



10.

Udførelse af grønne tage

PTM-anvisning 6. udgave, 2023

NB: Tjek altid på Phoenix Tag Materialers hjemmeside, om der efter tryk er kommet rettelser til denne PTM-anvisning.

UDFØRELSE AF GRØNNE TAGE

1. Indledning til udførelse af grønne tage.....	5
2. Tagtyper.....	9
3. Opbygning af ekstensive grønne tage.....	13
3.1 Varme tage.....	17
3.2 Kolde tage.....	18
4. Tagdækning.....	19
4.1 Nye tage.....	20
4.2 Eksisterende tage.....	21
4.3 Fastgørelse.....	21
4.4 Rodhæmmende egenskaber.....	21
5. Varmeisolering.....	23
6. Tagafvanding.....	25
6.1 Ekstensive grønne tage.....	26
6.2 Intensive grønne tage eller taghaver.....	29
6.3 Afløb.....	30
7. Inddækninger.....	33
8. Fugtforhold.....	35
8.1 Varme tage.....	36
8.2 Kolde tage.....	37
9. Brand.....	39
10. Vind.....	43
11. Miljø.....	45
11.1 Vandtilbageholdelse.....	46
11.2 Levetid.....	46
11.3 Udvaskning af rodhæmmer.....	47
11.4 Biodiversitet.....	47
12. Renovering.....	49
13. Tæthedsprøve.....	51
14. Vedligehold.....	53
14.1 Vedligeholdelsesplan.....	54
15. Sikkerhed.....	55

1.

Indledning til udførelse af grønne tage

1. INDLEDNING TIL UDFØRELSE AF GRØNNE TAGE

Der er i de seneste år sket en øget anvendelse af grønne tage, da tagfladen i højere grad end tidligere bliver opfattet som 'den femte facade'.

Yderligere fremmes udbredelsen af grønne tage igennem politiske strategier, hvor implementeringen sker igennem bestemmelser i lokalplaner, som foreskriver anvendelsen af grønne tage.

Dansk litteratur om grønne tage er endnu begrænset, og derfor henvises der ofte til den tyske FLL guideline.

Nærværende vejledning fokuserer på ekstensive grønne tage, men medtager også de vigtigste byggetekniske forhold for intensive grønne tage. Læs mere om intensive grønne tage i PTM-anvisning nr. 13 Tagterrasser, taghaver og parkeringsdæk.

Tagdækningen i denne vejledning følger PTM-anvisningerne nr. 1 Specifikationer og nr. 2 Materialekrav og omhandler derfor kun SBS-tagpap og oxyderet tagpap (benævnt Flex henholdsvis Tæt i produktnavnet). For andre typer tagdækning henvises til leverandørernes egne anvisninger.

2.

Tagtyper

2. TAGTYPER

Grønne tage er et overordnet begreb, der dækker over forskellige former for beplantning på tagflader. Der skelnes mellem tagtyperne ekstensive, semi-intensive og intensive grønne tage, som afhænger af tagets anvendelse, vedligehold og opbygning.

Tagtypen har blandt andet indflydelse på nødvendigheden af rodhæmmer, se afsnit 4.1 Nye tage.

Der findes ingen fælles definition af begreberne ekstensive, semi-intensive og intensive grønne tage, men i nærværende vejledning skelnes der på baggrund af følgende beskrivelse.

Ekstensive grønne tage egner sig ikke til ophold og kræver vedligehold i begrænset omfang, se afsnit 14 Vedligehold. Vækstmediet (ekskl. det vandregulerende lag) er begrænset til maks. 60 mm, og vegetationen består udelukkende af de robuste og tørketolerante plantearter, mos og sedum.

Som udgangspunkt etableres ekstensive grønne tage udelukkende af sedumplanter. Mos opstår i de tilfælde, hvor der ikke er skabt tilstrækkelige gode vækstbetingelser og kan på sigt overtage hele tagflader.

Selvom ekstensive grønne tage ikke egner sig til ophold, kan de med fordel kombineres med tagterrasser, så man fra tilgængelige områder har udsyn til de grønne arealer, se figur 2.1.



Figur 2.1 Terrasse med udsyn til grønne områder.

Semi-intensive grønne tage udføres oftest med græs eller urteagtige planter, og kræver et tykkere vækstmedie og mere vedligehold end ekstensive grønne tage. Vækstmediet (ekskl. det vandregulerende lag) varierer mellem 60 og 150 mm.

Semi-intensive grønne tage bliver i nærværende vejledning behandlet som intensive grønne tage i forbindelse med rodhæmmer, afstand til afløb og øvrige parametre med undtagelse af konstruktionsprincip. Sidstnævnte afviger, da semi-intensive grønne tage kan opbygges som retvendt tag, modsat intensive grønne tage, se afsnit 3.1 Varme tage.

Intensive grønne tage kan i højere grad anvendes som taghaver til ophold og kræver sædvanligvis en del vedligehold. Vækstlaget er tykkere (150-400 mm) end ekstensive og semi-intensive grønne tage, hvilket medfører større frihed i forbindelse med vegetationsvalg, da det muliggør anvendelsen af større beplantninger med et mere aggressivt rodnet.

I de tilfælde, hvor der ønskes større beplantning, og det ikke er muligt at øge vækstmediet over hele tagfladen, kan der i stedet anvendes separate plantekasser, hvorved der i områder kan sikres den nødvendige tykkelse, se figur 2.2.



Figur 2.2 Større beplantning i plantekasser.

Plantekasser kan dog medføre en begrænsning af planternes vækstbetingelser og kan medføre krav om vandning, hvis planterne skal overleve i tørkeperioder.

3.

Opbygning af ekstensive grønne tage

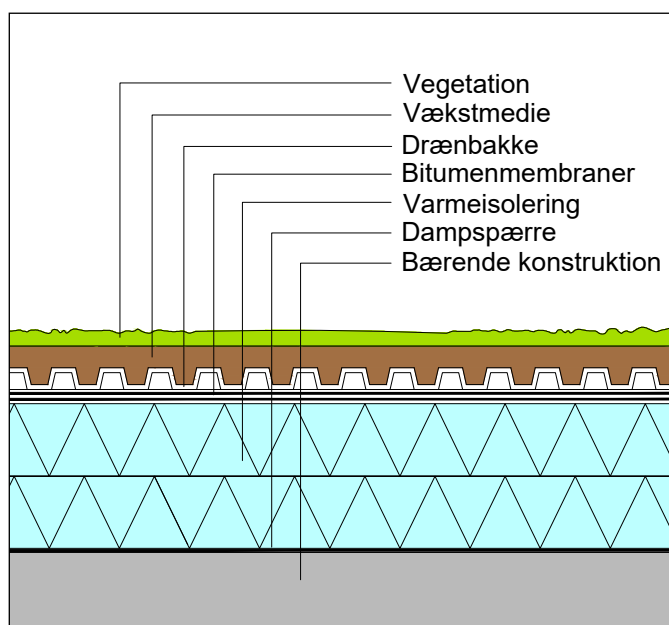
3. OPBYGNING AF EKSTENSIVE GRØNNE TAGE

Grønne tage opbygges som en flerlagskonstruktion, hvor hvert lag har sin funktion i den samlede opbygning.

Som udgangspunkt opbygges et ekstensivt grønt tag som vist på figur 3.1s og 3.2.

Den præcise opbygning kan variere, afhængigt af den konkrete systemleverance.

Det viste eksempel er et varmt tag, men kan under en række forudsætninger også etableres som et koldt tag, se afsnit 3.2 Kolde tage og 8.2 Kolde tage.



Figur 3.1 Ekstensivt grønt tag, principopbygning.

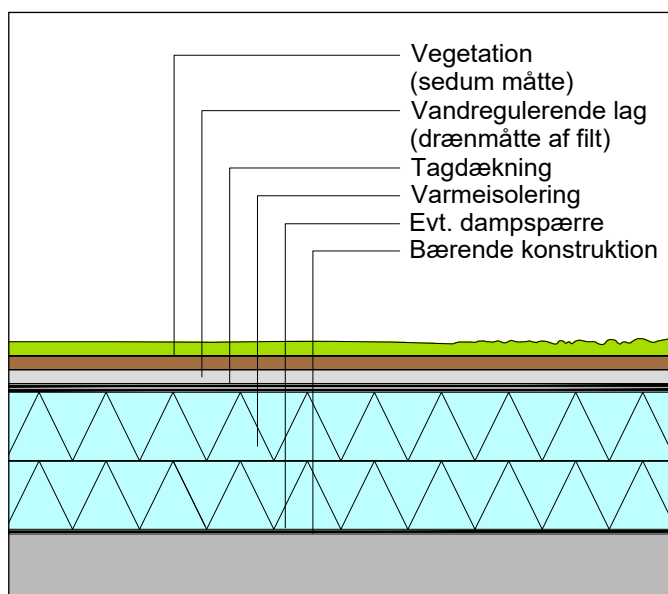
Lagene er typisk som følgende:

- Vegetationen er plantevæksten, som kan forekomme i mange varianter afhængig af tagtype, se afsnit 2 Tagtyper. Hertil har en række konstruktionsforhold indflydelse, såsom skyggeforhold, tykkelse af vækstmedie og vindbelastning.
- Vækstmediet danner grobund for vegetationen og skal derfor tillade rodpenetration. Derudover skal den besidde grundlæggende egenskaber i forhold til fysiske, kemiske og biologiske parametre. Vækstmediet skal både være i stand til at optage og opbevare nedbør, samtidig med at det skal være gennemtrængeligt for overskydende nedbør. Vækstmediet har stor indflydelse på det grønne tags hydrauliske egenskaber, og skal derudover sikre optimal luft- og vandforhold til plantevæksten. Vækstmediet kan forekomme i varianter afhængig af vegetation og producent, men består ofte af substrater tilpasset formålet i forhold til vægt, næringsstoffer og dræning. For nærmere beskrivelse henvises til FLL.
- Det vandregulerende lag kan have flere funktioner, afhængigt af materialevalg. Som udgangspunkt fungerer det som drænlag, der samtidig sikrer ventileret af rødderne og bortleder den overskydende mængde nedbør, som ikke optages i overliggende lag. Det vandregulerende lag kan yderligere have funktion som vandreservoir, hvis der f.eks. anvendes 'æggebakker'. Disse betegnes som vandaflædningsplader i efterfølgende afsnit. Vandaflædningspladerne opmagasinerer nedbør, og kan medføre, at afstrømningen reduceres og forsinkes yderligere. Funktionen har dog kun begrænset effekt ved kraftige nedbørshændelser som skybrud. For nærmere beskrivelse henvises til FLL.

