	Arbejds miljø	Brand
Råvareproduktion	PVC-strukturta-pet	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Malet glasvæv/-filt	Forbrug af rigelige ressourcer	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Produktion	PVC-strukturta-pet	Kemikalier	Ikke vurderet	Klorerede forbindelser, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , phthalater	Phthalater, vinylklorid	Ikke vurderet
	Malet glasvæv/-filt	Kemikalier	Ikke vurderet	CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Opløsningsmidler	Ikke vurderet
Montage	PVC-strukturta-pet	Kemikalier	Ikke vurderet	Kemikalier	Kemikalier, lim, opløsningsmidler	Ikke vurderet
	Malet glasvæv/-filt	Kemikalier	Ikke vurderet	Kemikalier, maling	Kemikalier, lim, maling, opløsningsmidler	Ikke vurderet
Drift	PVC-strukturta-pet	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Afgasning, phthalater	Røggasser, saltsyre, sort røg
	Malet glasvæv/-filt	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Afgasning, opløsningsmidler	Ikke brændbart
Bortskaffelse	PVC-strukturta-pet	Minimal genanvendelse	Ikke vurderet	HCl, phthalater, CO ₂ , CO, deponeringsplads	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Malet glasvæv/-filt	Minimal genanvendelse	Ikke vurderet	CO ₂ , CO, deponeringsplads	Ikke vurderet	Ikke vurderet

Figur 5.8: Miljøbelastninger i livsforløb for PVC-strukturta-pet og malet glasvæv/-filt for udvalgte miljøtemaer

- = Væsentlig miljøbelastning;
- = mindre miljøbelastning;
- = ubetydelig miljøbelastning.

5.6.1 Materialeforbrug

Glasvæv/-filt består af vævede glasfibre, der produceres ved en sammensmeltning af kvartssand, soda (produceres fra stensalt), dolomit, kalk, nefelin og natriumsulfat, som alle er rigelige ressourcer /13/.

Glasvæv/-filt overfladebehandles med maling. Inden maling påføres glasvævet ofte en "glasvævfylde" for at reducere forbruget af maling.

Der anvendes oftest en plastmaling til maling af glasvæv/-filt /40/.

Såvel PVC-strukturta-pet som malet glasvæv/-filt påklæbes den underliggende vægkonstruktion ved hjælp af lim/klister.

5.6.2 Energiforbrug

Det har ikke været muligt indenfor rammer af nærværende projekt, at fastlægge energiforbruget til produktion af PVC-strukturta-pet og malet glasvæv/-filt.

5.6.3 Miljøbelastning

Produktion

Produktion af PVC-strukturtafet og malet glasvæv/-filt medfører risiko for udslip af de i produktionen benyttede stoffer.

Montering og drift

Flytbare skillevægge leveres fra fabrikken med den ønskede overfladebeklædning af enten PVC-strukturtafet eller malet glasvæv/-filt. Montering i byggeriet omfatter således blot opstilling af skillevæggene på de ønskede placeringer, hvilket ikke medfører negativ påvirkning af miljøet.

Glasvæv/-filt, der er malet med plastmaling, vil kunne emitte stoffer, en periode efter påføringen. Flytbare skillevægge beklædt med malet glasvæv/-filt vil således kunne påvirkning af indeklimaet i byggeriet, hvor væggene er opstillet.

Bortskaffelse

Såvel PVC-strukturtafet som malet glasvæv/-filt vil oftest ikke kunne genanvendes, da det som oftest ikke kan skilles fra underlaget ved bortskaffelse. Påklæbning af PVC-strukturtafet og malet glasvæv/-filt medfører af samme grund tillige, at de underliggende materialer ofte ikke kan genanvendes.

PVC-strukturtafet med underliggende materialer skal deponeres ved bortskaffelse. Malet glasvæv/-filt og underliggende materialer kan ved bortskaffelse enten tilføres deponi eller brændes, hvorved materialernes brændværdi kan udnyttes.

5.6.4 Arbejdsmiljø

Phthalater vil kunne emitteres fra PVC-strukturtafet og vil herigennem en tid efter montage kunne medføre påvirkning af indeklimaet. Tilsvarende vil der i en periode efter montage emitteres stoffer fra malet glasvæv/-filt. Disse stoffer vil ligeledes kunne påvirke indeklimaet.

5.6.5 Brand

Glasvæv er ikke brændbart.

5.6.6 Sammenligning

Glasvæv/-filt har en række miljømæssige fordele sammenlignet med PVC-strukturtafet. Glasvæv/-filt indeholder således ikke miljøskadelige stoffer. Glasvæv/-filt overfladebehandles dog som oftest med maling, som kan indeholde stoffer, der emitteres til omgivelserne.

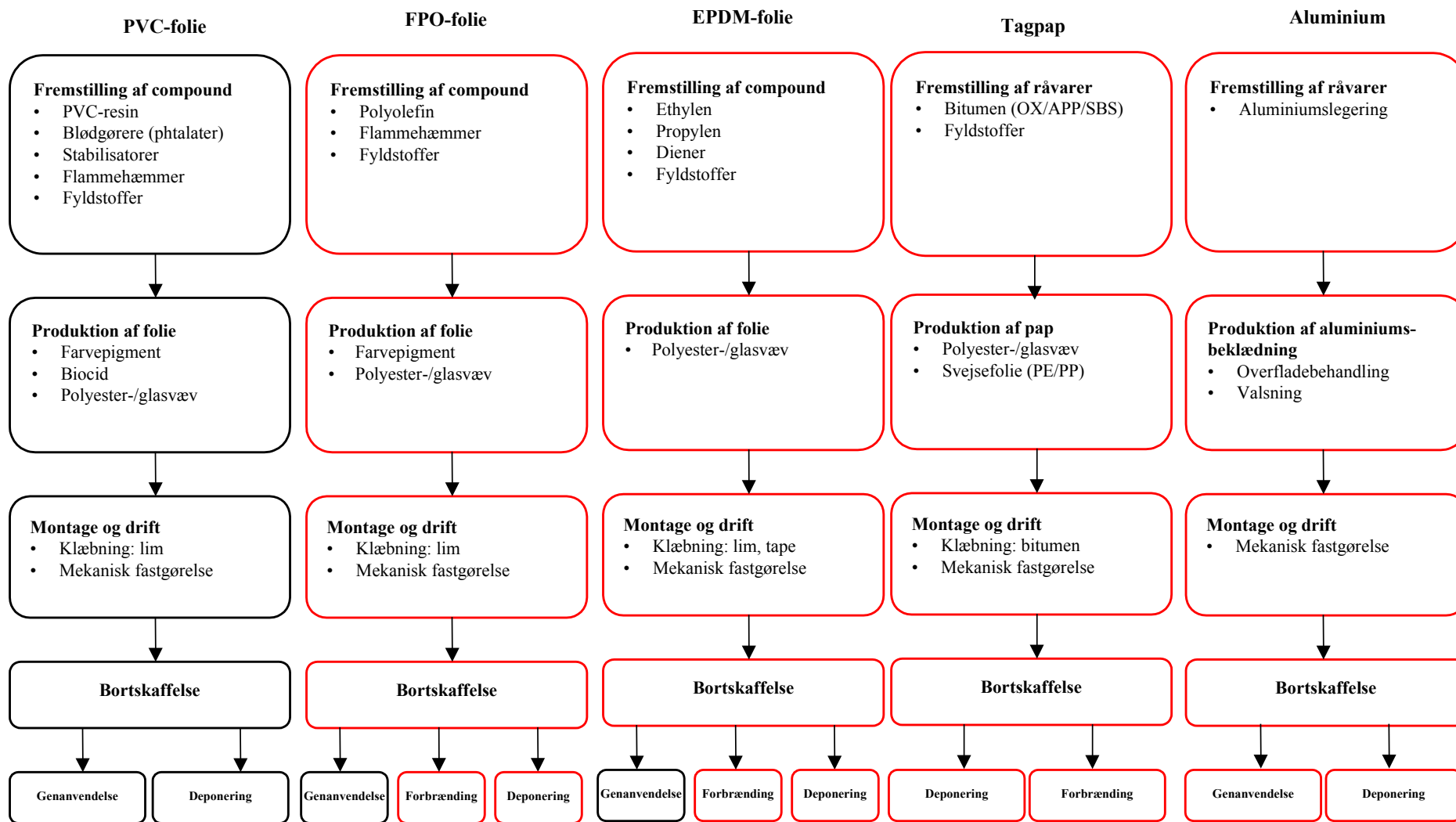
Primærmaterialerne for produktion af glasvæv/-filt er rigelige ressourcer, mens PVC-strukturtafet produceres fra begrænsede ressourcer.

Energiforbrugene til produktion af henholdsvis PVC-strukturtafet og malet glasvæv/-filt er ikke sammenlignet.

5.7 Miljøvurdering af alternativer til tagfolier

De alternative tagbeklædninger til PVC-folie er polyolefin-folie, tagfolie af EPDM-gummi, tagpap og aluminium. Livsforløbet for tagbeklædningerne er

angivet i nedenstående figur 5.9. Hvor der er væsentlige forskelle i alternativernes livsforløb i forhold til PVC-folien er dette markeret med rødt.






Figur 5.9: Livsforløb for PVC-tagfolie og alternative tagbeklædningsmaterialer. Hvor livsforløbet for de alternative tagdækningsmaterialer er forskellig fra PVC-tagfolies livsforløb er dette markeret med rødt.

I den efterfølgende figur 5.10 er præsenteret en generel oversigt over miljøbelastningen i livsforløbet for de forskellige tagbeklædninger. I figuren er markeret de områder med væsentlige miljøbelastninger, som behandles i den efterfølgende miljøvurdering.

		Materialeforbrug	Energiforbrug	Miljøbelastning	Arbejds miljø	Brand
Råvareproduktion	PVC	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Væsentligt forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	FPO	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Væsentligt forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	EPDM	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Mangler oplysninger	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Tagpap	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Væsentligt forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Aluminium	Forbrug af ikke fornyelige, men rigelige ressourcer	Væsentligt forbrug	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Produktion	PVC	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Klorerede forbindelser, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , phthalater	Phthalater, vinylklorid	Ikke vurderet
	FPO	Kemikalier	Væsentligt forbrug	CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Ingen kendte	Ikke vurderet
	EPDM	Kemikalier	Mangler oplysninger	Dicyclopentadien, (phthalater)	Dicyclopentadien, (phthalater)	Ikke vurderet
	Tagpap	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Bitumen, CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Bitumen	Ikke vurderet
	Aluminium	Bauxit	Stort forbrug	CO ₂ , SO ₂ , NO _x , PAH, Støv	PAH, støv	Ikke vurderet
Montage	PVC	Lim, søm, sten	Uden betydning	Uden betydning	Ingen kendte	Ikke vurderet
	FPO	Lim, søm, sten	Uden betydning	Uden betydning	Ingen kendte	Ikke vurderet
	EPDM	Tape, lim	Uden betydning	Mangler oplysning	Mangler oplysning	Ikke vurderet
	Tagpap	Bitumen, gas, søm	Mindre forbrug	Bitumenrøg	Bitumenrøg	Ikke vurderet
	Aluminium	Søm, skruer	Uden betydning	Uden betydning	Ingen kendte	Ikke vurderet
Drift	PVC	Uden betydning	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Ingen kendte	Røggasser, saltsyre, dioxin, sort røg
	FPO	Uden betydning	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Ingen kendte	Røggasser
	EPDM	Uden betydning	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Ingen kendte	Mangler oplysning
	Tagpap	Uden betydning	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Ingen kendte	Røggasser
	Aluminium	Uden betydning	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Ingen kendte	Ikke relevant
Bortskaffelse	PVC	Begrænset genanvendelse	Uden betydning	Dioxin, HCl, phthalater, CO ₂ , CO, deponeringsplads	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	FPO	Begrænset genanvendelse	Uden betydning	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	EPDM	Begrænset genanvendelse	Uden betydning	CO ₂ , CO, (phthalater)	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Tagpap	Begrænset genanvendelse	Uden betydning	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Aluminium	Stor genanvendelse	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet	Ikke vurderet

Figur 5.10: Miljøbelastninger i tagbeklædningernes livsløb for udvalgte miljøtemaer.

-  = Væsentlig miljøbelastning;
-  = mindre miljøbelastning;
-  = ubetydelig miljøbelastning.

5.7.1 Materialeforbrug

Primærmaterialer

De primære materialer i polyolefin-duge, EPDM-tagfolier og tagpap er henholdsvis kulbrinter og bitumen, som ligeledes består af kulbrinter. EPDM (ethylen-propylen-dien-terpolymer) er en ter-polymer af ethylen og propylen, der ligesom polyolefin produceres på basis af olie eller naturgas. Bitumen produceres på basis af olie. Både olie og naturgas er begrænsede ressourcer.