- Tagdækningen har til formål at sikre, at der ikke forekommer vandgennemtrængning. Afhængig af materialevalg sikrer det yderligere mod rodpenetration, se afsnit 4 Tagdækning.
- Varmerisoleringen sikrer, at konstruktionen er energi- og fugtteknisk robust. Tagdækningens placering i forhold til isoleringen kan variere afhængig af det valgte konstruktionsprincip, hvilket yderligere har indflydelse på valg af isoleringsmateriale, se afsnit 3.1 Varme tage og afsnit 5 Varmerisolering.
- Den bærende konstruktion skal være egnet til at optage belastningen af det grønne tag. Det valgte materiale er i stor grad afhængigt af, hvilken tagtype, der udføres. Intensive grønne tage kan opbygges på en bærende konstruktion af beton, mens ekstensive grønne tage yderligere kan opføres på underlag af træbaserede materialer og tyndpladeprofiler. I alle tilfælde skal der udføres en statisk vurdering.

Græstørvstage, som ligestilles med semi-intensive og intensive grønne tage, har tradition for at blive etableret på træbaserede materialer. Disse tagtyper behandles ikke i nærværende vejledning. Grønne tage etableres som udgangspunkt altid som systemløsninger, hvor den præcise opbygning afhænger af den enkelte leverandør.

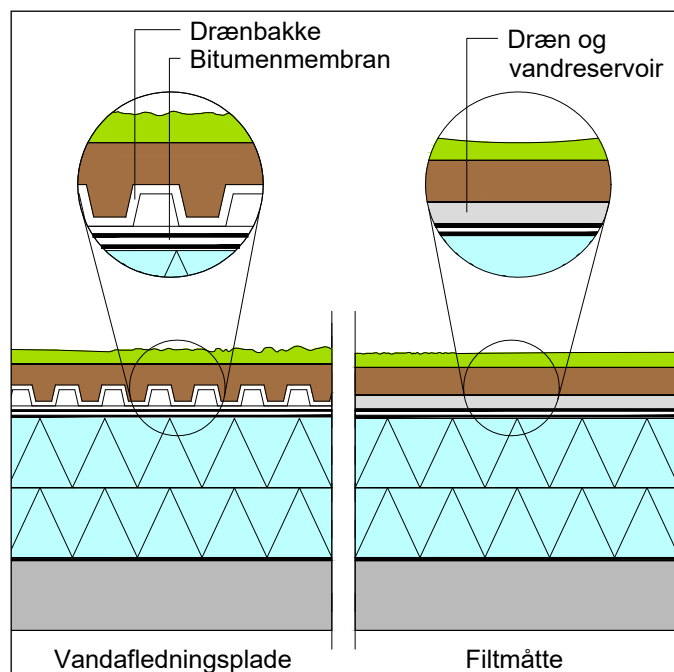
Systemløsningerne kan variere i forhold til principopbygningen i nærværende vejledning, og der forekommer løsninger, hvor et eller flere af de nævnte lag udelades. Blandt andet findes en løsning bestående af en sedummåtte på underlag af en drænmåtte af filt, se figur 3.2.



Figur 3.2 Ekstensivt grønt tag på filtmåtte.

Sammenholdes løsningerne, anvist på figur 3.1 og 3.2 ses, at der er forskel på forløbet af vandafledningen. Filmmåtten fungerer både som vandreservoir og dræn, hvor afledningen af nedbøren sker horisontalt gennem drænlaget.

Vandafledningspladen fungerer som vandreservoir på oversiden og dræn på undersiden, hvor afledningen af nedbøren sker vertikalt gennem drænlaget, hvorefter det horisontalt afledes på tagdækningen, se figur 3.3:

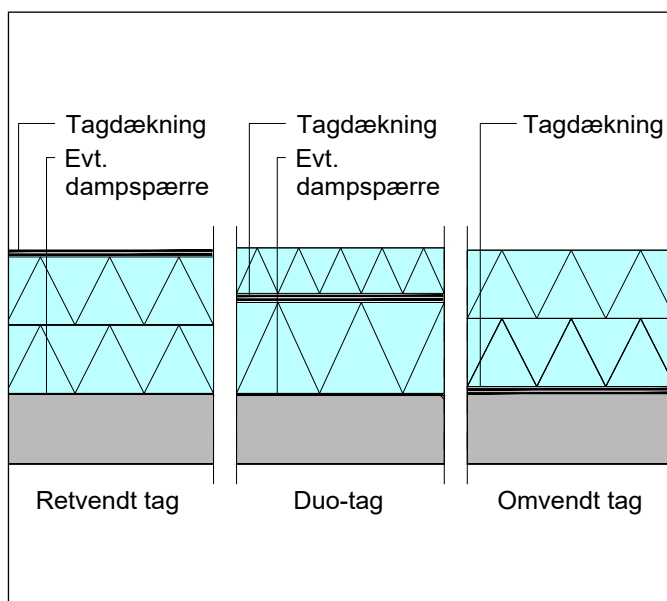


Figur 3.3 Drænlag af vandafledningsplade og filtmatte.

Løsningen med et vandregulerende lag bestående af filt skal normalt friholdes fra sammenskæringslinjer fra kiler og fra skotrender, idet vandafledningen i filtlaget er begrænset. I stedet kan lokalt indlægges vandafledningsplader i disse områder.

En opbygning, hvor der udlægges et vækstlag på en vandafledningsplade, giver derfor bedre afvandingsmuligheder for det grønne tag og mindsker vandbelastningen på tagdækningen.

3.1 VARME TAGE



Figur 3.1.1 Konstruktionsprincipper.

Ved varme tage forstås en konstruktion, hvor isoleringen ligger på den udvendige side af den bærende konstruktion. I varme tage følger temperaturvariationerne af den bærende konstruktion stort set indvendige temperaturforhold.

Et varmt tag kan opbygges efter principperne retvendt tag, duo-tag og omvendt tag. Forskellen på principperne er primært placeringen af tagdækningen, som illustreret på figur 3.1.1.

I retvendte tage ligger tagdækningen på isoleringens udvendige side. Dette princip bør kun anvendes til ekstensive og semi-intensive grønne tage. Ved større opbygninger, som intensive grønne tage, er der risiko for, at vækstlaget fryser fast i tagdækningen og river denne i stykker ved bevægelser fra frost/tø-passager og ved temperaturbetingede bevægelser.

Principperne i duo-tage og omvendte tage kan ikke anvendes til ekstensive grønne tage, da ballasten af det grønne tag ikke er tilstrækkelig til at sikre isoleringen mod vindsug og flydning pga. opdrift.

Intensive grønne tage bør derimod opføres som duo-tage og omvendte tage, da det sikrer den bedste beskyttelse af tagdækningen.

I duo-tage ligger tagdækningen mellem to lag isolering, hvilket kan medføre et behov for en dampspærre tættere på den varme side af konstruktionen.

Isolansen over tagdækningen i duotage bør udgøre mindst 1/3 af den samlede isolans.

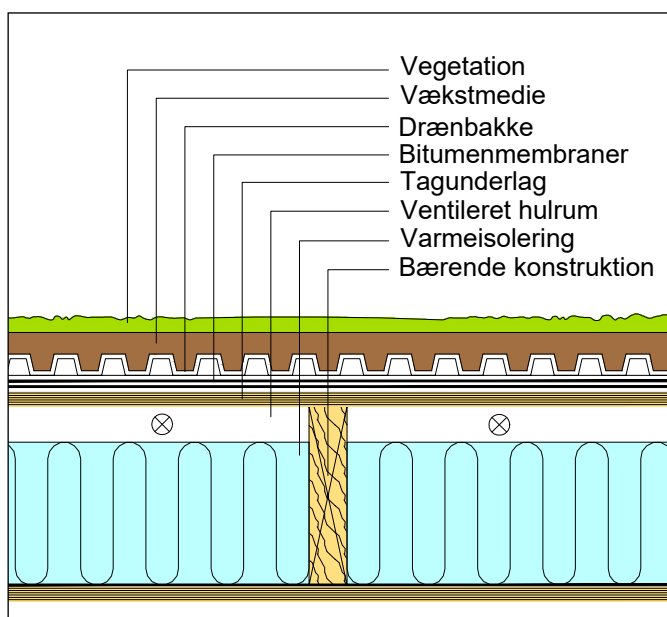
I omvendte tage ligger tagdækningen lige over den bærende konstruktion, og har derfor principielt også funktion som dampspærre. Da tagdækningen kræver et plant underlag, er det ofte nødvendigt at udføre et afretningslag eller udlægge kileskåret isolering. Dette sikrer yderligere, at der etableres et veldefineret fald mod afvandingsmuligheder.

3.2 KOLDE TAGE

Ved kolde ventilerede tage forstås en konstruktion, hvor isoleringen ligger i samme plan som den bærende konstruktion, og hvor der under tagdækningsunderlaget etableres et ventileret hulrum, se figur 3.2.1.

I kolde ventilerede tage bliver den bærende konstruktion påvirket både af ind- og udvendige forhold.

Ved etablering af et grønt tag på en kold ventileret konstruktion forekommer der en række begrænsninger, da fugtforholdene ændres i forhold til det velkendte princip uden grønt tag, se afsnit 8.2 Kolde tage.



Figur 3.2.1 Ekstensivt grønt tag på koldt tag.

4.

Tagdækning

4.1 NYE TAGE

Valg af tagpapdækning tager udgangspunkt i tagets opbygning, idet der skelnes mellem intensive og ekstensive grønne tage. Specifikationer er anført i tabel 4.1.1 og 4.1.2.

PF 4900 SBS rodhæmmende er en overpap med rodhæmmer, som fås med skiferbelægning.

PF 5200 SBS er en tagpapmembran uden skiferbelægning.

PTM BituFlex (PF 5000 SBS) er en almindelig overpap med skiferbestrøning.

Den sikreste specifikation til semiintensive og intensive grønne tage er PF 4900 SBS rodhæmmende svejseovermembran og PF 5200 SBS som undermembran.

Inddækninger udføres som udgangspunkt med specifikationer svarende til taget. Hvis inddækningerne bliver synlige, skal der dog anvendes en overpap med skiferbestrøning som beskyttelse mod sollys. Skotrender og andre områder af taget, hvor der ikke er grønt tag, skal udføres med skiferbelagt tagpap i øverste lag.

I intensive grønne tage skal der altid anvendes en rodhæmmende overpap eller en rodspærre i form af en PE-folie med svejste samlinger eller tilsvarende, der er testet efter DS/EN 13948 som rodhæmmer.

I ekstensive grønne tage kan rodhæmmende tagpap eller rodspærre undlades, hvis der foreligger en vedligeholdelsesplan, se afsnit 14.1 Vedligeholdelsesplan.

Specifikation	EN 13707	Taghældning
Overpap	Underpap	≥1:40 Retvendte tag
PTM BituFlex (PF 5000 SBS) ¹⁾	PTM DuraFlex Kombi (PF/GF 3500 SBS)	√
PF 4900 SBS rodhæmmende ²⁾	PTM DuraFlex Kombi (PF/GF 3500 SBS)	√

Tabel 4.1.1 Specifikationer, ekstensive grønne tage.

¹⁾ Ekstensive grønne tage kan udføres uden rodhæmmende tagpap, såfremt der foreligger en vedligeholdelsesplan med fjernelse af ikke-mos og sedum planter

²⁾ Tilsat rodhæmmende middel og CE-mærket i henhold til EN 13707 og testet efter EN 13948, Root penetration.

Specifikation	EN 13707	Taghældning	
Overpap	Underpap	≥1:40 Retvendte tag	≥1:100 Omvendte eller duo-tag ²⁾
PF 4900 SBS rodhæmmende ¹⁾	PF 5200 SBS	√	√
PF 4900 SBS rodhæmmende ¹⁾	PTM DuraFlex (PF 3500 SBS)	√	√

Tabel 4.1.2 Specifikationer, intensive grønne tage.

¹⁾ Tilsat rodhæmmende middel og CE-mærket i henhold til EN 13707 og testet efter EN 13948, Root penetration.

²⁾ Normalt må der for intensive tage anbefales en opbygning som omvendt tag eller duo-tag, da det giver den bedste beskyttelse af tagdækningen.

4.2 EKSISTERENDE TAGE

Ved udførelse af et grønt tag på et eksisterende tagpaptag skal det sikres, at tagdækningen er egnet til formålet og opfylder specifikationer i tabel 4.1.1 og 4.1.2.

Hvis dette ikke er tilfældet, må der udføres en ny tagdækning svarende til de anførte specifikationer. Tagdækningens restlevetid bør vurderes af en fagmand inden udlægning af et grønt tag.

4.3 FASTGØRELSE

I ekstensive tage skal tagpappen normalt fastgøres uden hensyn til vægten af det grønne tag i henhold til PTM-anvisning nr. 6 Fastgørelse af tagdækning/solceller. Hvis der gennemføres en ingeniørmæssig vurdering og beregning, kan vægten af det grønne tag helt eller delvist trækkes fra vindlasten.

I intensive tage er vægten af opbygningen normalt tilstrækkelig til at forankre taget mod vindsug. Det skal sikres, at tagpaptaget ikke blæser af i udførelsesperioden, og her kan det være formålstjenligt at forankre tagdækningen mekanisk, hvis den er udlagt løst på isoleringen.

Ved tage med hældning over 1:5 (11 grader) skal grønne tage sikres mod at skride ned med vinkelskinner fastholdt med svejst tagpapstrimmel eller tilsvarende, jf. leverandørens anvisninger.

4.4 RODHÆMMENDE EGENSKABER

Rødder fra træer, kvikgræs mv. kan over tid gro ind i overlæggene på tagpap eller direkte igennem tagpappen. For at hindre dette anvendes en tagpap fremstillet med rodhæmmet bitumen, som er tilsat et additiv, der stopper væksten. Alternativt kan som rodspærre anvendes en sammensvejt PE-folie uden additivet.

Test af rodhæmmende tagpap er en langvarig proces og udføres efter den harmoniserede testmetode i DS/EN 13948. Testen tager 2 år og udvikling af nye tagpapper til grønne tage er derfor langsommelig.

Der findes også en tysk test kaldet FLL-test, som kan tage op til 4 år, og hvorfra resultaterne kan konverteres til opfyldelse af DS/EN 13948.

DS/EN 13948 gælder for både tagpap og tagfolie og skal indgå i ydeevnedeklarationen (DoP'en).

Tagdækningen til intensive tage skal yderligere være resistent overfor rodskud (rhizomes), hvis der kan optræde begroning med f.eks. kvikgræs og bambus.

Produkter, der består DS/EN 13948, er ikke nødvendigvis sikre mod rodskud.

5.

Varmeisolering

5. VARMEISOLERING

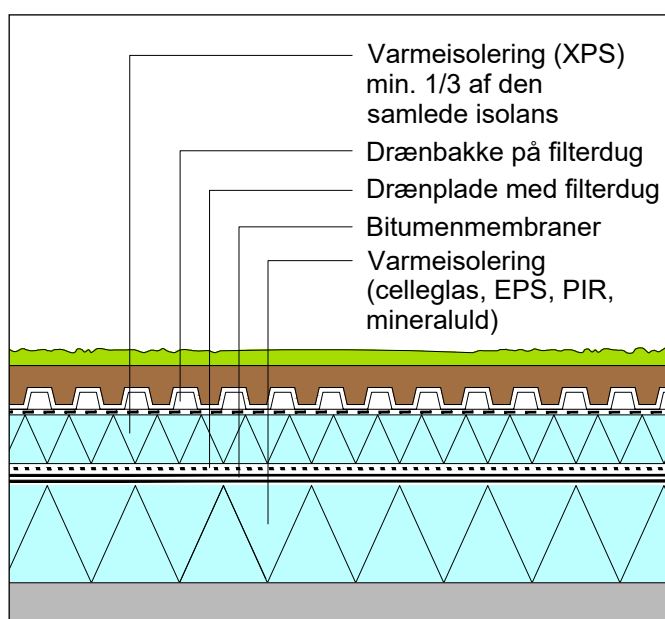
I varme tage til underlag for ekstensive grønne tage kan anvendes almindelig tagisolering med en korttidstrykstyrke ned til 40 kN/m².

I omvendte tage og duo-tage, som typisk bruges til intensive grønne tage, kan anvendes forskellige former for isolering med højere trykstyrke, se figur 5.1.

Under den vandtætte membran kan anvendes EPS (ekspanderet polystyren) i kvalitet S150 eller højere, celleglas eller PIR/PUR med korttidstrykstyrke på mindst 150 kN/m² i henhold til EN 826.

Celleglas under tagdækningen kan udlægges i varm asfalt eller specielle koldklæbere med fyldte fuger og derved udgøre et tæt lag i sig selv, således at en evt. utæthed ikke kan brede sig. De øvrige materialer under membranen udlægges normalt løst.

Over den vandtætte membran i omvendte tage og duotage anvendes XPS (ekstruderet polystyren). Vælges der en isolering af et sugende materiale, vil den i perioder i omvendte tage og duotage, være opfugtet, hvilket forringer dens termiske ydeevne, og dermed vil den ikke kunne bidrage til den samlede U-værdiberegning.



Figur 5.1 Intensivt duo-tag med isoleringstyper.

6.

Tagafvanding

6.1 EKSTENSIVE GRØNNE TAGE

Ekstensive grønne tage tilbageholder i gennemsnit 50 % af regnvandet henover året afhængig af udformning. Hvilken regnintensitet taget på en bygning skal dimensioneres for, afhænger af bygningens anvendelse og dermed risikoen for skader, samt om der tages hensyn til fremtidige klimaændringer.