Aluminium udvindes fra mineralet bauxit, der praktisk taget er en ubegrænset ressource /13/.

Tilsætningsstoffer og kemikalier

Tagfolier (PVC, polyolefin og EPDM) og tagpap indeholder en række tilsætningsstoffer, som er tilsat for at ændre primærmaterialernes egenskaber.

Aluminiumsbelægninger består af en aluminiumslegering typisk med ca. 1% manganindhold. Aluminiumslegeringen er eventuelt overfladebehandlet ved eloksering (elektrokemisk legering) eller lakering (eksempelvis polyesterlak eller PVF₂).

PVC- og polyolefin-tagduge samt EPDM-tagfolier

Polyolefin og EPDM er i sig selv nærmest brandspredende, hvorfor tagfolierne tilsættes brandhæmmere. Eksempler på benyttede brandhæmmere i polyolefinduge er antimontrioxid og aluminiumtrihydrat.

Polyolefin-duge tilsættes endvidere pigment, stabilisatorer og i nogle tilfælde deciderede fyldstoffer. Hyppigt anvendte stabilisatorer er barium og zink, mens fyldstoffet hovedsageligt er kridt. Kridt er en rigelig ressource.

Såvel PVC- som polyolefinduge samt EPDM-tagfolier armeres med polyester- eller glasvæv/-vlies. Polyester er en co-polymer af organiske syrer, glykoler og styren. Glas produceres ved en sammensmeltning af kvartssand, soda (produceres fra stensalt), dolomit, kalk, nefelin og natriumsulfat, der alle er rigelige ressourcer /13/.

Visse PVC-tagfolier er tilsat biocid for at minimere den mikrobielle vækst på folien. Der findes både PVC-tagfolier og polyolefin-tagfolier uden tilsat biocid.

Nogle typer af EPDM-gummi er blødgjort med phthalater.

Tagpap

Tagpap armeres tilsvarende tagduge med glas- eller polyestervlies eller en kombination heraf.

Kridt anvendes hyppigt som fyldstof i bitumen til tagpap. I særlige tilfælde anvendes skifermel eller feldspatmel som fyldstof i bitumen /37/.

Det øverste bitumenlag i tagpap bestrøs oftest med små skifersten, for beskyttelse af bitumenen mod solstråling. Alternative materialer som benyttes til bestrøning i særlige tilfælde er metalfolier af f.eks. aluminium, kobber eller rustfrit stål.

Tagpap er som oftest påført en plastfolie på bagsiden af tagpappen for beskyttelse af svejsebitumenlaget. Plastfolien, der er ganske tynd >0,01mm, er

normalt af polypropylen eller polyethylen. Begge plastmaterialer produceres på basis af olie eller naturgas, som er begrænsede ressourcer.

5.7.2 Energiforbrug

I nedenstående figur er vist de totale energiforbrug til produktion af en m² tagbeklædning i gængse dimensioner. Brandværdien for produkterne er endvidere anført. Til brug for sammenligning mellem produkterne er tillige anført energiforbruget til produktion af et kg af primærmaterialerne, henholdsvis PVC, polyolefin og aluminium. Kilderne til de anførte energiforbrug er anført i parentes.

Opgørelsesmetoden for de enkelte kilder til data i tabel 5.2 er ikke sammenlignet, hvilket medfører en risiko for mindre uoverensstemmelser ved sammenligninger af energiforbrugene. Uoverensstemmelserne vurderes dog uden betydning for en intern sammenligning af energiforbrugene.

Tagbeklædning	Energiforbrug MJ/m ²	Brandværdi MJ/m ²	Energiforbrug primærmateriale MJ/kg
PVC-dug	122 /16/	39,6 /16/	PVC: 64,9 /10/
Polyolefin-dug	162 /16/	100,8 /16/	-
EPDM-tagfolie	-	21,6 MJ/kg /46/	-
Tagpap (SBS overpap)	177 /17/	133 /17/	-
Aluminium(100% bauxitbaseret)	455 /15/	-	322 /13/

Tabel 5.2: Energiforbrug for produktion af 1 m² tagbeklædning i gængs tykkelse, brandværdi herfor samt energiforbrug til produktion af 1 kg primærmateriale.

Brændværdien i polyolefin-folier kan udnyttes ved afbrænding i forbindelse med bortskaffelse, hvorfor polyolefin-foliers nettoenergiforbrug er betydeligt lavere end PVC-foliers.

Brandværdien i tagpap kan derimod ikke udnyttes ved bortskaffelse, da forbrændingsanlæg i Danmark ikke modtager tagpap. Dette som følge af tagpaps høje brandværdi, der gør forbrændingen svær at styre. Brugt tagpap, som er påklæbet et andet materiale som eksempelvis brædder, må gerne tilføres affaldsforbrændingsanlæg.

Det opgivne energiforbrug til produktion af aluminiumstagbelægninger gælder for 100% malmbaseret aluminium. Aluminium til tagbeklædninger udgøres typisk af op til 70% genbrugsaluminium /20/. Produktion af genbrugsaluminium kræver kun 5-7% af energiforbruget til malmbaseret produktion /13/. Energiforbruget til produktion af aluminiumstagbeklædninger vil derfor ofte reelt være lavere.

5.7.3 Miljøbelastning

Miljøbelastningen i tagbeklædningernes livsforløb er primært knyttet til fremstilling af råvarer og produktion af tagbeklædningen. For tagpap er der tillige betydelige miljøpåvirkninger tilknyttet montage- og bortskaffelsesfasen.

Produktion

Produktion af polyesterfibre til armering af såvel PVC- og polyolefin-folier som tagpap indebærer en risiko for udslip af de indgående stoffer, hvor specielt styren er kritisk. Styren vurderes af Arbejds miljøinstituttet at være et stof,

der medfører stor risiko for varige og/eller alvorlige skader på nervesystemet og et stof der er reproduktionsskadelig /12/. Styren er endvidere for nylig optaget på Arbejdstilsynets liste over kræftfremkaldende stoffer /12/.

Produktion af PVC-tagfolie kan endvidere indebære en risiko for udslip af biocid.

Produktion af polyolefinfolie kan give anledning til udslip af antimontrioxid, hvor dette stof benyttes til brandhæmning af tagdugen. Antimontrioxid er kræftfremkaldende og medfører risiko for varig skade på helbredet.

Produktion af tagpap medfører emission af kulbrinter (bitumenrøg) samt svovl- og kvælstofforbindelser med afkastluften. Blandt de emitterede stoffer findes flere miljøskadelige stoffer herunder stoffer, der er (mistænkt) kræftfremkaldende, som eksempelvis naphthalen.

De største miljøbelastninger forbundet med produktion af aluminiumstagbeklædninger vurderes at være relateret til benyttelse af fossile brændsler med resulterende udslip af CO₂ og CO. Produktion af aluminium resulterer endvidere i betydelige udslip af fluorid, PAH og støv /13/.

Montering og drift

Sammensvejsning af baner af PVC-duge kan medføre afgang af phthalater. Afgasningerne i forbindelse med montering af PVC-duge forventes ikke, at have særlig miljømæssig betydning.

Varmsvejsning af tagpap medfører emission af stoffer tilsvarende dem beskrevet under produktionen. Miljøbelastningen fra tagpap i drift antages uden betydning.

Der er ikke identificeret væsentlige miljøbelastninger fra montering eller drift af aluminiumstagbelægninger.

Bortskaffelse

Polyolefinduge kan i princippet materialegenanvendes. Deponering af polyolefinduge giver ikke anledning til miljøpåvirkninger lignende dem for PVC. Ved afbrænding af polyolefinduge er den eneste kendte miljøpåvirkning dannelse af CO₂ og CO, som følge af afbrænding af kulbrinter.

Det er endnu ikke muligt at genanvende tagpap, hvorfor brugt tagpap som oftest føres til deponi. Tagpap skal deponeres på kontrolleret losseplads. Ren tagpap må ikke føres til forbrændingsanlæg, hvilket skyldes tagpaps meget høje brændværdi, der gør forbrændingen i forbrændingsanlægget meget svær at styre. Brugt tagpap, som er påklæbet et andet materiale som eksempelvis brædder, må gerne tilføres affaldsforbrændingsanlæg.

Aluminium er et meget holdbart byggeprodukt og velegnet til genbrug.

5.7.4 Arbejdsmiljø

Montøren af PVC-duge vil udsættes for afgang af phthalater i forbindelse med sammensvejsning af dugene. Påvirkningen antages at være begrænset.

Ved sammensvejsning af polyolefin-foliebaner affedtes med xylene, hvilket kræver særlige forholdsregler ved håndtering, da xylene er sundhedsskadelig. I praksis er der sjældent behov for affedning, da materialet er "rent" fra leverandøren.

Ved varmesvejsning af tagpap vil montøren blive udsat for de sundhedsskadelige stoffer, som forekommer i svejserøgen (bitumenrøgen). Afgasningen af skadelige stoffer forøges med højere svejsetemperatur.

Vægten af tagpap er 2-3 gange højere end den samme arealmæssige mængde plastfolie (PVC og polyolefin), hvilket kan medføre arbejdsmiljømæssige problemer i forbindelse med tunge løft for montørerne af tagpappen.

Der er ikke identificeret arbejdsmiljømæssige problemer ved montering af aluminiumstagbeklædninger.

5.7.5 Brand

PVC- og polyolefintagfolier er brandhæmmet ved tilsætning af særlige kemikalier.

Tagpap har en meget høj brandværdi og er derfor brandspredende i tilfælde af antænding. Der er derfor særlige brandkrav til tagpappets underlag for, at sikre, at tagdækningen opfylder brandkravene.

Aluminiumstagbeklædninger er ikke brandbare.

5.7.6 Sammenligning

Alternativerne til PVC-tagfolier: polyolefin-tagfolier, tagpap og aluminium har forskellige indbyrdes miljøpåvirkninger.

PVC- og polyolefinfolier er meget ens tagdækningsmaterialer. Polyolefinfolier besidder dog ikke de negative miljøpåvirkninger som PVC-folier, som følge af disses indhold af phthalater og klor.

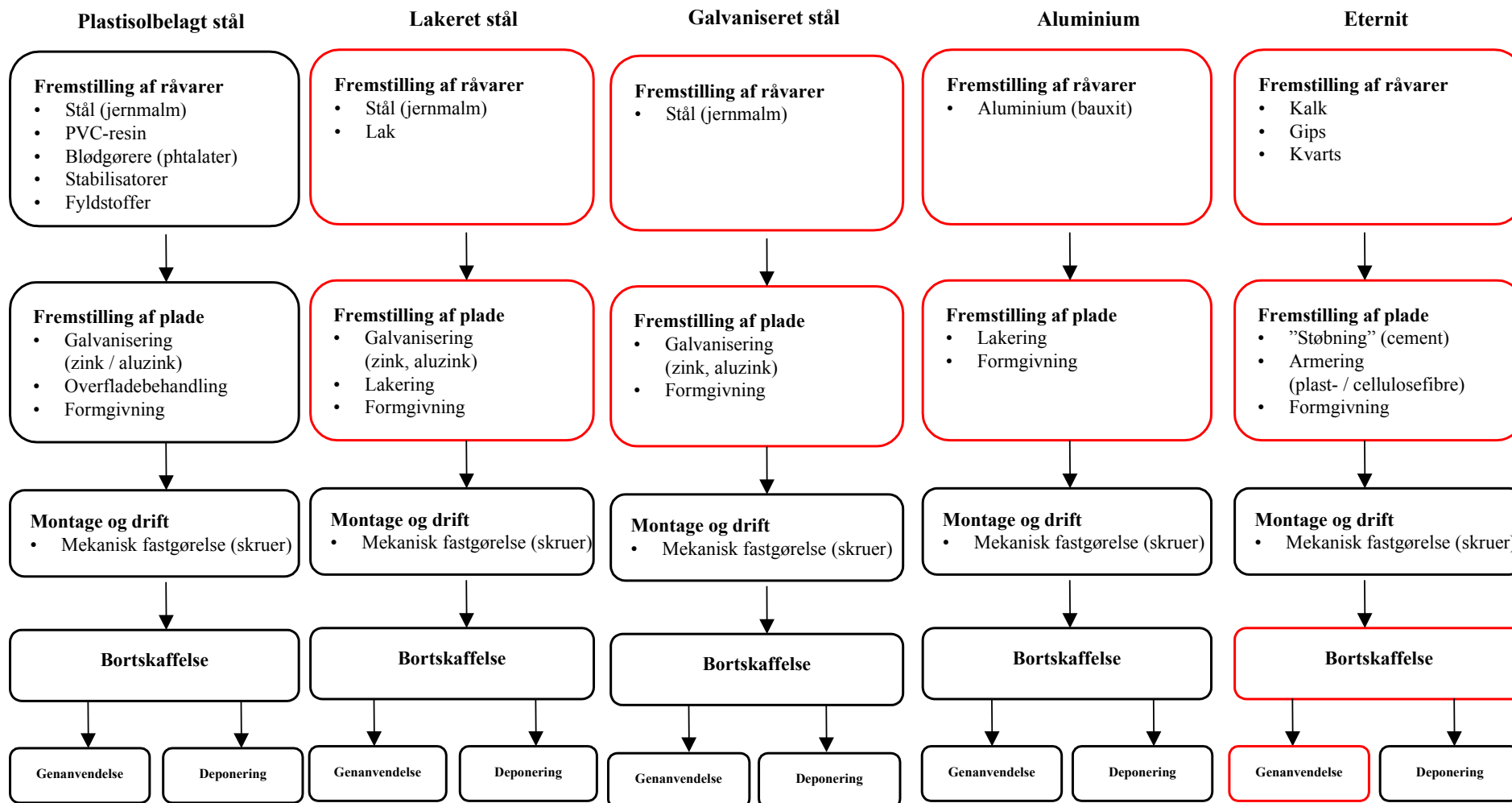
Tagpap besidder en række miljøpåvirkninger, som er væsensforskellige fra PVC-folier. Miljøpåvirkningerne er mere af arbejdsmiljømæssig karakter og er knyttet til afgasning af skadelige stoffer i forbindelse med produktion og montering (svejsning) af tagpappen. Tagpap har endvidere det problem ved bortskaffelse, at det ikke kan genanvendes /37/.

Miljøpåvirkningerne fra aluminiumstagbeklædninger er næsten udelukkende knyttet til et meget stort energiforbrug i forbindelse med udvinding af råmateriale. Aluminium har meget gode genanvendelsesegenskaber og energiforbruget ved produktion af genbrugsaluminium udgør kun 5-7% af energiforbruget til primæraluminium.

5.8 Miljøvurdering af alternativer til Plastisolbelagte tagplader

De alternative tagbeklædninger til PVC-belagte (Plastisol) ståltagplader er stål- og aluminiumstagplader med forskellige overfladebehandlinger samt eternitplader. Overfladebehandlingerne for stål og aluminium omfatter lakering og påførelse af PVF₂-belægning. Stålplader bliver endvidere ofte galvaniseret inden lakering eller påførelse af PVF₂-belægning. Galvaniserede stålplader benyttes også direkte uden yderligere overfladebehandling.

Livsforløbet for de alternative materialer er angivet i nedenstående figur 5.11. Hvor der er væsentlige forskelle i alternativernes livsforløb i forhold til PVC-belagte ståltagplader er dette markeret med rødt.



Figur 5.11: Livsforløb for Plastisolbelagte stålplader og alternative plader . Hvor der er forskelle i livsforløbene er dette markeret med rødt.

En generel oversigt over miljøbelastningen i tagpladernes livsforløb er vist i nedenstående figur 5.12. I figuren er markeret de områder med væsentlige miljøbelastninger, som behandles i den efterfølgende miljøvurdering.

		Materialeforbrug	Energiforbrug	Miljøbelastning	Arbejds miljø	Brand
Råvareproduktion	Plastisol-belagt stål	Forbrug af ikke fornyelige og begrænsede ressourcer	Væsentligt forbrug	CO ₂ , CO, kadmium, fluor	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Lakeret stål	Forbrug af ikke fornyelige og begrænsede ressourcer	Væsentligt forbrug	CO ₂ , CO, kadmium, fluor	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Galvaniseret stål	Forbrug af ikke fornyelige og begrænsede ressourcer	Væsentligt forbrug	CO ₂ , CO, kadmium, fluor	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Aluminium	Forbrug af ikke fornyelige men rigelige ressourcer	Stort forbrug	CO ₂ , CO, fluorid, PAH, støv	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Eternit	Forbrug af ikke fornyelige men rigelige ressourcer	Væsentligt forbrug	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Produktion	Plastisol-belagt stål	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Klorerede opløsningsmidler, cyanider, nikkel, krom, fluorider, phthalater, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , arsen	Phthalater, vinylklorid	Ikke vurderet
	Lakeret stål	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Klorerede opløsningsmidler, cyanider, nikkel, krom, fluorider, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , arsen	Ingen kendte	Ikke vurderet
	Galvaniseret stål	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Klorerede opløsningsmidler, cyanider, nikkel, krom, fluorider, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , arsen	Ingen kendte	Ikke vurderet
	Aluminium	Uden betydning	Væsentligt forbrug	Kemikalier, CO ₂ , CO	PAH, støv	Ikke vurderet
	Eternit	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Kemikalier, CO ₂ , CO	Ingen kendte	Ikke vurderet
Montage	Plastisol-belagt stål	Søm, skruer mv.	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Lakeret stål	Søm, skruer mv.	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Galvaniseret stål	Søm, skruer mv.	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Aluminium	Søm, skruer mv.	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Eternit	Søm, skruer mv.	Uden betydning	Uden betydning	Støv	Ikke vurderet
Drift	Plastisol-belagt stål	Uden betydning	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
	Lakeret stål	Uden betydning	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
	Galvaniseret stål	Uden betydning	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
	Aluminium	Uden betydning	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
	Eternit	Uden betydning	Uvæsentligt forbrug	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
Bortskaffelse	Plastisol-belagt stål	Stor genanvendelse	Uden betydning	HCl, phthalater, CO ₂ , CO, deponeringsplads	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Lakeret stål	Stor genanvendelse	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Galvaniseret stål	Stor genanvendelse	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Aluminium	Stor genanvendelse	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Eternit	Materialegenanvendelse	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet	Ikke vurderet

Figur 5.12: Miljøbelastninger i tagpladernes livsforløb for udvalgte miljøtemaer.

■ = Væsentlig miljøbelastning;

■ = mindre miljøbelastning;

■ = ubetydelig miljøbelastning.

5.8.1 Materialeforbrug

Primærmaterialer

Det primære materiale i stålplader er stål, som udvindes af jernmalm. Jernmalm er en relativt begrænset ressource /13/.

Det primære materiale i aluminiumsplader er aluminium, som udvindes fra mineralet bauxit, der praktisk taget er en ubegrænset ressource /13/.

Primærmaterialet i eternit bølgeplader er cement. Cement produceres på baggrund af kalk og mindre mængder gips og kvarts, der alle er rigelige ressourcer. Cementen blandes op i vand.

Sekundærmaterialer/-stoffer

Tagpladerne af stål og aluminium overfladebehandles for at øge pladens holdbarhed.

Stålpladerne belægges oftest med et tyndt lag zink eller aluzink (legering af aluminium og zink). Udenpå (alu)zinken påføres stålet ofte en yderligere beskyttende belægning af enten Plastisol (PVC), PVF₂ eller polyesterbaseret pulverlak. Aluminiumspladerne belægges tilsvarende med enten PVF₂ eller polyesterbaseret pulverlak.

Eternit bølgeplader er armeret med en mindre mængde plast (PVA)- og cellulosefibre.

5.8.2 Energiforbrug

I nedenstående tabel er vist de totale energiforbrug til produktion af 1 m² tagbeklædning i gængse tykkelser. De for stål- og aluminiumstagpladerne anførte energiforbrug omfatter ikke energiforbrug til produktion af stofferne, der benyttes til overfladebehandling eller energiforbruget til selve overfladebehandlingen (dog er energiforbruget til galvanisering af stålpladen indregnet).

Opgørelsesmetoden for de enkelte kilder er ikke sammenlignet, hvilket medfører en risiko for mindre uoverensstemmelser ved sammenligninger af energiforbrugene. Uoverensstemmelserne vurderes dog uden betydning for en intern sammenligning af energiforbrugene.

For ståltagpladen er antaget 0,5 mm stål med 275 g/m² zinkgalvanisering. For aluminiumstagpladen er antaget 0,7 mm aluminium. Eternit-tagpladen er en 1030*1220 mm plade med vægt på 20 kg/m² (monteret med 150 mm overlæg).

Tagbeklædning	Energiforbrug MJ/m ² (reference)
Ståltagplade, galvaniseret (100% malmbaseret)	50 - 105 ^{*)} /13/
Aluminiumstagplade (100% bauxitbaseret)	455 /15/
Eternit bølgeplade	81 /28/

Tabel 5.3: Energiforbrug for produktion af 1 m² tagbeklædning. For ståltagpladen er antaget: 0,5 mm stål med 275 g/m² zinkgalvanisering. For aluminiumstagpladen er antaget 0,7 mm aluminium. Eternit-tagpladen er en 1030*1220 mm plade med vægt på 20 kg/m²

(monteret med 150 mm overlæg).*) Værdier gælder for henholdsvis produktion i Norden og Centraleuropa.

Energiforbruget til produktion af en ståltagplade fra 100% materialelevnet stål udgør kun ca. 50% af det i figuren anførte energiforbrug. Energiforbrug til produktion af materialelevnet aluminium udgør kun ca. 5% af det i tabellen anførte energiforbrug. Aluminiumstagplader kan produceres med indhold af 70% genbrugsaluminium /20/.

5.8.3 Miljøbelastning

Produktion

Udvinding og bearbejdning af råstoffer for produktion af stål- og aluminiumsplader kræver et forholdsvis stort energiforbrug. Energien stammer for en stor dels vedkommende fra afbrænding af fossile brændsler, som medfører emission af CO₂ og CO.

Energiforbruget og de deraf følgende emissioner af CO og CO₂ reduceres kraftig ved produktion af plader baseret på materialelevnet stål og aluminium.

Produktion af stål medfører endvidere udslip af kadmium- og fluorforbindelser, mens produktion af aluminium resulterer i betydelige udslip af fluorid, PAH og støv /13/. Disse udslip reduceres betragteligt ved anvendelse af materialelevnet metal. Udnyttelse af materialelevnet stål medfører dog udslip af arsen /13/.

De gennemførte overfladebehandlinger af stål- og aluminiumsprofilerne kan give anledning til emission af de til overfladebehandlingen anvendte stoffer og kemikalier.

Specielt er forzinknings- og galvanoindustrien (stålprofiler) kendt som industrier, der hyppigt giver anledning til forurening med organiske opløsningsmidler, cyanider, nikkel, krom og fluorider /13/.

Den væsentligste miljøpåvirkning fra produktion af eternit bølgeplader vurderes at stamme fra emission af CO₂ og CO stammende fra energiforbruget til hovedsageligt produktion af cement.

Montering og drift

Der er ikke identificeret væsentlige miljøbelastninger fra montage eller drift af de omtalte tagbelægninger.

Bortskaffelse

Aluminium og stål er meget holdbare byggeprodukter, som er velegnede til genbrug.

Bortskaffelse af stålplader kan give anledning til miljøpåvirkninger. Deponeering eller materialelevning af galvaniserede stålplader vil således kunne give anledning til frigivelse af krom og nikkel, mens der vil kunne frigives phthalater ved bortskaffelse af Plastisol-belagte stålplader. Materialelevning (omsmeltning) af Plastisol-belagte stålplader samt plader med PVF₂-belægning vil endvidere medføre dannelse af miljøfarligt affald fra rensning af den henholdsvis klor- og fluorholdige røggas stammende fra afbrænding af Plastisol- og PVF₂-belægningen. Temperaturintervallet for den termiske behandling, ved genanvendelse af stålet, favoriserer dannelse af dioxin /43/.

Eternit bølgeplader kan ikke for nærværende genanvendes til fremstilling af nye eternitplader. Eternit bølgeplader nedknyttes derimod og anvendes til vejmateriale som erstatning for stabilgrus.

Omkring 70% af brugte eternitplader nedknyttes og genanvendes. Den resterende del deponeres på losseplads. Deponering af brugte eternitplader (volumenaffald) er en af de betydeligste miljøpåvirkninger fra brug af eternit bølgeplader.

5.8.4 Arbejdsmiljø

Tilskæring af eternittagplader i forbindelse med montage vil kunne medføre dannelse af støv, til gene for montøren af eternittagpladen.

Der er ikke identificeret særlige arbejdsmiljømæssige forhold ved de øvrige tagbeklædninger.

5.8.5 Brand

De betragtede tagbeklædninger er ikke brandbare.

5.8.6 Sammenligning

Alternativerne til Plastisol-belagte stålplader er stål- og aluminiumsplader med øvrige belægnings. Stålpladerne er ofte belagt med et tyndt lag zink eller en legering af zink og aluminium, som igen belægges med PVF₂ eller polyesterbaseret pulverlak. Aluminiumspladerne belægges tilsvarende med PVF₂ eller polyesterbaseret pulverlak. Alternativerne til Plastisol-belagte stålplader omfatter endvidere eternit bølgeplader.