Der bør normalt dimensioneres for en regnintensitet svarende til en overbelastning for hvert 10. år, hvilket svarer til en regnintensitet på 230 l/s ha. Se nærmere herom i SBI-anvisning 255 og DS432.

Grønne tage har kun begrænset effekt ved skybrud, men kan dog tilbageholde en del af regnvandet og medvirke til at forsinke afvandingen.

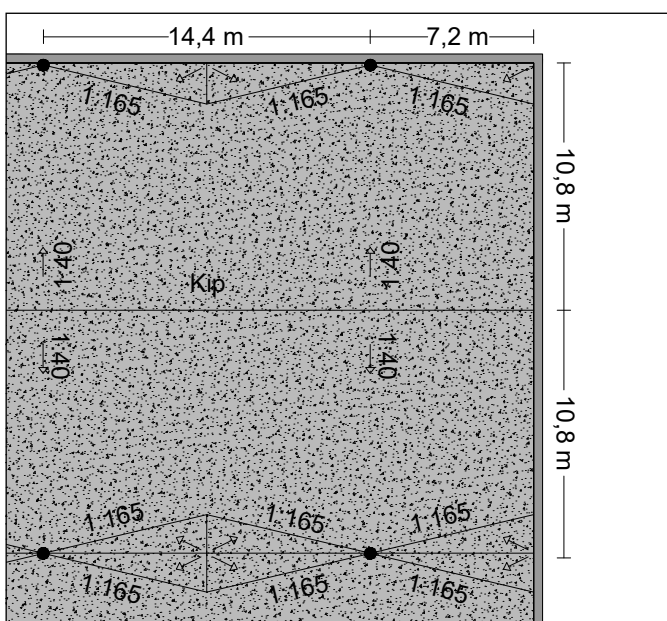
Tilbageholdelseeffekten oplyses af leverandøren for det aktuelle system, men udgør typisk 10–25 l/m². Ved nogle af de store skybrud, som vi har set de senere år, er der faldet 100 l/m² på et par timer. Man har førhen haft problemer med dræning af grønne tage, hvilket er årsagen til, at tidligere anbefalinger angiver, at afstanden mellem afløb bør halveres i forhold til traditionelle tagpaptage.

Der er imidlertid sket en udvikling af de grønne tage, og derfor er anbefalingen med flere afløb ikke længere nødvendig i de tilfælde, hvor der etableres ekstensive grønne tage efter nærværende og producenteres vejledning.

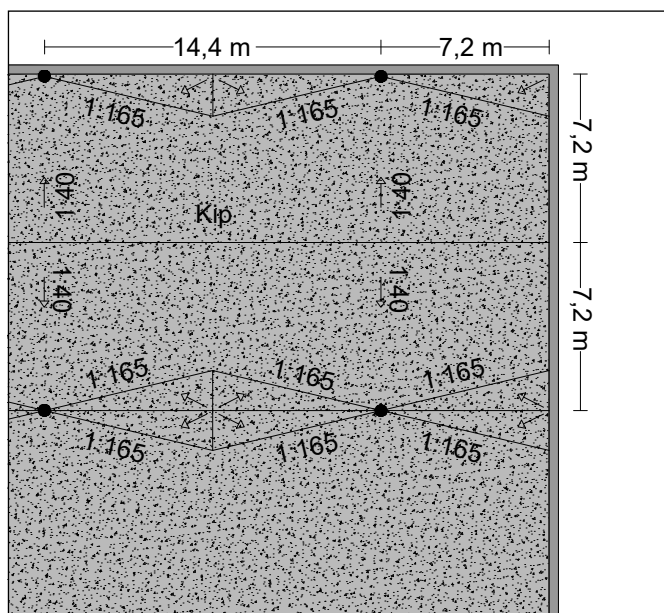
Der bør ved ekstensive grønne tage skelnes mellem systemer med hhv. vandaflædningsplader og filtmatræ.

Ved vandaflædningsplader kan en del af regnvandet afvandes under pladerne, mens regnvandet ved løsninger med filt skal afvande gennem selve opbygningen af det grønne tag. Afstanden mellem skotrende/modfaldskiler og kip bør ved løsninger med filt begrænses til 7,2 m, men kan ved systemer med vandaflædningsplader øges til 10,8 m.

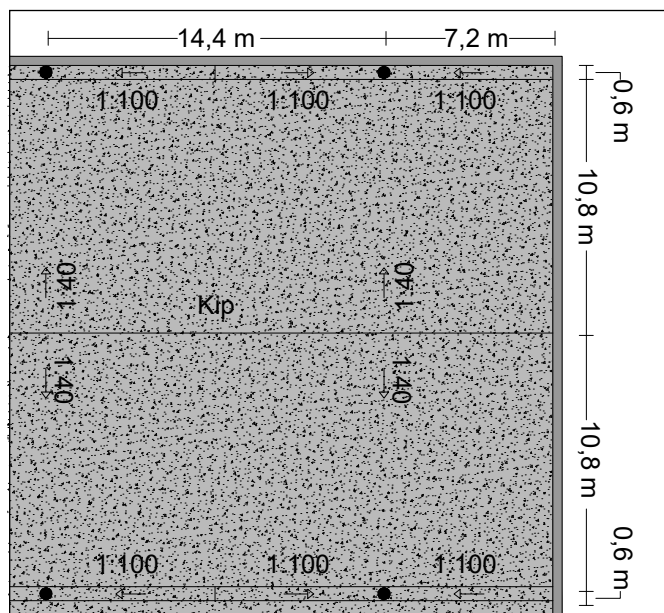
Se figur 6.1.1 til 6.1.4.



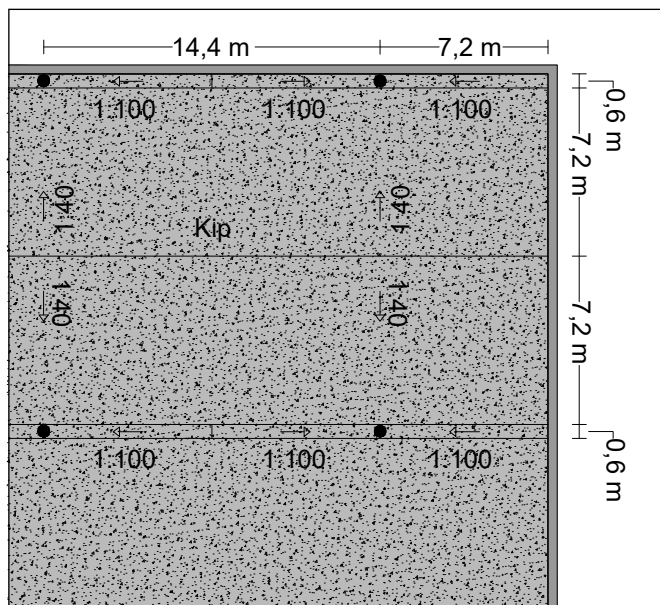
Figur 6.1.1 Tagflade med modfaldskiler, afstande gælder for ekstensive grønne tage med vandaflædningsplader.



Figur 6.1.2 Tagflade med modfaldskiler, afstande gælder for ekstensive grønne tage med filtmatte.



Figur 6.1.3 Tagflade med kasserender, afstande gælder for ekstensive grønne tage med vand-afledningsplader.



Figur 6.1.4 Tagflade med kasserender, afstande gælder for ekstensive grønne tage med filtmatte.

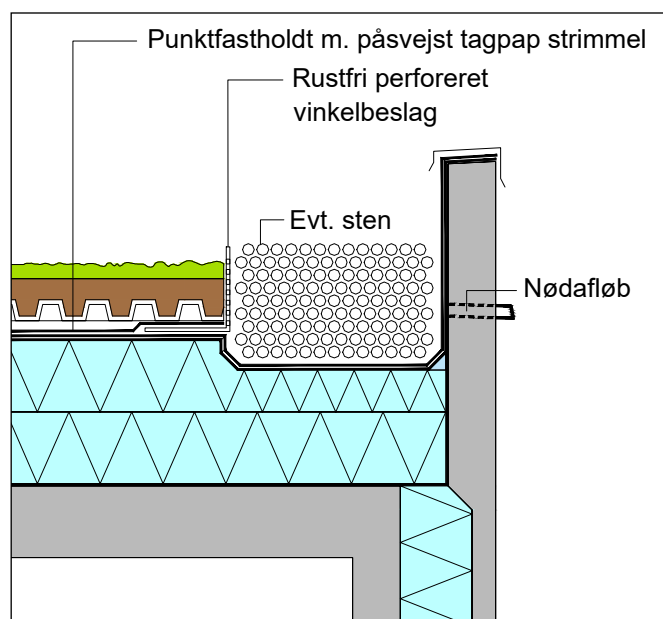
Hældningen på ekstensive grønne tage bør udføres efter samme regler som almindelige tage, dvs. med fald på min. 1:40.

I kasserender accepteres fald ned til 1:100 og i sammenskæringslinjer ved modfaldskiler accepteres fald ned til 1:165. I alle tilfælde skal lunkekrav angivet i PTM-anvisning nr. 4 Fugt overholdes.

Det er for det meste hensigtsmæssigt at holde det grønne tag væk fra skotrender og disse afgrænses derfor typisk af en slidset vinkelskinne af rustfrit stål eller søvandsbestandig aluminium, der er svejst til taget, så vandet kan passere, mens vækstmediet holdes på plads. Afgrænsning mod skotrenden har også den fordel, at planterester i skotrenden reduceres. Det må pointeres, at vinkelskinnerne ikke må fastgøres med skruer eller lignende, da dette medfører risiko for utætheder.

Det anbefales at kasserender og sammenskæringslinjer ved modfaldskiler holdes fri fra begroning. Dog kan løsninger med vandaflædningsplader føres henover sammenskæringslinjer.

Løsninger med filtmatte kan evt. suppleres med vandaflædningsplader over sammenskæringslinjer. Der kan eventuelt i kasserender udlægges stenballast af 32/64 sten uden filt, se figur 6.1.5.

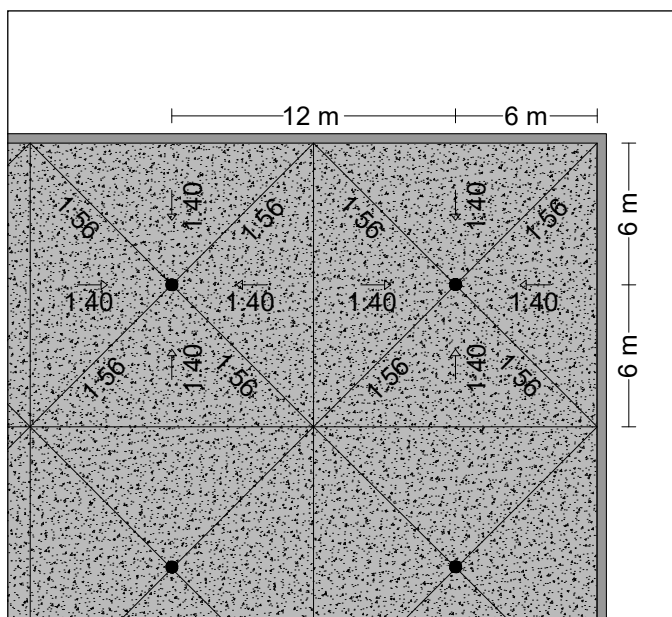


Figur 6.1.5 Stenballast i kasserende med nødafløb. Den slidsete vinkelskinne fastholdes af en påsvejst tagpapstrimmel.

6.2 INTENSIVE GRØNNE TAGE ELLER TAGHAVER

Ved intensive grønne tage bør afstanden mellem tagnedløb ikke overskride 12 m i begge retninger, se figur 6.2.1.

Det anbefales at anvende kuvertfald, men skotrender og modfaldskiler kan anvendes, hvis afvandingen sikres med vandaflædningsplader eller lignende.

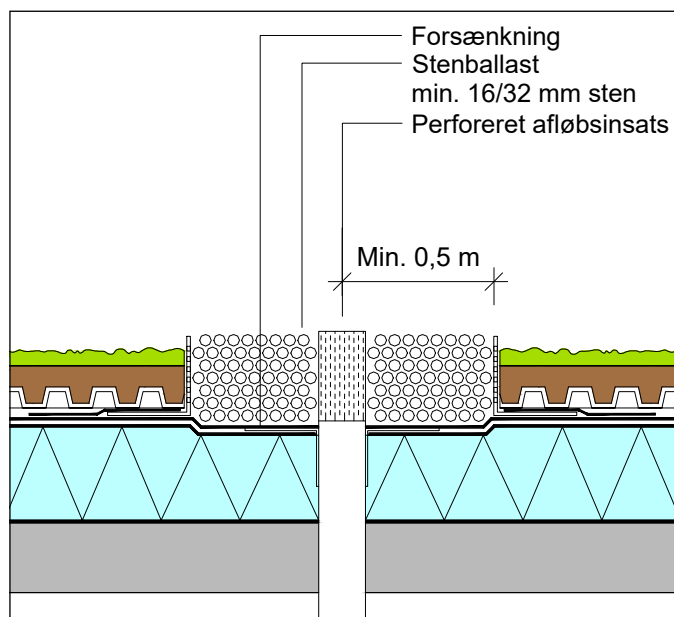


Figur 6.2.1 Tagflade med kuvertfald.

Intensive grønne tage skal forsynes med et drænlag, der sikrer afvandingen mod afløbene, se figur 5.1.

Hvis der mod anbefalingerne etableres et intensivt retvendt grønt tag, bør faldet være min. 1:40. For omvendte tage og duo-tage kan faldet reduceres til min. 1:100, hvis underlaget rettes op, så faldet er veldefineret.

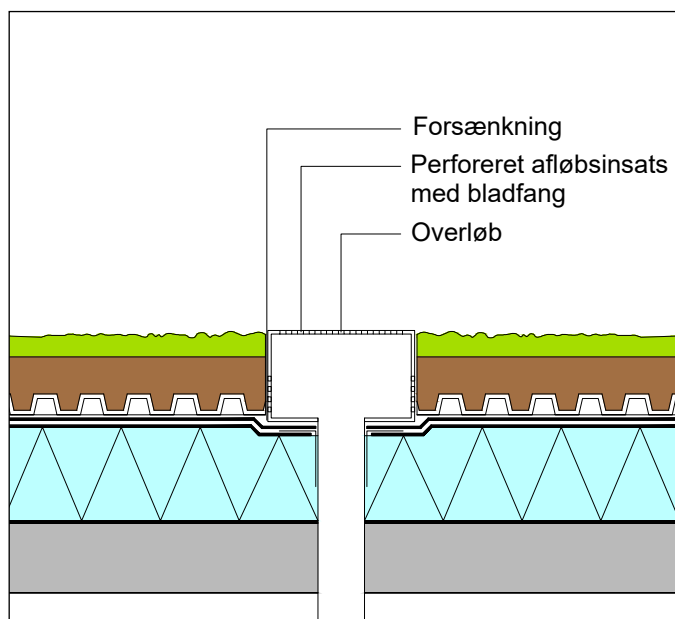
6.3 AFLØB



Figur 6.3.1 Afløb friholdt for begroning.

Afløbsbrønde skal sikres mod tilstopning, og de skal udføres, så de kan renses.

Afløbene skal friholdes for begroning i en afstand på 0,5 m, hvor der kan anvendes stenballast af mindst 16/32 mm sten, se figur 6.3.1.



Figur 6.3.2 Afløb med bladfang.

Alternativt kan anvendes et specielt bladfang, som hindrer vækstmediet i at løbe ned i tagbrønden og samtidig sikrer, at vandet kan løbe til gennem toppen, hvis siderne alligevel stopper til, se figur 6.3.2.

Tagnedløbene forsænkes som anført i PTM-anvisning nr. 4 Fugt, således at der skabes fri afvanding.

I ekstensive grønne tage kan anvendes almindelige gravitations-tag nedløb og evt. UV-afløb, men for UV-afløb skal man være opmærksom på, at den lave afløbskoefficient fra grønne tage reducerer selvrensningens mulighederne.

Ved anvendelse af UV-afløb anbefales at friholde skotrender for begroning. I intensive grønne tage bør anvendes særlige afløb beregnet til formålet og med mulighed for afvanding i alle opbygningens lag. UV-afløb anbefales ikke til intensive grønne tage.

Det er også nødvendigt at etablere nødafløb på normal vis, hvis taget er udformet som et badekar. Nødafløb placeres som hovedregel maksimum 50 mm over de normale tag afløb, og placeres lavere end laveste inddækning på taget. Nødafløb dimensioneres som angivet i PTM-anvisning nr. 4. Fugt.

Normalt anvendes et nødafløb pr. hvert andet afløb. Dimensionering af nødafløb, se PTM-anvisning nr. 4 Fugt.

7.

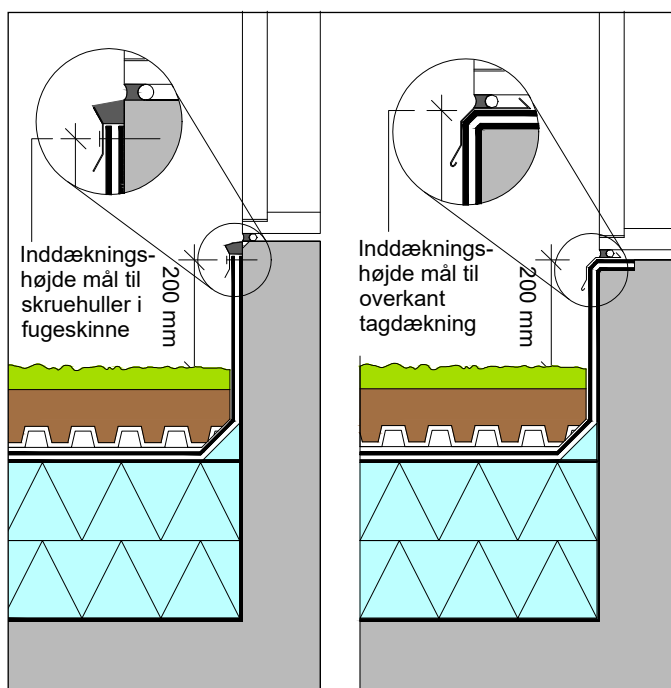
Inddækninger

7. INDDÆKNINGER

Detaljer omkring grønne tage er vigtige, og særligt ved inddækninger mod tilstødende bygninger og mod facader ud mod det grønne tag, skal der sikres tilstrækkelig inddækningshøjde.