Miljøpåvirkningerne fra stål- og aluminiumsplader er bl.a. relateret til forbruget af fossile brændsler til produktion af pladerne med deraf følgende emission af CO og CO₂. Specielt produktion af aluminium er meget energikrævende.

Både stål og aluminium er velegnet til materialegenanvendelse. Produktion af stål- og aluminiumsplader fra genanvendt metal er betydeligt mindre energikrævende.

De største miljøpåvirkninger forbundet med eternit bølgeplader er endvidere tilknyttet forbruget af fossile brændsler til produktion af specielt cement, der er primærmaterialet i eternit.

En galvaniseret stålplade er tilsvarende en Plastisolbelagt stålplade, blot uden Plastisolbelægning. Galvaniserede stålplader giver således ikke anledning til de Plastisol-relaterede miljøpåvirkninger ved produktion og bortskaffelse af Plastisolbelagte stålplader.

Belægning af stål- og aluminiumsplader med PVF₂ medfører problemer ved bortskaffelse af pladerne.

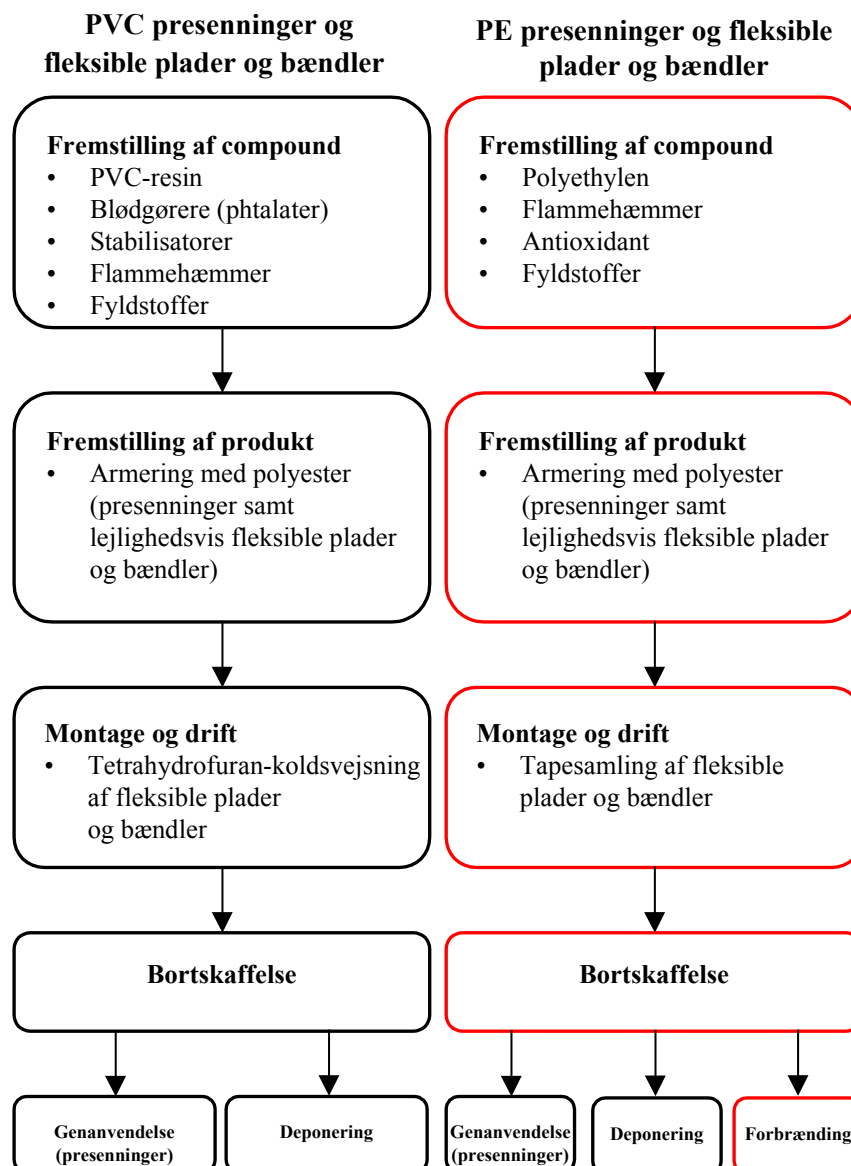
Brugt eternit kan ikke genanvendes til produktion af nye eternitplader, hvorfor en del eternit ved bortskaffelse deponeres på lossepladser. Volumenaffald er således yderligere en miljøpåvirkning fra eternit bølgeplader.

Energiforbruget til produktion af aluminiumsplader er noget højere end for de øvrige plader, dog kun hvis aluminiumspladerne produceres direkte fra malm.

5.9 Miljøvurdering af folier og membraner

De identificerede folier og membraner med indhold af PVC omfatter afdækningspresenninger, fleksible plader og bændler samt vandtryksmembraner til kældervægge og parkeringsdæk. Vandtryksmembranerne af blød PVC er det samme produkt, som anvendes til tagdækning. For miljøvurderingen heraf henvises til afsnit 5.8.

Alternativerne til fleksible plader og bændler samt afdækningspresenninger af PVC er tilsvarende produkter af PE. Markedet for fleksible plader og bændler af PE er meget begrænset /29/.



Figur 5.13: Livsforløb for presenninger og fleksible plader og bændler af henholdsvis PVC og PE. Hvor livsforløbet for PE-produkterne er forskelligt fra PVC-produktets livsforløb er dette markeret med rødt.

I den efterfølgende figur 5.14 er præsenteret en generel oversigt over miljøbelastningen i livsforløbet for presenninger og fleksible plader og bændler. I figuren er markeret de områder med væsentlige miljøbelastninger, som behandles i den efterfølgende miljøvurdering.

		Materialeforbrug	Energiforbrug	Miljøbelastning	Arbejdsmiljø	Brand
Råvareproduktion	PVC	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	PE	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Produktion	PVC	Kemikalier	Ikke vurderet	Klorerede forbindelser, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , phthalater, styren	Phthalater, vinylklorid, styren	Ikke vurderet
	PE	Kemikalier	Ikke vurderet	CO ₂ , SO ₂ , NO _x , styren	Styren	Ikke vurderet
Montage	PVC	Uden betydning	Ikke vurderet	Ingen kendte	Ingen kendte	Ikke vurderet
	PE	Uden betydning	Ikke vurderet	Ingen kendte	Ingen kendte	Ikke vurderet
Drift	PVC	Uden betydning	Ikke vurderet	Ingen kendte	Ingen kendte	Røgasser, saltsyre, sort røg
	PE	Uden betydning	Ikke vurderet	Ingen kendte	Ingen kendte	brandbart
Bortskaffelse	PVC	Uden betydning	Ikke vurderet	HCl, phthalater, CO ₂ , CO, deponeringsplads	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	PE	Uden betydning	Ikke vurderet	CO ₂ , CO, deponeringsplads	Ikke vurderet	Ikke vurderet

Figur 5.14: Miljøbelastninger i presenninger og fleksible plader og bændlers livsforløb for udvalgte miljøtemaer

- = Væsentlig miljøbelastning;
- = mindre miljøbelastning;
- = ubetydelig miljøbelastning.

5.9.1 Materialeforbrug

Primærmaterialet i de alternative folier og membraner er PE, som produceres på baggrund af olie og naturgas, der begge er begrænsede ressourcer.

Presenningerne er armeret med polyestertråde. PE-presenningerne er armeret med 1 tråd pr. cm, mens der er 9 tråde pr. cm i PVC-presenninger /25/. Polyester er en co-polymer af organiske syrer, glykoler og styren.

Kvaliteten af de hyppigst anvendte afdækningspresenninger er henholdsvis 650 g/m² for PVC-presenninger og 250 g/m² for PE-presenninger.

5.9.2 Energiforbrug

Det har ikke været muligt indenfor rammerne af nærværende projekt at fremskaffe oplysninger omkring energiforbrugene for produktion af både fleksible plader og bændler samt afdækningspresenninger.

For presenninger vurderes det relative energiforbrug pr. arealenhed presenning at være mindst for produktion af PE-presenninger, da PVC-presenninger vejer ca. 2,5 gange mere end PE-presenninger.

Brandværdien i PE kan i modsætning til PVC udnyttes ved bortskaffelse af produkterne ved afbrænding.

5.9.3 Miljøbelastning

Produktion

Produktion af PE giver anledning til emission af CO₂ og CO som følge af afbrænding af fossile brændsler.

Produktion af polyesterfibre til armering af afdækningspresenninger af såvel PVC som PE indebærer en risiko for udslip af de indgående stoffer, hvor specielt styren er kritisk. Styren vurderes af Arbejds miljøinstituttet at være et stof, der medfører stor risiko for varige og/eller alvorlige skader på nervesystemet og et stof, der er reproduktionsskadelig /12/. Styren er endvidere for nylig optaget på Arbejdstilsynets liste over kræftfremkaldende stoffer /12/.

Montering og drift

Der er ikke konstateret særlige miljøpåvirkninger i forbindelse med montage og drift af hverken fleksible plader og bændler eller afdækningspresenninger.

Bortskaffelse

PE-presenninger er typisk engangspresenninger, som bortskaffes efter brug, hvorimod PVC-presenninger, som følge af bedre holdbarhed genbruges op til mange gange. Erfaringer fra byggepladstilsyn viser, at det er lidt tilfældigt om presenninger af PVC og PE havner i containeren til brandbart affald eller i containeren med affald til deponering.

Det vurderes ikke, at brugte fleksible plader og bændler indsamles og materialeralegenanvendes.

5.9.4 Arbejds miljø/indeklime

Ved samling af fleksible bændler og plader af blød PVC koldsvejses banerne sammen ved hjælp af et opløsningsmiddel baseret på tetrahydrofuran, der er lokalirriterende og irriterer øjnene og åndedrætsorganer /42/.

Baner af fleksible bændler og plader af PE sammenføjes ved brud af tape.

5.9.5 Brand

Ved brand udvikler PE ikke den samme mængde røg som et PVC-produkt, ligesom PE-produkterne ikke resulterer i dannelse af korrosive brandgasser som PVC.

5.9.6 Sammenligning

De alternative produkter af PE har en række miljømæssige fordele sammenlignet med PVC. Fordelene skyldes hovedsageligt, at alternativerne ikke indeholder phthalater og klor.

PVC-presenningerne indeholder 9 gange mere polyester pr. arealenhed sammenlignet med PE-presenninger. Polyester produceres bl.a. på grundlag af styren, der blandt andet er mistænkt for at være kræftfremkaldende.

PVC-presenningerne er mere holdbare og genbruges mange gange, mens PE-presenninger hovedsageligt anvendes som engangspresenninger, der bortskaffes efter brug. PVC-presenningernes længere levetid medfører, at PVC-

presenningernes større miljøbelastninger bliver relativt mindre i forhold til PE-presenninger.

5.10 Miljøvurdering af tætningslister, fugebånd mv.

Kortlægningen af blød PVC i denne produktkategori har været vanskeliggjort af et meget stort antal produkter samt mange producenter og leverandører. Kortlægningen er derfor ikke komplet.

Kortlægningen har identificeret brug af blød PVC i to produktgrupper nemlig fugebånd til indstøbning i beton og selvklæbende tætningsbånd. Fugebånd til indstøbning i beton fremstilles tillige i en nitrilgummi modificeret kvalitet. Disse fugebånd er mere modstandsdygtige overfor aggressive komponenter.

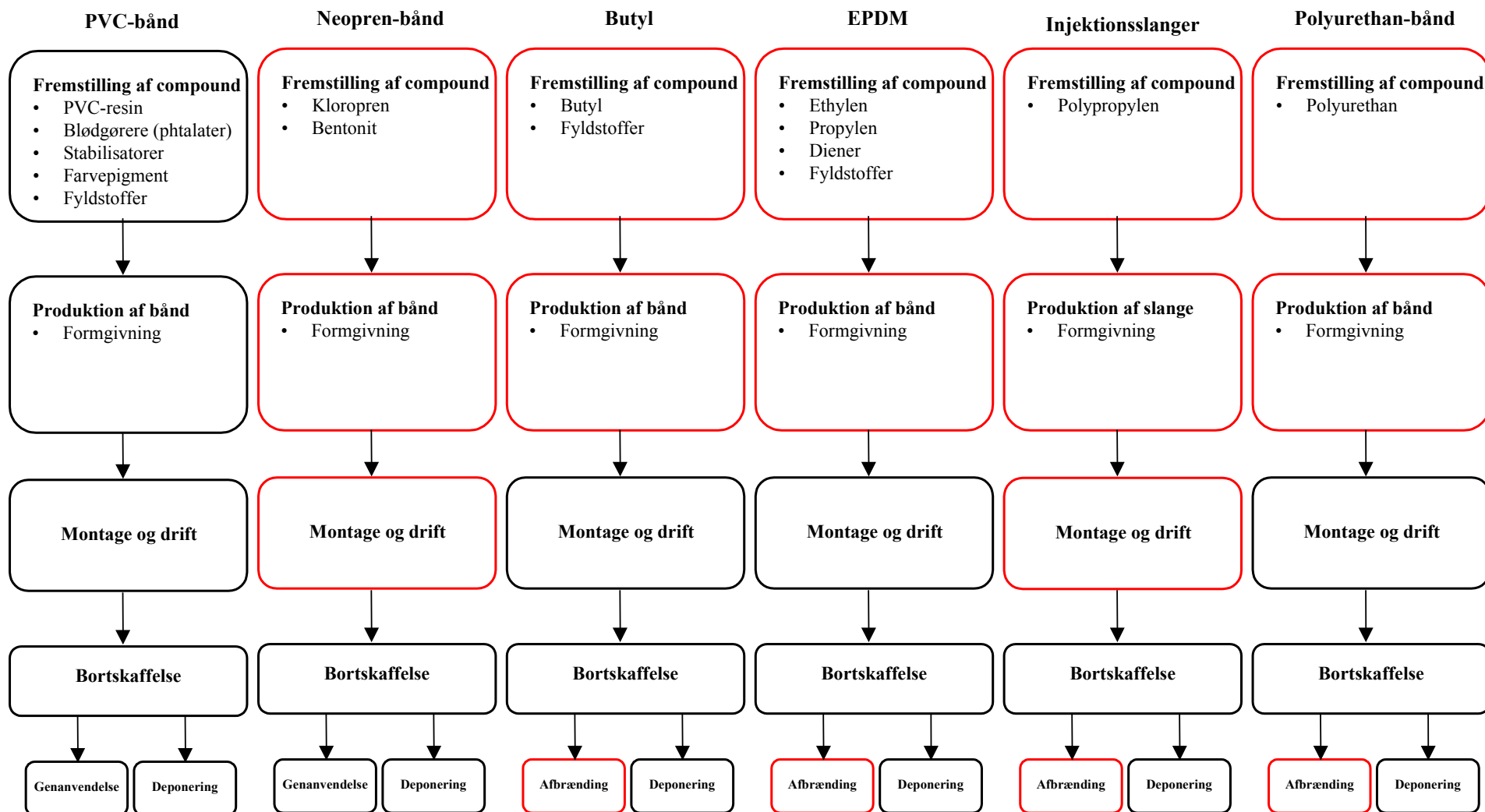
Der foreligger endvidere oplysninger om et begrænset forbrug af blød PVC i fugeprofiler. Dette er dog ikke vurderet nærmere her.

Alternativer til bånd af PVC til indstøbning i beton er:

- Fugebånd af chloropren gummi/neopren (neopren: registreret produktnavn for chloropren gummi – betegnelse anvendes i det efterfølgende) og bentonit
- Fugebånd af butylgummi med bentonit
- Fugebånd af EPDM-gummi med bentonit
- Plast injektionsslanger med diverse injektionsvæsker (eksempelvis mikrosilika, epoxy og polyurethan)

Alternativer til selvklæbende tætningsbånd af blød PVC er:

- Selvklæbende tætningsbånd af polyurethan (PUR) baseret på polyester/polyether-basis
- Selvklæbende tætningsbånd af butyl
- Selvklæbende tætningsbånd af EPDM-gummi



Figur 5.15: Livsforløb for PVC-holdige fuge- og tætningsbånd og alternative bånd af henholdsvis neopren og polyurethan. Hvor livsforløbet for det alternative produkt er forskelligt fra PVC-produktets livsforløb er dette markeret med rødt.

		Materialeforbrug	Energiforbrug	Miljøbelastning	Arbejds- miljø	Brand
Råvareproduktion	PVC	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Ikke vurderet	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Neopren	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Ikke vurderet	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Butyl	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Ikke vurderet	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	EPDM	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Ikke vurderet	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Injektions slanger	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Ikke vurderet	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	PUR	Forbrug af ikke fornyelige ressourcer	Ikke vurderet	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Produktion	PVC	Kemikalier	Ikke vurderet	Klorerede forbindelser, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , phthalater, nitrilgummi	Phthalater, vinylklorid, butadien	Ikke vurderet
	Neopren	Kemikalier	Ikke vurderet	Klorerede forbindelser, CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Butadien	Ikke vurderet
	Butyl	Kemikalier	Ikke vurderet	CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	EPDM	Kemikalier	Ikke vurderet	CO ₂ , SO ₂ , NO _x , dicyclopentadien, (phthalater)	Dicyclopentadien, (phthalater)	Ikke vurderet
	Injektions slanger	Kemikalier	Ikke vurderet	CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Ingen kendte	Ikke vurderet
	PUR	Kemikalier	Ikke vurderet	Polyol, CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Isocyanater	Ikke vurderet
Montage	PVC	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Neopren	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Butyl	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	EPDM	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Injektions slanger	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	PUR	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
Drift	PVC	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Røggasser, saltsyre, sort røg
	Neopren	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Røggasser, saltsyre, sort røg
	Butyl	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Røggasser
	EPDM	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Røggasser
	Injektions slanger	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Røggasser
	PUR	Uden betydning	Ikke vurderet	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
Bortskaffelse	PVC	Uden betydning	Ikke vurderet	HCl, phthalater, CO ₂ , CO, deponeringsplads	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Neopren	Uden betydning	Ikke vurderet	HCl, CO ₂ , CO, deponeringsplads	Ikke vurderet	Ikke vurderet

Butyl	Uden betydning	Ikke vurderet	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
EPDM	Uden betydning	Ikke vurderet	CO ₂ , CO, (phthalater)	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Injektions slanger	Uden betydning	Ikke vurderet	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
PUR	Uden betydning	Ikke vurderet	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet

Figur 5.16: Miljøbelastninger i livsforløb for PVC-holdige fuge- og tætningsbånd og alternative bånd af henholdsvis neopren og polyurethan for udvalgte miljøtemaer

■ = Væsentlig miljøbelastning;

■ = mindre miljøbelastning;

■ = ubetydelig miljøbelastning.

Ovenstående figur viser en generel oversigt over miljøbelastningen i livsforløbet for fuge-/tætningsmaterialerne. Områderne med væsentlige miljøbelastninger, som behandles i den efterfølgende miljøvurdering, er markeret.

5.10.1 Materialeforbrug

Som følge af det meget store udbud af produkter er der ikke foretaget en grundig kortlægning af sekundære indholdsstoffer i produkterne. Der fokuseres således på de primære indholdsstoffer.

Råstofferne for de aktuelle plastikmaterialer er olie og/eller naturgas, der er begrænsede ressourcer.

Neopren er en syntetisk gummitype med et indhold på ca. 40% klor, der fremstilles på basis af natriumklorid (salt), der er en rigelig ressource.

I fremstillingen af neopren benyttes blandt andet butadien. Butadien anvendes også til fremstilling af nitrilgummi, som anvendes til at gøre nogle af de PVC-holdige fugebånd til indstøbning mere kemikalieresistente.

Fugebånd af neopren, butyl- og EPDM-gummi er ekstruderede og ekspanderer, som følge af indholdet af bentonit, når det kommer i kontakt med vand. Ekspansionen bevirker, at der opstår et vedvarende tryk på de omkringliggende konstruktioner, hvorved tæthed af fugen sikres. Bentonit er et naturligt forekommende mineral, en type lerart, der har stor vandbindingsevne. Fugebånd af neopren, butyl- og EPDM-gummi er betydeligt mindre end de "tilsvarende" fugebånd af blød PVC, som ikke er ekspanderende.

EPDM er en ter-polymer af ethylen og propylen.

Fugebåndene kan fastgøres mekanisk f.eks. med stålsøm eller med en klæber på basis af polyuretan eller butyl. Tillige kan de alternative fugebånd klæbes med særlige kontaktlime.

Injektionsslanger af plast – eksempelvis vævet polypropylen – er mikroperforede slanger. Mikrohullerne er lukket for store ydre tryk, så vand og cementslam ikke trænger ind. For tætning af fugen injiceres en injektionsvæske i slangen. Under injivering opbygges et indre tryk, som ved et givet tryk får hullerne i slangen til at åbne sig for injektion af væsken i betonen.

Anvendte injektionsvæsker omfatter blandt andet produkter baseret på mikro-silika, epoxy og polyuretan.

PUR er en co-polymer af isocyanater og polyoler.

5.10.2 Energiforbrug

Det har ikke været muligt indenfor projektets rammer at gennemføre en kortlægning af energiforbruget til produktion af de forskellige produkter. Energiforbruget til fremstilling af de alternative plasttyper er dog generelt højere end for PVC-plast /41/. Energiindholdet i de alternative plasttyper udnyttes formentligt kun i ringe grad ved bortskaffelse, da fugeprodukterne vil blive bortskaffet sammen med betonen, som de er indstøbt i.

5.10.3 Miljøbelastning

Produktion

Råstofferne for produktion af plastikmaterialerne er naturgas og olie, som begge er begrænsede ressourcer. Produktionen af plastikmaterialerne giver anledning til emission af CO₂ og CO som følge af afbrænding af de fossile brændsler.

I fremstillingen af neopren anvendes skadelige stoffer, som eksempelvis butadien, der vurderes som værende sandsynligvis kræftfremkaldende /12/. Butadien anvendes tillige i produktionen af de nitrilgummimodificerede PVC-fugebånd. Miljøstyrelsen vurderer ikke neopren som værende et mindre miljøbelastende alternativ til blød PVC.

EPDM-gummi indeholder dicyclopentadien, som er miljø- og sundhedsskadelig. Nogle typer af EPDM-gummi er endvidere blødgjort med phthalater.

Injektionsvæsker, som anvendes i injektionsslanger, omfatter blandt andet produkter baseret på polyuretan (PUR) og epoxy. Ved fremstilling af PUR anvendes de astmafremkaldende isocyanater. PUR kan tillige være blødgjort med phthalater. Epoxy indeholder aminer/amider, som kan forårsage allergi. En række epoxytyper er endvidere mutagene og genotoksiske og udgør således muligvis en kræftisiko.

Ved produktion af PUR kan der forekomme emission af isocyanater og polyoler. Isocyanater omfatter en stor gruppe af stoffer. Stofferne kan irritere hud, øjne og åndedrætsorganer og kan give overfølsomhed. Flere af stofferne er farlige eller giftige ved indånding og kontakt. Polyol er en HCF-gas og dermed en drivhusgas.

Montering og drift

Den funktionelle enhed for fugebånd af neopren, butyl- og EPDM-gummi er mindre i forhold til PVC-bånd, hvorved den relative miljøbelastning for de alternative fugebånd er mindre end for PVC-bånd.

Bortskaffelse

Adskillelse af produkterne ved bortskaffelse besværliggøres af produkternes ringe størrelse samt, at produkterne anvendes i tæt sammenhæng med andre materialer og produkter (primærprodukter). Produkterne anvendes endvidere ofte i placeringer, der gør dem ikke umiddelbart tilgængelige, eksempelvis indstøbt i beton.

En stor del af produktgruppen vil derfor ved bortskaffelse følge primærproduktet.

Ved deponering af produkterne vil indholdsstofferne eventuelt kunne emitte ud af produkterne.

Neopren danner ved afbrænding i lighed med PVC syre i røggassen. Denne syre vil resultere i generering af miljøfarligt affald fra rensning af røgen /41/. Det miljøfarlige affald fra røggasrensningen skal deponeres på kontrolleret depot.

5.10.4 Arbejdsmiljø/indeklima

Produkterne vurderes ikke at bidrage negativt til arbejdsmiljø/indeklima.

5.10.5 Brand

Produkternes brandmæssige egenskaber er ikke vurderet nøjere, da produkterne, som følge af deres begrænsede volumen, vurderes at være nærmest ubetydelige i brandmæssig henseende.

5.10.6 Sammenligning

De alternative produkter af henholdsvis neopren, butyl, EPDM og polyurethan indeholder ligesom blød PVC miljømæssigt problematiske stoffer.

Fremstilling af produkter af både PVC og de alternative stoffer kan således medføre emission af miljø- og/eller sundhedsskadelige stoffer. Ligesom deponering af produkterne kan medføre emission af de skadelige stoffer.

Produktion af det nitrilgummi-modificerede PVC-fugebånd omfatter brug af det sundhedsskadelige stof butadien, som ikke benyttes i produktionen af det normale PVC-fugebånd.