De normale inddækningshøjder for f.eks. tagterrasser er 150 mm, men for grønne tage anbefales en inddækningshøjde på 200 mm, idet grønne tage har tendens til at vokse lidt i tykkelse med tiden. Inddækningshøjden skal forstås som højden over vækstmediet.

Det skal pointeres, at hvis der anvendes fugeskinne, er det afstanden fra oversiden af vækstmediet til skruehullerne i inddækningsskinnen, der afgør højden. Det er derfor mest hensigtsmæssigt at føre inddækningen ind i en vinduesfals, se figur 7.1.



Figur 7.1 Inddækningshøjde mod tilstødende bygninger og facader.

8.

Fugtforhold

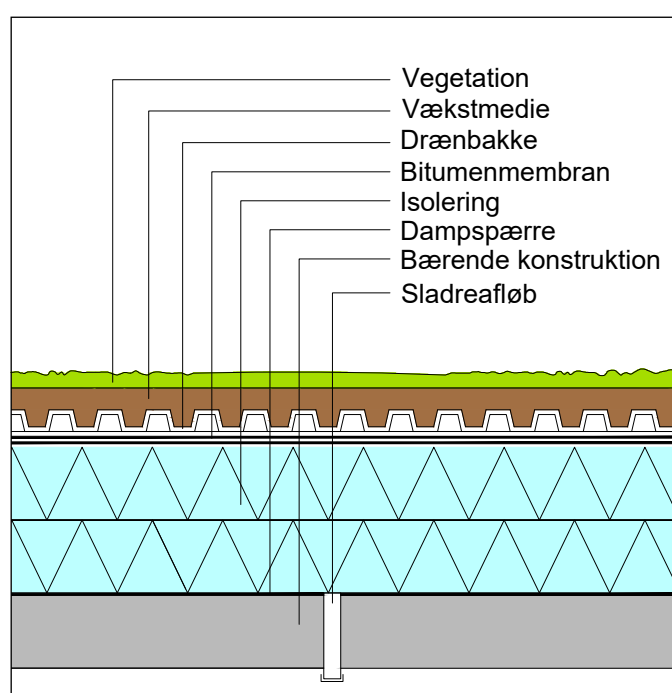
8.1 VARME TAGE

Grønne tage udføres oftest på varme tage på underlag af beton. Dette er fugtteknisk en sikker konstruktion, som et traditionelt varmt tag.

Det eneste problem ved varme tage er at sikre, at isoleringen indbygges tørt, idet eventuel byggefugt ellers bliver lukket inde mellem to diffusionstætte membraner.

Der bør være særlig fokus på tætte og veludførte inddækninger af tagkanter og gennemføringer til tilstødende bygningsdele.

Der kan evt. som ekstra sikkerhed etableres sladreafløb fra dampspærrens niveau, se figur 8.1.1.

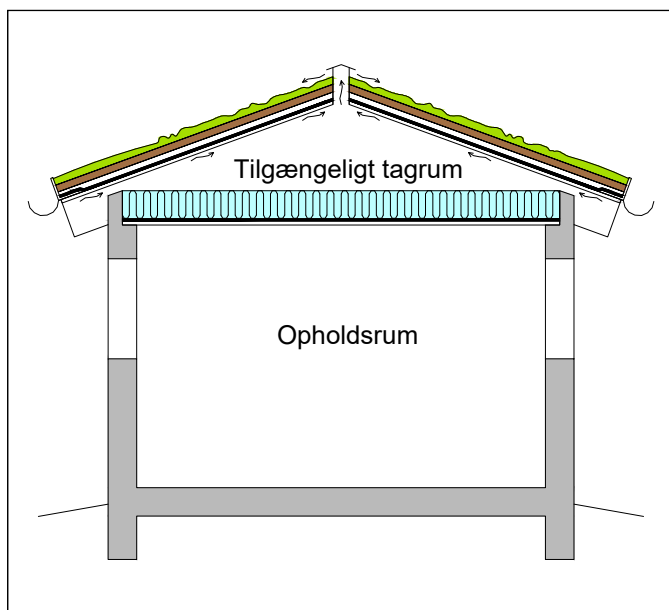


Figur 8.1.1 Varmt tag med sladreafløb.

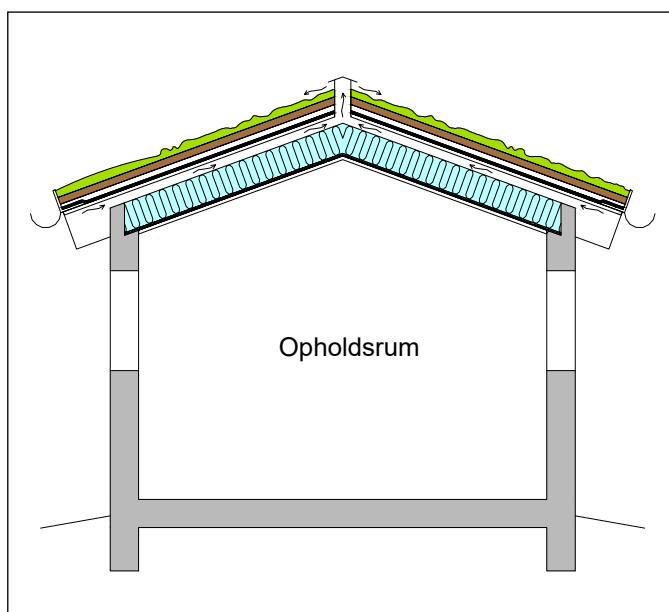
8.2 KOLDE TAGE

Ved grønne tage på kolde ventilerede konstruktioner må der skelnes mellem tage, hvor tagfladen kan inspiceres indefra, og hvor den er utilgængelig. Se figur 8.2.1 og 8.2.2.

Det kritiske ved kolde tage, der ikke kan inspiceres indefra, kan være sivende utætheder, som ikke opdages før konstruktionen er beskadiget af råd, svamp eller skimmelsvamp på grund af utæt dampspærre og/eller mangelfuld ventilation.



Figur 8.2.1 Grønt tag, der er inspicerbart indefra.

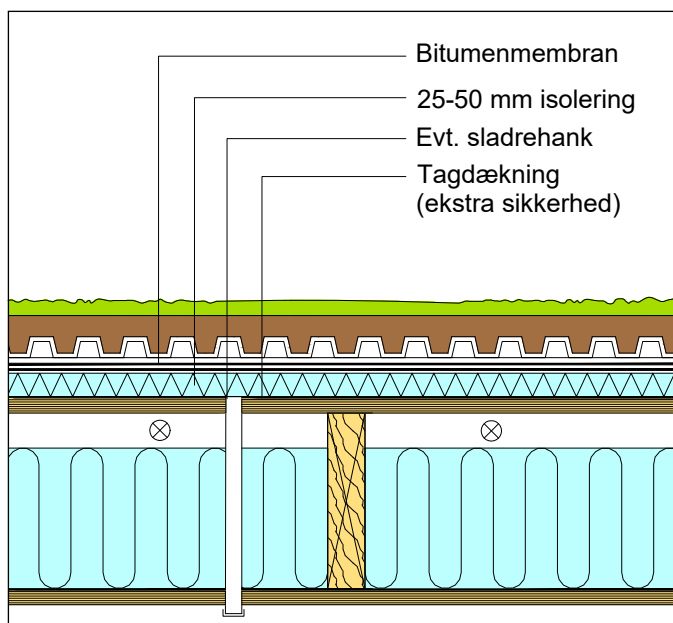


Figur 8.2.2 Grønt tag, der ikke er inspicerbart indefra.

Ved åbne tagrum kan undersiden af tagdækningsunderlaget besigtiges, og eventuelle utætheder kan opdages og udbedres, inden der sker større skade.

Ved kolde paralleltage kan taget ikke inspiceres indefra, og der skal derfor udføres særlige sikkerhedsforanstaltninger i form af fugtovervågning mv. Byggeskadefonden vurderer, at grønne tage på kolde paralleltage uden inspektionsmulighed er en risikobehæftet konstruktion.

Som ekstra sikkerhed på ikke-inspicerbare grønne tage kan der etableres et ekstra lag tagdækning på en tynd udvendig isolering, se figur 8.2.3.



Figur 8.2.3 Koldt tag med sladreafføb.

Kolde ventilerede, træbaserede paralleltag kan være mere kritiske med hensyn til etablering af grønt tag, idet det grønne tag kan påvirke ventilationsforholdene, da solopvarmningen reduceres. Til gengæld reduceres også underafkølingen af taget ved udstråling og dermed opfugtningen fra ventilationsluften. Der mangler yderligere forskningsbaseret viden, der kan dokumentere disse forhold, og fugtbalancen bør vurderes af en fugtsagkyndig.

9.

Brand

9. BRAND

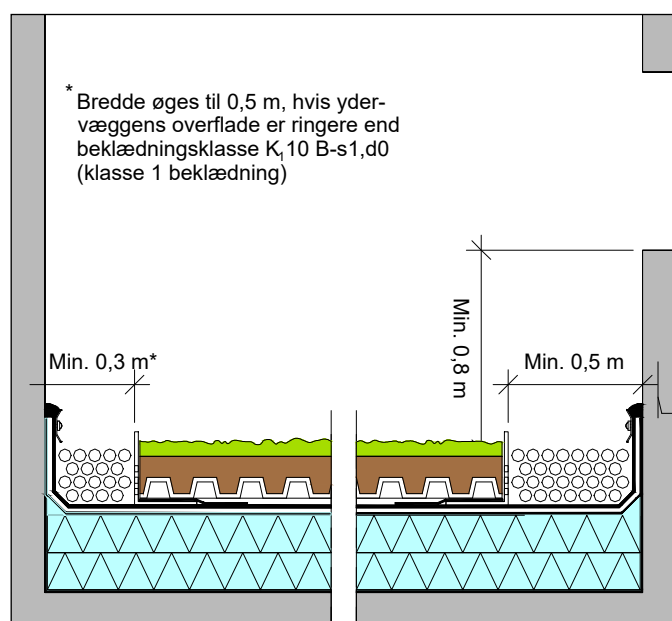
I henhold til Bygningsreglement 18 5.5.2 stk. 1 skal udvendige overflader og tage udføres på en sådan måde, at de ikke giver et væsentligt bidrag til brandspredning.

Dette er i de præaccepterede løsninger i bilag til kapitel 5 i Bygningsreglementet gjort praktisk anvendeligt ved, at en tagdækning skal kunne klassificeres som mindst $B_{\text{roof}}(t2)$.

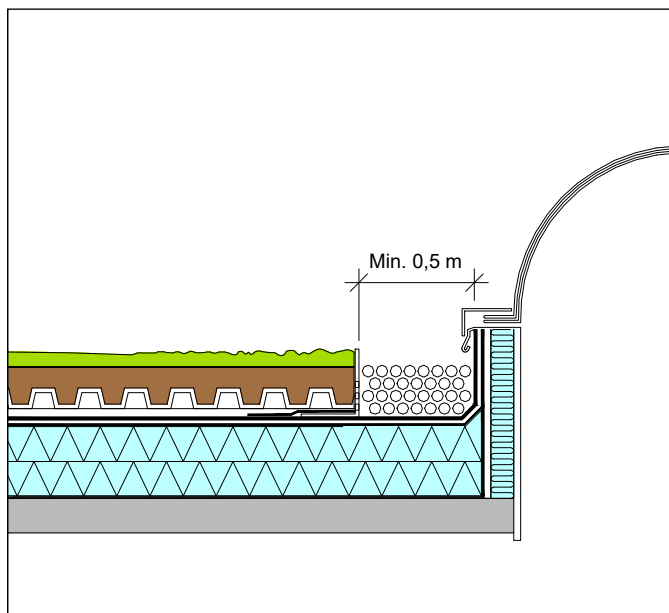
I henhold til Bygningsreglementet skal en bygnings brandsikkerhed opretholdes i hele dens levetid. Da grønne tage er foranderlige afhængig af vejrligsforhold, årstid og planternes alder, kan der være formelle problemer med at udstede klassifikationer på grønne tage som $B_{\text{roof}}(t2)$.

På trods af dette besidder flere producenter på det danske marked dokumentation for, at deres produkter til ekstensive grønne tage klassificeres som $B_{\text{roof}}(t2)$ efter prøve-metode angivet i CEN/TS 1187.

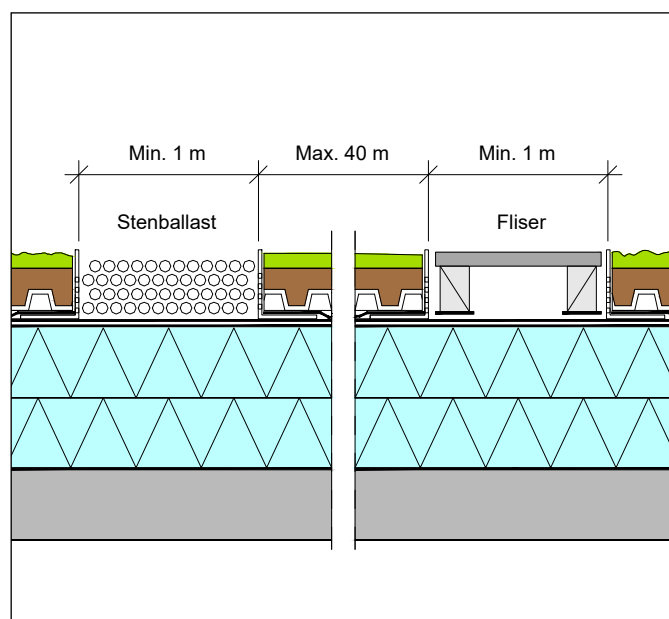
Selvom det grønne tag er klassificeret som $B_{\text{roof}}(t2)$, så bør den underliggende tagdækning være klassificeret som $B_{\text{roof}}(t2)$



Figur 9.1 Brandbælte mod tilstødende bygningsdele.



Figur 9.2 Brandbælte mod åbning i tagflade.



Figur 9.3 Brandbælte pr. 40 m tagflade.

Det kan være fornuftigt at kræve, at selve tagdækningen er $B_{\text{roof}}(t_2)$, idet brandkravene så er opfyldt i byggeperioden, og hvis det grønne tag senere fjernes. For at begrænse brandspredningen bør der udføres brandsikring med stenballast omkring ovenlys og mod tilstødende bygninger, som vist på figur 9.1 og 9.2. Der bør også anlægges brandbælter af stenballast eller fliser pr. 40 m som vist på figur 9.3. Se også BYG-ERFA-blad (27) 12 12 27.

Ved systemer til grønne tage, som har en $B_{\text{roof}}(t_2)$ dokumentation, kan brandbælter pr. 40 m evt. udelades. De brandtekniske forhold omkring grønne tage kan også vurderes ud fra de funktionsbaserede brandkrav i bygningsreglementet for det konkrete byggeri.

10.

Vind

10. VIND



Figur 10.1 Grønt tag sikret med stålnet mod kraftig blæst.

Tagflader er særlig udsatte for vindpåvirkning i rand- og hjørnezoner, hvor de udsættes for opadrettede kræfter i form af et vindsug. Erfaringer viser, at der har været anvendt løsninger, som ikke har været modstandsdygtige overfor vindpåvirkning, da de er blevet revet af tage under kraftig blæst, se figur 10.1 som forslag til løsning. Nettet fastgøres til de vandret liggende profiler, der er monteret pr. ca. 2 meter, og som skal sikre det grønne tag mod nedskridning.

Vindsuget på selve det grønne tag afhænger af muligheden for trykudligning mellem det grønne tag og selve tagdækningen. I DS/EN 1991-1-4 med tilhørende dansk Annex er det muligt at fordele vindlasten med 2/3 på tagdækningen og 1/3 på det grønne tag, hvis der anvendes vandafledningsplader, som muliggør trykudligning.

Flere anbefalinger fastslår, at der i forbindelse med grønne tage ikke bør anvendes løsninger med en fladevægt under 50 kg/m² for at sikre, at produkterne er modstandsdygtige overfor vindpåvirkning. Tyngden på 50 kg/m² refererer til taget i vandmættede tilstand.

Der skal foretages en konkret vurdering i de enkelte tilfælde, hvor faktorer som bygningshøjde, terrænkategori, vindhastighed og bygningsgeometri, i form af f.eks. murkronens højde, inddrages. I vindudsatte områder kan det grønne tag erstattes af stenballast eller betonfliser i rand- og hjørnezoner.

Forankring af tagdækning behandles i afsnit 4.3 Fastgørelse.

11.

Miljø

11. MILJØ

Grønne tage etableres og promoveres ofte på baggrund af miljømæssige årsager, herunder at nedbør tilbageholdes, der produceres ilt, tagdækningens levetid forlænges, storbyopvarmning (Urban Heat Island) reduceres, energiforbruget i eksisterende byggeri nedsættes, støvpartikler og CO₂ absorberes og der etableres et habitat for dyre- og planteliv.

Effekten af nogle af de nævnte parametre er dog endnu ikke fuldt videnskabeligt dokumenteret.

11.1 VANDTILBAGEHOLDELSE

I forbindelse med tilbageholdelse af nedbør kan grønne tage medføre, at afstrømningen reduceres og forsinkes ved nedbørshændelser. Et grønt tags vandtilbageholdelse angives ofte som en procentdel af den årlige nedbør, der falder på taget. Værdien er afhængig af det enkelte produkt, men angives ofte til omkring 50 %.

Grønne tage har dog kun begrænset effekt på skybrud, idet de kun kan optage en del af skybrudsbelastningen. Ved ekstrem regn, som vi har oplevet i den seneste periode, falder der op til 100 l/m² på få timer, og et ekstensivt grønt tag kan normalt kun optage op til ca. 25 l/m².

For tykkere grønne tage kan der anvendes tal for vandtilbageholdelse, som er dokumenteret ved prøvning, f.eks. efter FLL's prøvemethode. Alternativt kan der anvendes data, som er publiceret i litteraturen.

Et skybrud svarer i forsikringsmæssig sammenhæng til 15 l nedbør pr. m² på 30 min., mens ekstrem regn giver større nedbørsmængder end dette.

11.2 LEVETID

Grønne tage har en beskyttende effekt for tagdækningen, da solens UV-stråling afskærmes, hvilket reducerer temperaturvariationerne på tagdækningen. Derved reduceres ældningshastigheden væsentlig og dermed øges levetiden.

Levetiden for tagdækningen svarer derfor mindst til en tilsvarende konstruktion, hvor tagdækningen er frit eksponeret.

11.3 UDVASKNING AF RODHÆMMER

I de tilfælde, hvor der skal anvendes rodhæmmer i øverste lag tagpap, skal man være opmærksom på, at der evt. kan ske udvaskning af rodhæmmeren. Dette er i miljømæssig henseende normalt ikke noget problem, idet udvaskningen ligger under detektionsgrænsen.