Såvel PVC-bånd som neoprenbånd medføre miljømæssige problemer ved afbrænding.

Neopren er samlet set ikke et mindre miljøbelastende materiale end blød PVC. Materialeforbruget til produktion af tilsvarende funktionelle enheder af neoprenbånd i forhold til PVC-bånd vurderes at være væsentligt mindre, hvorved den relative miljøbelastning for neoprenbånd bliver mindre end for PVC-bånd.

Butyl, EPDM og polyurethan er samlet set lidt mindre miljøbelastende materialer end blød PVC.

5.11 Miljøvurdering af PVC-tape og al ternativer hertil

Alternativerne til PVC-tape er PE-tape. Forbruget af PVC-tape udgør en meget begrænset del af det samlede forbrug af blød PVC i byggeriet.

Der er i nærværende projekt ikke foretaget en undersøgelse af eventuelle forskelle i tilsætningsstoffer mellem PVC- og PE-tape. Umiddelbart vurderes miljøpåvirkningerne for tilsætningsstoffer (klæbemiddel med videre) at være begrænsede og uden afgørende betydning for produkternes miljøpåvirkninger.

PVC- og PE-tapes miljøpåvirkninger er knyttet til produktion af primærmaterialerne. Der er derfor her ikke gennemført en egentlig miljøvurdering af de to tapetyper. For en miljøvurdering af produktion af PVC og PE henvises i stedet til tidligere afsnit.

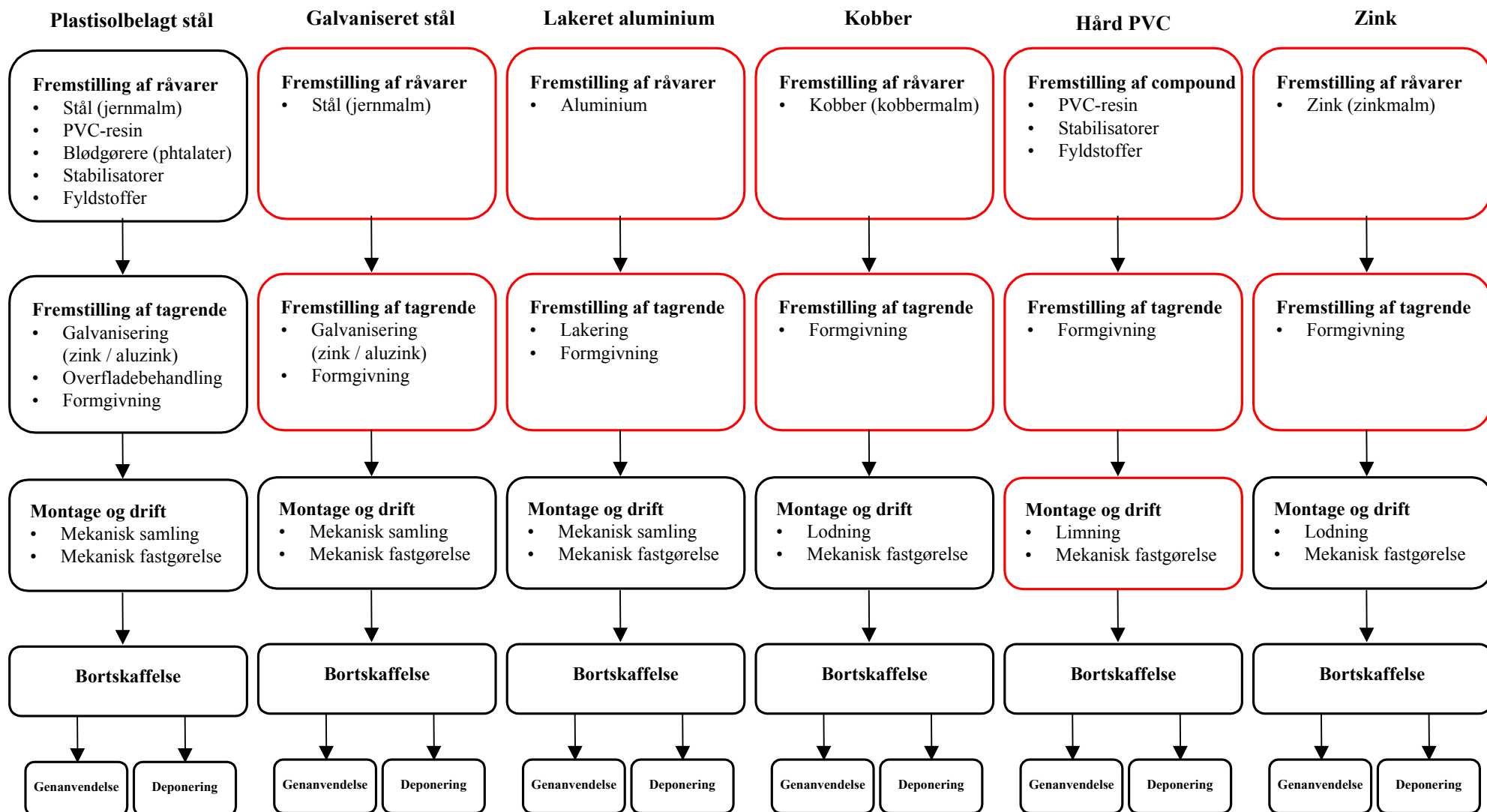
Tape anvendes stort set altid i kombination med andre materialer og produkter. Mængden af tape udgør en meget lille materialefraktion i forhold til de produkter, som det benyttes sammen med. Materialeseparation af tape benyttet i byggeriet er derfor vanskeligt og foretages sjældent, hvorfor tapen oftest blive bortskaffet sammen med materialerne, som det er benyttet sammen med.

5.12 Miljøvurdering af Plastisol-coatede stål-tagrender og alternativer hertil

Alternativerne til Plastisol-belagte stål-tagrender omfatter tagrender af galvaniseret stål, lakeret aluminium, kobber, hård PVC og zink.

En generel oversigt over miljøbelastningen i tagrendernes livsforløb er vist i nedenstående figur 5.12. I figuren er markeret de områder med væsentlige miljøbelastninger, som behandles i den efterfølgende miljøvurdering.

Livsforløbet for tagrenderne er angivet i nedenstående figur 5.17. Hvor der er væsentlige forskelle i alternativernes livsforløb i forhold til PVC-belagte stål-tagrender er dette markeret med rødt.



Figur 5.17: Livsforløb for Plastisol-belagte ståltagrender og alternative agrender. Hvor livsforløbet for de alternative tagrender er forskellig fra PVC-produktets livsforløb er dette markeret med rødt.

En generel oversigt over miljøbelastningen i tagrendernes livsforløb er vist i nedenstående figur 5.18. I figuren er markeret de områder med væsentlige miljøbelastninger, som behandles i den efterfølgende miljøvurdering.

		Materialeforbrug	Energiforbrug	Miljøbelastning	Arbejds miljø	Brand
Råvareproduktion	Plastisol-belagt stål	Forbrug af ikke fornyelige og begrænsede ressourcer	Væsentligt forbrug	CO ₂ , CO, kadmium, fluor	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Galvaniseret stål	Forbrug af ikke fornyelige og begrænsede ressourcer	Væsentligt forbrug	CO ₂ , CO, kadmium, fluor	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Aluminium	Forbrug af ikke fornyelige men rigelige ressourcer	Stort forbrug	CO ₂ , CO, fluorid, PAH, støv	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Kobber	Forbrug af ikke fornyelige og begrænsede ressourcer	Stort forbrug	CO ₂ , CO, farligt affald	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Hård PVC	Forbrug af ikke fornyelige og begrænsede ressourcer	Væsentligt forbrug	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Zink	Forbrug af ikke fornyelige men rigelige ressourcer	Stort forbrug	Zink-, bly- og arsenemission	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Produktion	Plastisol-belagt stål	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Klorerede opløsningsmidler, klorerede forbindelser, cyanider, nikkel, krom, fluorider, phthalater, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , arsen	Phthalater, vinylklorid	Ikke vurderet
	Galvaniseret stål	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Klorerede opløsningsmidler, cyanider, nikkel, krom, fluorider, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , arsen	Ingen kendte	Ikke vurderet
	Aluminium	Uden betydning	Væsentligt forbrug	CO ₂ , CO, NO _x	PAH, støv	Ikke vurderet
	Kobber	Uden betydning	Væsentligt forbrug	CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Ingen kendte	Ikke vurderet
	Hård PVC	Kemikalier	Væsentligt forbrug	Klorerede forbindelser, CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Vinylklorid	Ikke vurderet
	Zink	Uden betydning	Væsentligt forbrug	CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Uden betydning	Ikke vurderet
Montage	Plastisol-belagt stål	Søm, skruer mv.	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Galvaniseret stål	Søm, skruer mv.	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Aluminium	Søm, skruer mv.	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Kobber	Søm, skruer, lodning, mv.	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
	Hård PVC	Søm, skruer, kemikalier	Uden betydning	Uden betydning	Kemikalier	Ikke vurderet
	Zink	Søm, skruer, lodning, mv.	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke vurderet
Drift	Plastisol-belagt stål	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
	Galvaniseret stål	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
	Aluminium	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
	Kobber	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
	Hård PVC	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Røggasser, HCl, sort røg
	Zink	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Uden betydning	Ikke relevant
Bortskaffelse	Plastisol-belagt stål	Begrænset genanvendelse	Uden betydning	HCl, phthalater, CO ₂ , CO, deponeringsplads	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Galvaniseret stål	Stor genanvendelse	Uden betydning	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Aluminium	Stor genanvendelse	Uden betydning	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Kobber	Stor genanvendelse	Uden betydning	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Hård PVC	Stor genanvendelse	Uden betydning	HCl, CO ₂ , CO, deponeringsplads	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Zink	Stor genanvendelse	Uden betydning	CO ₂ , CO	Ikke vurderet	Ikke vurderet

Figur 5.18: Miljøbelastninger i tagrendernes livsforløb for udvalgte miljøtemaer.

■ = Væsentlig miljøbelastning; ■ = mindre miljøbelastning; ■ = uvæsentlig miljøbelastning.

5.12.1 Materialeforbrug

Primærmaterialer

Primærmaterialerne i de forskellige tagrender udgøres af kernematerialet i tagrenden og omfatter således henholdsvis stål, aluminium, kobber, PVC og zink.

Råstofferne for stål, aluminium, kobber og zink er forskellige typer malm. Forekomsten af jern- (stål) og kobbermalm er begrænsede, mens forekomsten af bauxit (aluminium) og zinkmalm er mere rigelige /13/. Råstoffet for hård PVC er olie og naturgas, der er begrænsede ressourcer.

Sekundærmaterialer

Flere af tagrendetyperne overfladebehandles for at styrke tagrendens modstandsdygtighed overfor vind og vejr.

Ståltagrenderne galvaniseres typisk for at rustbeskytte stålet. En del galvaniserede ståltagrender anvendes direkte mens andre påføres en Plastisol-belægning (PVC) udenpå galvaniseringen. Galvaniseringen udgøres ofte af en forzinkning. Plastisol-belægningen består af blødgjort PVC.

Aluminiumstagrender påføres ofte en polyesterbaseret pulverlak eller PVF₂.

5.12.2 Energiforbrug

Det har ikke været muligt at fremskaffe oplysninger omkring energiforbruget for direkte produktion af tagrenderne. I nedenstående tabel 5.4 er angivet det summerede energiforbrug for produktion af materialemængderne i 1 m halv-rund (Ø125) tagrende i gængs dimension. Der er ikke taget højde for energiforbrug relateret til selve produktionen af tagrenden, såsom energiforbrug til forzinkning, formgivning, transport mv.

Tagrende	Energiforbrug MJ/lb.m. (reference)
0,60 mm stål, galvaniseret (2 x 275 g zink/m ²) og Plastisol-belagt (2 x 100 µ)	26,5 /13, 15/
0,60 mm stål galvaniseret med 2 x 275 g zink/m ²	22,7 /13, 15/
0,90 mm aluminium	114,0 /13, 15/
0,70 mm kobber	155,6 /13/
1,65 mm PVC	31,2 /13/
0,80 mm Zink	63,7 /13, 15/

Tabel 5.4: Energiforbrug for produktion af materialemængder i 1 m tagrende i gængse dimensioner. Halvrund tagrende med diameter Ø125 mm.

Ovenstående energiforbrug er baseret på primærproduktion af de indgående materialer. Ved anvendelse af genbrugsmaterialer reduceres energiforbruget for en del af materialerne betragteligt. Produktion af genbrugsaluminium kræver således kun 5% af energiforbruget til produktion af aluminium fra malm, mens genbrugsstål og -kobber kun kræver 50% af primærenergiforbruget.

5.12.3 Miljøbelastning

Miljøbelastningen i tagrendernes livsforløb er primært knyttet til fremstilling af råvarer samt produktion og bortskaffelse af tagrenden.

Produktion

Energiforbruget til udvinding og bearbejdning af råstoffer for produktion af stål, aluminium, kobber og zink stammer for en dels vedkommende fra afbrænding af fossile brændsler. Råstoffet for PVC er olie og naturgas. Afbrænding af fossile brændsler medfører udslip af bl.a. CO₂ og CO.

Energiforbruget og de deraf følgende emissioner af CO₂ og CO reduceres kraftig ved produktion af plader baseret på materialelegenvundne metaller.

Produktion af stål medfører endvidere udslip af kadmium- og fluorforbindelser /13/. Produktion af aluminium resulterer i betydelige udslip af fluorid, PAH og støv /13/. Kobberproduktion medfører udslip af kobber samt generering af store mængder procesaffald /13/. Zinkproduktion medfører udslip af zink, bly og arsen. Udslippene reduceres betragteligt ved anvendelse af materialelegenvundet metal. Udnyttelse af materialelegenvundet stål medfører udslip af arsen /13/.

Overfladebehandlinger af stål- og aluminiumsprofilerne kan give anledning til emission af de til overfladebehandlingen anvendte stoffer og kemikalier. Forzinknings- og galvanoidindustrien (stålprofiler) er kendt som industrier, der giver anledning til forurening med organiske opløsningsmidler, cyanider, nikkel, krom og fluorider /13/.

Andre, i miljømæssig sammenhæng, interessante potentielle emissioner er phthalater og vinylklorid fra industrier for beklædning af stålplader med Plastisol. Emission af vinylklorid kan endvidere forekomme i forbindelse med produktion af tagrender af hård PVC.

Montering og drift

Hårde PVC-tagrender monteres ofte ved brug af opløsningsmiddelbaseret PVC-lim for sammenklæbning af tagrendelængder. Montering af hårde PVC-tagrender kan således medføre afdampning af opløsningsmiddel og øvrige indholdsstoffer i PVC-limen.

Tagrendelængderne tilskæres i et vist omfang i forbindelse med montering. Herved produceres mindre affaldsmængder, som forventes at blive bortskaffet sammen med byggeriets øvrige affald.

Bortskaffelse

De omfattede metaller er meget holdbare byggeprodukter, som er velegnede til genbrug. Rent metalaffald er inert og giver ikke anledning til miljømæssige problemer ved eventuel deponering. Som følge af metallernes pris og bestandighed er mængden af metal, der deponeres også begrænset. Nedrivningsaffald genanvendes i stedet.

Bortskaffelse og genanvendelse af overfladebehandlet stål og aluminium kan medføre miljømæssige problemer i forbindelse med frigivelse af de stoffer, der er benyttet til overfladebehandlingen. Det er specielt PVF₂-belægning, der vil medføre dannelse af miljøfarligt affald fra rensning af den fluorholdige røggas stammende fra afbrænding af PVF₂-belægningen. Overfladebehandlingen besværliggør endvidere genanvendelsen, da overfladebehandlingerne ofte vil medføre forurening af de primære metaller.

Deponering eller materialelegenvinding af galvaniseret stål vil kunne give anledning til frigivelse af krom og nikkel, mens der vil kunne frigives phthalater ved bortskaffelse af Plastisol-belagte stålplader. Materialelegenvinding (omsmeltning) af Plastisol-belagt stål vil endvidere medføre dannelse af miljøfarligt

affald fra rensning af den klorholdige røggas stammende fra afbrænding af Plastisol-belægningen.

Tagrender af hård PVC kan materialegenanvendes. Hårde PVC-tagrender skal udsorteres til genanvendelse. Dette gælder både afskær og brugte tagrender.

5.12.4 Arbejdsmiljø/indeklima

Ved montering af hårde PVC-tagrender med brug af PVC-lim, vil montøren blive eksponeret for opløsningsmiddeldampe og øvrige indholdsstoffer, der emitteres fra limen.

Da tagrenderne benyttes udendørs har de ingen påvirkning af arbejdsmiljø/indeklima i brugsfasen.

5.12.5 Brand

Tagrendernes placering udendørs gør, at disse ikke vurderes at være særligt relevante i forbindelse med en brandteknisk vurdering, hvorfor tagrendernes brandtekniske forhold ikke er vurderet nærmere.

5.12.6 Sammenligning

De primære råstoffer for stål- og kobbertagrender samt tagrender af hård PVC er begrænsede ressourcer, mens de primære råstoffer for aluminium- og zinktagrender er rigelige ressourcer.

Energiforbrugerne til produktion af de alternative tagrender på nær galvaniserede ståltagrender er større end for produktion af Plastisolbelagte ståltagrender. Energiforbrugene og de deraf følgende miljøpåvirkninger til produktion af aluminium-, kobber- og ståltagrender baseret på genbrugsmetal er væsentligt mindre end produktion baseret på primærmaterialer.

Galvaniserede ståltagrender giver ikke anledning til de Plastisol-relaterede miljøpåvirkninger ved produktion og bortskaffelse af Plastisolbelagte ståltagrender.

Sammenlimning af længder af tagrender af hård PVC ved montering kan medføre emission af opløsningsmidler fra det benyttede opløsningsmidler.

Overfladebehandlingen af stål- og aluminiumstagrenderne besværliggør genanvendelse af disse metaller. Alle tagrende-materialerne kan dog i princippet genanvendes.

Belægning af stål- og aluminiumsplader med PVF_2 medfører problemer ved bortskaffelse af pladerne.

6 Byggetekniske vurderinger

Nedenfor er foretaget en kort fattet vurdering af om der er nogle byggetekniske forhold, der er relevante at vurdere ved sammenligning af valg mellem et PVC-holdigt produkt og et alternativt PVC-frit alternativ.

Følgende byggetekniske forhold er vurderet:

- Konstruktion
- Montage
- Drift.

6.1 Kabler

Konstruktion

Der er ikke konstateret forskelle i de underliggende konstruktioner for de forskellige kabel-/ledningstyper.

Montage

PE-holdige kabler er mere stive end PVC-kabler, hvorfor PE-holdige kabler har en større bøjningsradius end PVC-kabler.

PVC- og FPO-kabler er tilnærmelsesvis lige fleksible og bøjelige.

Drift

Kabler med FPO-kappe er brandhæmmet og opfylder som minimum de samme brandprøver som PVC-holdige kabler. For kabler med mindre tværsnit opfylder kabler med FPO-kappe strengere brandprøver end kabler med PVC-kappe.

PEX og FPO er mere varmestabil end PVC. Kabler der er isoleret med PEX eller FPO kan således tåle en ledertemperatur på op til 90 °C, mens kabler med PVC som isoleringsmateriale kun kan tåle en ledertemperatur på op til 70 °C. I mange tilfælde kan der derfor projekteres med en mindre kabeldimension ved valg af kabler, der er isoleret med PEX eller FPO fremfor et PVC-isoleret kabel.

PVC-holdige kabler udvikler giftig røggas ved brand.

6.2 Gulv- og vægbeklædning

Konstruktion

Underlaget for halvhårde gulvbelægninger, PVC, linoleum, polyolefin, kork og gummi, samt trælaminatgulve skal være understøttende i fuld flade og have en planhed, der svarer til den ønskede planhed for det færdige gulv.

De samme forhold gør sig gældende for vægbeklædninger.

Underlaget for massive trægulve og finerede trægulve kan ligeledes være fuldt (ikke bærende gulve) eller delvis understøttende (bærende gulve). Delvis understøtning opbygges primært af strøer eller bjælker.

De underliggende konstruktioner for vinyl og fliser/klinker kan i princippet være de samme, men der er krav om særlig vandtætning under fliser/klinker uanset konstruktionen. Udlægning af smørremembran eller andet tætningsystem kan betyde længere montagetid.

Montage

Halvhårde gulvbelægninger, PVC, linoleum, polyolefin, kork og gummi, limes til underlaget. Massive og finerede trægulve kan endvidere fastgøres til underlaget enten ved limning eller sømning. Alternativt kan massive og finerede trægulve monteres uden fastgørelse til underlaget (svømmende gulv). Trælaminatgulve fastgøres ikke til underlaget.

Linoleum, polyolefin, kork og gummi skal lægges på et sugende underlag for at sikre, at limen hæfter godt til underlaget. Såfremt der ikke er tilstrækkelig sugsevne, som for eksempel ved asfaltgulve og epoxy, skal der inden limning påføres et tyndt, 2-3 mm tykt, lag af en spartelmasse, som er egnet til det aktuelle underlag. De samme forhold gælder for opsætning af beklædningerne på vægge.

Ved montering af et gummigulv, hvor der forventes store mekaniske belastninger eller store fugt- og/eller temperaturvariationer, bør der anvendes en 2-komponent polyuretan-klæber (PU-klæber).

PVC-, linoleums- og gummibeklædninger kan fås og monteres som ledende beklædninger til anvendelse i lokaler, hvor der er behov for en hurtig bortledning af elektriske ladninger.

Drift

Generelt gælder, at samtlige gulvbeklædninger kan fungere driftsmæssigt uden problemer ved korrekt vedligehold.

Dog har de hidtidige erfaringer med polyolefin gulvbeklædninger viser, at beklædningerne med tiden løsner sig fra underlaget og kommer til at ligge løst.

6.3 Tagbeklædninger

Tagbeklædninger omfatter PVC-folie og Plastisol-belagte tagplader samt alternativer hertil.

Konstruktion

Tagfolier, tagpap og aluminiumsbeklædning anvendes hovedsageligt på flade tage og tag med hældning under 12 grader. Tagfolier, tagpap og aluminiumsbeklædning anvendes endvidere i en vis udstrækning på hvælvede tage.

Tagplader anvendes oftest på tage med hældning over 14 grader.

PVC-tagfolie, polyolefin-tagfolie, tagpap og aluminiumstagbeklædning kan monteres på ens plane tagkonstruktioner. En aluminiumstagbeklædning kan endvidere udføres som en selvbærende konstruktion på lægter.

Tagplader udføres som en selvbærende konstruktion på lægter.

Montage

Der er ikke forskel på montering af de forskellige tagfolier. Foliebanerne sammensvejses med varmluft eller flydende svejsemiddel. Folien fastgøres mekanisk eller ballasteres til underlaget.

Tagpapbaner fastgøres til underlaget enten mekanisk eller ved varm-/koldsvejsning. Tagpapbanerne udlægges med overlæg i længderetningen.

Aluminiumstagprofiler sammenkobles mekanisk og fastgøres ligeledes mekanisk til underlaget.

Alle tagplade-produkter på nær eternit kan udføres som plade i "hele længder" og dermed reducere antallet af samlinger, hvorved risikoen for fugtindtrængen reduceres.

Drift

Polyolefin er et termoplastisk materiale og derfor meget varme-påvirkeligt. Polyolefin-tagfolie udvider sig derfor relativt meget ved varmepåvirkning, hvorfor polyolefin-tagfolie på eksponerede tage "buler op" i sommermånederne. Leverandører anbefaler således af visuelle årsager, at polyolefin-tagfolie ikke udlægges på synlige tage.

PVC-folie og de hertil alternative tagdækningsmaterialers anslåede levetid er omtrent ens. På tagfolier og tagpap ydes op til 15 års produktgaranti, mens produktgarantien på en aluminiumstagbeklædning er op til 10 år.

For tagplader af stål og aluminium, der er lakeret eller beklædt med Plastisol, ydes der op til 15 års garanti, hvilket ligeledes gælder for eternit tagplader. For ikke belagte aluminiumsplader ydes op til 10 års garanti. Der ydes kun 1 års garanti på galvaniserede stålplader.

Det skal bemærkes, at der ikke nødvendigvis er en sammenhæng mellem produktgaranti og teknisk levetid.

6.4 Folier og membraner

Folier og membraner omfatter presenninger og fleksible plader og bændler samt alternativer hertil.

Konstruktion

Ikke relevant.

Montage

Blødgjorte PVC-presenninger er stærkere og tungere end PE-presenninger. Blødgjorte PVC-presenninger er dog samtidig mere smidige end PE-presenninger, hvilket i flere tilfælde kan betyde, at montage af PVC-presenninger er lettere end tilsvarende PE-presenninger.

Samling af baner af fleksible plader og bændler af blød PVC foretages som en koldsvejsning ved hjælp af opløsningsmidlet tetrahydrofuran.

Baner af fleksible plader og bændler af PE derimod samles mekanisk ved brug af tape.

Drift

Blødgjorte PVC-presenninger er mere holdbare og genanvendes derfor som regel mange gange, mens PE-presenninger vanligvis bortskaffes efter en enkelt eller to ganges brug.