Hvis der er tvivl, kan udvaskningen undersøges ved en såkaldt tanktest efter en foreløbig prøvningsstandard (ref.CEN/TS 16637-2).

Hvis der stilles krav til udvaskning fra vækstlaget, kan dette f.eks. dokumenteres i henhold til FLL.

Ved ekstensive grønne tage med en vedligeholdelsesplan kan rodhæmmeren udelades, idet uønskede vækster så kan påregnes fjernet, inden de gror ned i tagdækningen.

11.4 BIODIVERSITET

Grønne tage kan understøtte biodiversiteten og kan tilføre byens rum en kvalitet, som gør den til et mere attraktivt opholdssted for insekter, dyr og mennesker.

Det er muligt at planlægge med det hovedformål, at understøtte den biologiske mangfoldighed mest muligt, og danne levested for et varieret dyre- og planteliv.

Ovenstående kræver blandt andet, at vækstlagets substrater varieres, så det er muligt at have en større artsvariation af planter, som dermed kan fungere som habitat for et større spektrum af dyreliv.

12.

Renovering

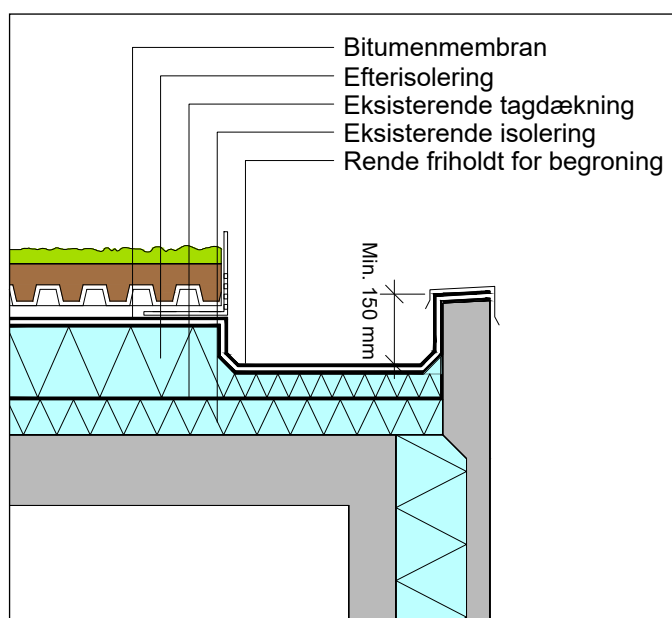
12. RENOVERING

Ved renovering af en tagkonstruktion er det, i de tilfælde forudsætningerne er til stede, nærliggende at udnytte tagfladens areal til at anlægge et grønt tag. Inden arbejdet igangsættes skal eksisterende forhold klarlægges, og det skal sikres at øvrige emner berørt i denne vejledning tages i betragtning.

Ved anlæggelse af et grønt tag på en eksisterende bygning påføres den bærende konstruktion en øget belastning, som den oprindeligt ikke er dimensioneret til at kunne optage.

I disse tilfælde vil det derfor oftest være fordelagtigt at foretrække et ekstensivt grønt tag, grundet den lavere egenvægt. I nogle tilfælde kan det være nødvendigt at udføre forstærkninger af den eksisterende bærende konstruktion.

I forbindelse med efterisolering af et varmt tag er det muligt at anlægge et grønt tag og samtidig imødekomme krav om inddækningshøjde, hvis der etableres en rende langs murkrone og tilstødende bygningsdele, som friholdes fra begroning, se figur 12.1.



Figur 12.1 Rende friholdt for begroning.

Der må ikke anlægges et grønt tag på en uventileret trækonstruktion med en fugtadaptiv dampspærre, da det ændrer fugtforholdene. Det skyldes, at det grønne tag reducerer opvarmningen af tagkonstruktionen, hvilket nedsætter den udtørrende virkning af den fugtadaptive dampspærre. Det medfører en risikofyldt konstruktionsopbygning, hvor der kan opstå fugtophobning på dampspærrens udvendige side.

Krav og specifikationer til tagdækningen er angivet i afsnit 4.2 Eksisterende tage.

13.

Tæthedsprøve

13. TÆTHEDSPRØVE

Da lokalisering af utætheder efter udlægning af grønne tage er en krævende proces, bør der særligt ved intensive grønne tage foretages tæthedsprøve af tagdækningen inden anlægsarbejdet påbegyndes.

De fleste systemer til ekstensive grønne tage kan dog forholdsvis let fjernes lokalt, hvis der skal foretages reparationer eller ændringer.

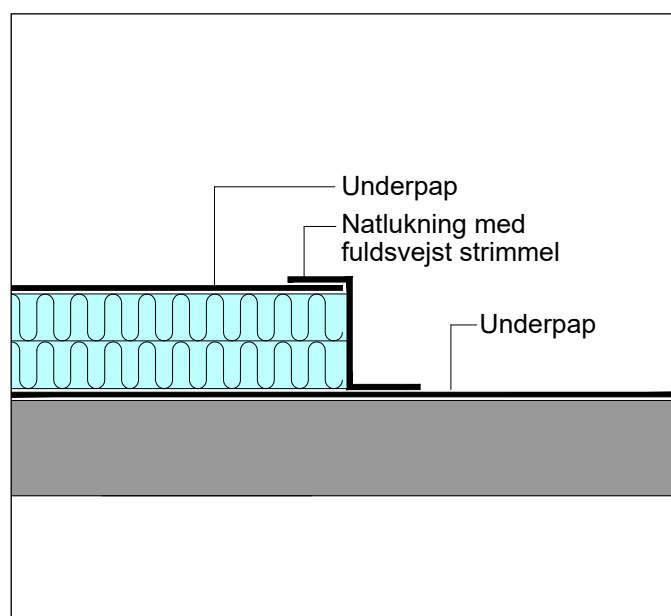
Tæthedsprøven kan udføres ved vandprøve på hele tagfladens areal, men det er ofte vanskeligt at udføre, kræver en stor mængde vand og kan medføre markante skader ved eventuelle utætheder. Vandprøver bør derfor begrænses til geometriske komplekse tagflader med vanskelige detaljer og til de områder, hvor utæthederne oftest forekommer, især ved sammenbygninger og gennemføringer.

Vandprøver udføres ved at etablere en midlertidigt vandtæt afgrænsning på de udvalgte steder, hvorefter de vandbelastes.

Hvis det varme tag er etableret i sektioner, med blivende natlukninger, vil lokalisering af eventuelle utætheder være lettere og risikoen for skader mindre.

Alternativt kan tagfladen skannes inden udlægning af det grønne tag. Dermed kontrolleres tagets tæthed for den nedbør, som tagdækningen har været underlagt i byggeperioden.

Yderligere kan der indbygges censorer eller elektrisk detekteringssystem. Erfaringer med sidstnævnte er dog endnu begrænset i Danmark.



Figur 13.1 Natsikring kan tillige anvendes til sektionering af taget - og dermed lette lokalisering af utætheder.

14.

Vedligehold

14. VEDLIGEHOOLD

Grønne tage kræver vedligehold af flere årsager, herunder for at renholde afløb, kontrollere plantevæksten og opretholde brandsikkerheden. Ved etablering af et grønt tag bør der i alle tilfælde foreligge en vedligeholdelsesplan.

Det grønne tag, herunder stenrender, brandbælter, afløb og lignende, skal tilses mindst to gange årligt, så væksten kontrolleres, brandsikkerheden opretholdes og der sikres mod tilstopning af afløb.

Vedligehold af vegetationen, herunder vanding og gødning, bør udføres i henhold til leverandørens anvisning.

14.1 VEDLIGEHOLDELSPLAN

Ekstensive grønne tage kan opføres uden rodhæmmende foranstaltninger, da rodnettets fra sedumplanter ikke kan skade tagdækningen. Med tiden kan utilsigtet plantevækst med et mere aggressivt rodnet komme til.

Derfor skal der findes en vedligeholdelsesplan, som indeholder en instruks for fjernelse af utilsigtet plantevækst. Af instruksens skal det som minimum fremgå, at det grønne tag inkl. afløb efterses og renses mindst to gange årligt.

Det anbefales, at der også til ekstensive grønne tage anvendes rodhæmmende foranstaltninger, hvis der ikke tegnes et vedligeholdelsesabonnement i forbindelse med etableringen af det grønne tag, eller hvis der ikke findes ressourcer hos byggherren til gennemførelse af en vedligeholdelsesplan.

15.

Sikkerhed

15. SIKKERHED

For at et grønt tag kan vedligeholdes, kræves det, at der kan etableres den nødvendige personsikkerhed. Det må derfor anbefales, at der etableres fastgørelsespunkter for sikkerhedsliner, som kan anvendes af vedligeholdelsespersonale.

Se nærmere om sikkerhed i Branchevejledning om tagdækning.



Phønix Tag Materialer A/S Vester Allé 1, DK-6600 Vejen
Kundeservice Vest
Kundeservice Øst

Tlf. 79 96 21 21
Tlf. 79 96 21 00
Tlf. 43 66 21 60

www.phonixtagmaterialer.dk
info@phonixtagmaterialer.dk
info@phonixtagmaterialer.dk



50 ÅRS
LEVETID
PÅ TAGPAP



MEMBER OF
BUILDING
COUNCIL
DENMARK



CLIMATEC
CONCEPT