Der er stor forskel på de to produktkvaliteters brandmæssige egenskaber. PE fleksible plader og bændler er således let antændelige med en lav brandmod-

stand. Fleksible plader og bændler af blød PVC er derimod ikke let antændelige, men udvikler derimod giftig røg ved brand.

6.5 Tætningslister, fugebånd mv.

Produkter med indhold af blød PVC indenfor produktgruppen omfatter fugebånd til indstøbning i beton og selvklæbende tætningsbånd

Konstruktion

Ikke relevant.

Montage

Fugebånd til indstøbning af blød PVC monteres ved mekanisk fastgørelse med eksempelvis fugebåndsklemmer. Denne monteringen er ofte mere besværlig og tidskrævende end monteringen af de alternative fugebånd, som monteres ved klæbning, kontaktlim eller mekanisk fastgørelse, hovedsageligt med søm.

Montage af de forskellige selvklæbende tætningsbånd er ikke undersøgt nærmere i nærværende projekt, men vurderes umiddelbart at være ens og uden betydende forskelle.

Drift

Er ikke undersøgt nærmere i nærværende projekt.

6.6 Diverse

6.6.1 Tagrender

Konstruktion

Ikke relevant.

Montage

PVC-belagte ståltagrender, galvaniserede ståltagrender og tagrender af hård PVC kan alle fås i montageklare enheder og er dermed hurtigere at montere end de øvrige tagrender.

Drift

Garantiperioderne for de forskellige tagrender er vidt forskellige, hvilket indikerer vidt forskellige levetider for tagrenderne. Metaltagrenderne er generelt mere robuste end tagrender af hård PVC.

Den længste garantiperiode opnås for Plastisolbelagte ståltagrender, hvor der ydes 15 års materialegaranti. For tagrender af hård PVC ydes der 10 års garanti på tæthed, mens der for kobber og zink ydes henholdsvis 1 år og 5 års garanti. For galvaniserede ståltagrender ydes 1 års garanti, mens der ikke ydes garanti på ubehandlede aluminiumstagrender. På aluminiumstagrender, der er polyesterlakerede, ydes der 10 års garanti på lakken.

6.6.2 Tape

Konstruktion

Ikke relevant.

Montage

Der er ikke identificeret forskelle i forbindelse med monteringen af PVC- og PET-tape.

Drift

Ved anvendelse af PE-tape til samling af diffusionsspærre, som næsten udelukkende fremstilles af PE, opnås at selve diffusionsspærren og samlingsmaterialet reagerer end på eksempelvis kulde/varmepåvirkninger, hvilket umiddelbart vurderes at kunne være en fordel.

7 Formidling af resultater

Nærværende arbejdsrapport fungerer som baggrundsrapport for: "Alternativer til blød PVC i byggebranchen, Projekteringsguide", Moe & Brødsgaard A/S, XX 2001.

7.1 Projekteringsguide

Projekteringsguiden er et anvendelsesorienteret projekteringsværktøj, hvis formål er hjælpe med at anviser byggeprodukter uden indhold af blød PVC for byggeriets parter, herunder bygherrer, projekterende ingeniører og arkitekter, entreprenører og producenter af byggematerialer.

Projekteringsguiden gør brug af en visuelt let overskuelig vurderingsprofiler, der præsenteres de alternativ byggeprodukters egenskaber relativt til produktet med indhold af blød PVC ved hjælp af en farvekode.

Vurderingen af alternative byggeprodukter foretages for hvert af emnerne:

- Materialer
- Energi
- Ydre miljø
- Arbejdsmiljø
- Konstruktion
- Drift
- Økonomi.

Alternativt byggeprodukts egenskaber i forhold til PVC:

- : tilsvarende
- : bedre
- : ringere
- : klart ringere

De første fire emner bygger på de i nærværende arbejdsrapport gennemførte miljøvurdering i kapitel 5, mens de to efterfølgende emner bygger på de byggetekniske vurderinger i nærværende arbejdsrapports kapitel 6.

Den økonomiske vurdering er baseret på kapitel 8 i nærværende rapport.

Vurderingsprofilen præsenteres med en farve (hvid, grøn, gul eller rød) for hvert af de vurderede emner. Se figur 7.1.

Farven for det vurderede alternativ til PVC angiver alternativets egenskaber sammenlignet med PVCs egenskaber for det enkelte emne. Sammenligningen er foretaget for den funktionelle enhed (eksempelvis pr. m² tagbeklædning, pr. m kabel etc.). Det PVC-holdige produkts egenskab indenfor det pågældende emne sættes til "index 100", hvilket markeres med en hvid farve.

Tabel 7.1: Vurderingsprofil for alternativ til PVC-produkt.





8 Økonomi

I Projekteringsguiden "Alternativer til blød PVC i byggebranchen" /45/, er der foretaget en vurdering af anlægsprisen (anskaffelse og montage) for hhv. det PVC-holdige byggeprodukt og de mulige alternativer.

Vurderingen er foretaget for sammenlignelige funktionelle enheder. Eksempelvis er anlægsprisen for tagbeklædninger sammenlignet pr. m² tagbeklædning og kabler er sammenlignet pr. m kabel.

Priserne på byggeprodukter er baseret på et generelt kendskab til prisforhold i byggebranchen, oplysninger fra producenter og leverandører af byggeprodukter og oplysninger fra entreprenører. Endvidere er opslagsværket "V&S Byggedata, Husbygning – brutto 2000" anvendt /44/.

Det alternative byggeprodukts anlægsøkonomi er klassificeret i forhold til PVC-produktets anlægsøkonomi. Farveklassificeringen, jf. kapitel 7, er foretaget ud fra følgende kvantitative grænser.

Farvekode	Prisforskel (alternativ produkt/PVC-produkt)
	< -5%
	< +5 % og > -5%
	> +5 % og < +50 %
	> +50 %

Figur 8.1: Kvantitative grænser for farveklassificering af alternativernes økonomi relativt til det PVC-holdige produkt.

9 Referencer

1. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, Nr. 82/1995: Erfaringer med substitution af PVC ved renere teknologi og brancheaftaler.
2. Danmarks Statistik, Forsyningsstatistik januar - december 1999.
3. Interview med Erik Bergmann, Protan, 2000.
4. Telefoninterview med Niels Lund, Corus, 11. oktober 2000.
5. Telefoninterview med Svend Erik Studsgaard, Dansk Sejlmagermester Forening, 27. oktober 2000.
6. Telefoninterview med Henning Nielsen, Vink, 13. oktober 2000.
7. Telefoninterview med Flemming Knudsen, Stokvis, 13. oktober 2000.
8. Telefoninterview med Annita Biskov, GSO, 9. november 2000.
9. Skatteministeriet, J.nr. 98-262-36: Notat om Afgift på visse varer indeholdende PVC og phthalater, 16. juni 1999.
10. APME, Association of Plastic Manufacturers in Europe: Eco-profiles of the European plastic industry, Report 10: Polymer Conversion. May 1997.
11. Moe & Brødsgaard A/S: Grøn profil af ABB's halogenfri kabler. Juni 1998.
12. Allan Astrup Jensen, Arbejdsmiljøfondet 1997: "Fokus på farlige stoffer i arbejdsmiljøet".
13. Bjørn Berge, Nordisk komite for bygningsbestemmelser, NKB, Arbejdsgruppen for økologisk bygning, 3. nov. 1995: "Bygningsmaterialer for en bærekraftig udvikling".
14. Telefoninterview med Jørgen Hansen, Westbond, 20. november 2000.
15. Rob Marsh, Michael Lauring og Ebbe Holleris Petersen: "Arkitektur og Miljø. Form konstruktion materialer – og miljøpåvirkning".
16. LCA på forskellige byggematerialer, Byggforsk (Norsk Byggeteknisk Institut), 1999.
17. Miljøvaredeklaration – Icopal Top 400 P.
18. Interview med bygningsingeniør Hanne Grindsted, Moe & Brødsgaard A/S, oktober 2000.
19. Miljø- og Energiministeriet: "Strategi for PVC-området, Statusredegørelse og fremtidige initiativer", Juni 1999.

20. Telefoninterview med A.E. Stålmontage, 23. november 2000.
21. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, Nr. 79/1997: Kortlægning af PVC i bygge- og anlægsaffald fra nedbrydning og renovering.
22. Miljøprojekt Nr. 133/1990: PVC i byggeri og anlæg. Miljøstyrelsen.
23. Skriftlig spørgeskemaundersøgelse, Fugebranchens Samarbejds- og Oplysningsråd (FSO), november 2000.
24. APME, Association of Plastic Manufacturers in Europe: Eco-profiles of the European plastic industry, Report 3: Polyethylene and Polypropylene. May 1993.
25. Telefoninterview med Freddie Bruzelius, Aug. Olsen's Eftf. A/S, december 2000.
26. Telefoninterview med Morten Lægaard, DAFA, 19. december 2000.
27. APME, Association of Plastic Manufacturers in Europe: Eco-profiles of the European plastic industry, Report 6: Polyvinyl Chloride. April 1994.
28. Dansk Eternit: Miljødeklaration for Eternit B9 bølgeplader, Intecon, Juni 1999.
29. Telefoninterview med Vink AS, 08. januar 2001.
30. Telefoninterview med Jørn Jakobsen, VMC Elteknik A/S, 08. januar 2001.
31. Telefoninterview med Jeppe Tranholm, Interprofiles, november 2000.
32. Oplysninger fra Gottfred Petersen, januar 2001.
33. Miljøforhold ved vedligehold renovering og nybyggeri i hotel- restaurant- og turistvirksomheder, Miljøprojekt nr. 565, Miljøstyrelsen 2000.
34. Oplysninger fra Forbo-Forshaga, januar 2001.
35. Emission af flygtige organiske forbindelser fra træ, træbaserede materialer, møbler og inventar. Miljøprojekt nr. 501.
36. Miljøstyrelsen 1999. Miljøstyrelsens faktablad om alternativer til phthalater og blød PVC. Haveslanger uden PVC og phthalater er få, men findes. www.mst.dk. Opdateret 30. november 2000.
37. Icopal Håndbog nr. 8. Icopal A/S, december 1996.
38. NKT Nopovic, Teknisk Dokumentation, NKT Cables, marts 1996.
39. Brandteknisk vejledning nr. 30 af december 1996, 1. udgave. Dansk Brandteknisk Institut.
40. Telefoninterview med Finn B. Jahn, Deko, januar 2001.
41. Faktaark om alternativer til PVC og phthalater: Et skridt for miljøet med PVC-fri gummistøvler. Miljøstyrelsen 2000.

42. Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 733 af 31. juli 2000.
43. Notat til Folketingets europaudvalg om Regeringens høringssvar til kommissionens grønbog om PVC. Miljøstyrelsen 7. december 2000.
44. Husbygning – Brutto 2000. V&S Byggedata A/S, januar 2000.
45. Alternativer til blød PVC i byggebranchen, Projekteringsguide. Moe & Brødsgaard A/S, XX 2001.
46. Alternativer til blyinddækning. Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 593, 2000.

Bilag A: Kontaktede leverandører og producenter

Kabler mv.

- Louis Poulsen Elteknik A/S
- LK A/S
- ABB Komponent A/S
- Thorsman Wibe
- NKT Cables A/S
- VMC Elteknik A/S
- Nordisk Wavin A/S.

Gulv- og vægbeklædning

- Gulvbranchens Samarbejds- og Oplysningsråd, GSO
- Forbo-Forshaga A/S
- DEKO loft + væg A/S
- Danogips A/S
- P. Rasmussen & Sønner A/S
- Tarkett Sommer A/S
- Westbond A/S
- Protan A/S
- Plannja AS
- Lindab Profil A/S
- Inter Profiles A/S
- Corus A/S.

Tagbelægnings

- Protan A/S
- Alkor Draka Nordic K/S
- Sarnafil Nordic A/S
- Rafinor AS
- Icopal A/S
- A. E. Stålmontage A/S.

Folier og membraner

- Vink A/S
- RIAS A/S
- Aug. Olsen's Eftf. A/S
- Eric Storm A/S
- Flügger A/S
- Dansk Sejlmagermesters Forening
- Monarflex A/S.

Tætningslister, fugebånd mv.

- Fugebranchens Samarbejds- og Oplysningsråd, FSO
- Vinduesproducenternes Samarbejdsorganisation, VSO
- Primo Danmark System A/S
- DAFA A/S
- Gottfred Petersen A/S

- Sika Danmark A/S.

Diverse

- Stokvis Danmark A/S
- Beiersdorf Nordic
- Ringtape A/S
- Casco A/S
- Plastmo A/S
- Inter Profiles A/S
- Lindab Profil A/S
- GMJ Profiler A/S
- Rheinzink A/S
- Friatec Scandinavian A/S.