



GRØNNE TAK

Bygningsmessige aspekter ved prosjektering og bygging av grønne tak

Faglig ansvarlig: Knut Noreng
Revidert 2019: Jørn Emil Gaarder

INFORMASJONSBLAD Nr. 10
Utgitt desember 2019

"www.tpf-info.org

Takprodusentenes Forskningsgruppe
Sekretariat:
SINTEF Community
Byggematerialer og konstruksjoner
Høgskoleringen 7B
7465 Trondheim

Telefon: 73 59 33 90
Telefax: 73 59 33 80



Sedumtak på Comfort Hotel Square i Stavanger.
(Foto: SINTEF Community)



Takhage på Thaulowkaia i Trondheim som intensiv grønt tak med beplantninger og oppholdsarealer. (Foto: SINTEF Community)

INNLEDNING

Dette informasjonsbladet er laget av Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) og SINTEF Community. Informasjonsbladet omhandler bygningsmessige aspekter ved prosjektering og bygging av grønne, flate, kompakte tak.

HVA ER TPF?

Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) er en sammenslutning på frivillig basis av bedrifter som arbeider med taktekning i form av produksjon og leveranse av materialer eller utførelse av tekkearbeider.

Hensikten med TPF er å dekke et behov medlemmene har for forskning ved utvikling av isolasjons- og tekkesystemer, og å utgi informasjon om riktig bruk av disse.

En oversikt over hvilke bedrifter som er tilsluttet TPF finnes på hjemmesidene.



Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	3
2	KONSTRUKSJONSOPPBYGGING	3
2.1	Ekstensive grønne tak/sedumtak	3
2.2	Semi-intensive grønne tak.....	3
2.3	Intensive grønne tak/takhager.....	4
2.4	Hybride tak	4
3	BYGNINGSTEKNISKE ASPEKTER VED PLANLEGGING OG MONTASJE	5
3.1	Kontroll av takets bæreevne	5
3.2	Branntekniske forhold og anbefalte tiltak mot brannspredning.....	5
3.2.1	Torvtak.....	5
3.2.2	Ekstensive grønne tak.....	5
3.2.3	Intensive og semi-intensive grønne tak	6
3.3	Vindavblåsing	6
3.3.1	Generelt.....	6
3.3.2	Anbefalte tiltak for å beskytte mot vindavblåsing	6
3.4	Takbelegg (Membran)	7
3.4.1	Materialer.....	7
3.4.2	Tetthetskontroll av takbelegg	7
3.5	Beskyttelsessjikt og anbefalte tiltak for å beskytte takbelegget mot skader.....	7
3.5.1	Generelt.....	7
3.5.2	Generell anbefaling	8
3.5.3	Ekstensive grønne tak.....	8
3.5.4	Semi-intensive grønne tak.....	8
3.5.5	Intensive grønne tak.....	8
3.5.6	Drenerende eller fuktbevarende sjikt	9
3.6	Fordrøyende effekt.....	9
3.7	Fall og avløp.....	9
4	MONTASJE AV EKSTENSIVE GRØNNE TAK.....	12
5	REFERANSER	13



1 INNLEDNING

TPF Informerer nr. 10 er laget på oppdrag fra Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) og i nært samarbeid med prosjektet "Innhenting av kunnskap om grønne tak" utført på oppdrag fra Oslo og Bærum kommune og nettverket Framtidens byer.

TPF Informerer nr. 10 inneholder vurderinger og anbefalinger om flere tekniske aspekter vedrørende selve taket i forbindelse med prosjektering og bygging av grønne tak. Dette er tema som bør diskuteres med representanter for de respektive fagene på et tidlig tidspunkt slik at man sikrer at viktige forhold blir tatt hensyn til og unngår uønskede situasjoner. Det kan gjelde takkonstruksjonens bæreevne, branntekniske forhold, tiltak for å beskytte den vanntettende membranen mot skader i byggeperioden og under senere drift og annet. For å sikre et velfungerende og pent grønt tak bør de som skal drifte det grønne taket involveres tidlig i denne prosessen. TPF Informerer nr. 10 omtaler ikke lufta, skrå grønne tak eller tradisjonelle torvtak.

2 KONSTRUKSJONSOPPBYGGING

Grønne tak deles ofte inn i tre hovedtyper. Under hver av disse finnes det igjen undergrupper. Vi har i det etterfølgende forsøkt å omtale de mest sentrale typene, og litt om funksjonene til de ulike lagene.

2.1 Ekstensive grønne tak/sedumtak

Ekstensive grønne tak kan deles i undergrupper, rene sedumtak og tak med en blanding av sedum, urter og gress. I begge tilfellene legges vegetasjonen ofte ut som ferdige vegetasjonsmatter, eller alternativt ved at vekstmediet legges ut på taket og tilsåes der. Når det benyttes ferdig tilkjørte vekstmatter er det viktig å være klar over at mattene ikke kan ligge på pallen mer enn noen få dager.

Avhengig av klimaet på byggestedet og av fall-forhold på taket, vil det være behov for varierende oppbygging med fuktbevarende og/eller drenerende sjikt. Fuktbevarende (eller vannlagrende) sjikt holder tilbake vann som senere kan tas opp i planten, og kan bestå av knasteplater eller forskjellige typer filt. Drenerende sjikt skal sikre at overflødig vann effektivt blir ledet bort, og dermed unngå problemer med for mye stående vann i taket som kan forårsake plantedød. Fuktbevarende og drenerende sjikt kan i noen tilfeller være et og samme sjikt, og dette sjiktet vil ofte også fungere som et beskyttende sjikt. Sedumtak kan monteres på tak med ganske stor helning. For takvinkel på 0-5° benyttes et drenerende sjikt, men for takvinkel på 5-30° sløyfes ofte dette sjiktet for at takflaten skal kunne holde på mer fuktighet.

Ekstensive grønne tak som rene sedumtak er lette tak som tåler begrenset gangtrafikk for vedlikehold og skjøtsel. Ved mer trafikk må det anlegges gangstier.

Sedumtak har lav byggehøyde, ca. 30 - 90 mm, plantehøyden kommer i tillegg. Typisk total vekt til et sedumtak er ca. 35 - 50 kg/m² i tørr tilstand og ca. 50-90 kg/m² i vannmettet tilstand. Sedumtak kan bygges både som flate tak og skrånende tak, der oppbyggingen med forskjellige sjikt vil kunne variere med takfall og klima. Se eksempel på flatt sedumtak i fig 2.1 og forside.

Sedumtak kan også legges på skrå tak. Da må oppbyggingen ta hensyn til det ved at vannlagrende og/eller drenerende sjikt vurderes spesielt i forhold til takfallet, valgte sedumarter og klima på byggestedet. Ved takfall $\geq 25 - 30^\circ$ kan det også bli aktuelt å vurdere risiko for sig og behov for tiltak som sammenbinding og forankring ved hjelp av geonett eller annet.

2.2 Semi-intensive grønne tak

Semi-intensive grønne tak er en mellomting mellom et ekstensivt og et intensivt tak. De bygger noe mer i høyden enn de ekstensive takene, byggehøyde over membranen ca. 120 - 250 mm, og veier 120 -200 kg/m² i vannmettet tilstand. Semi-intensive tak er oftest flate tak, og krever mer stell og vedlikehold enn ekstensive tak. Semi-intensive tak kan utformes slik at de er beregnet for opphold av mennesker. Til semi-intensivt tak kan også løsninger med torv benyttes.

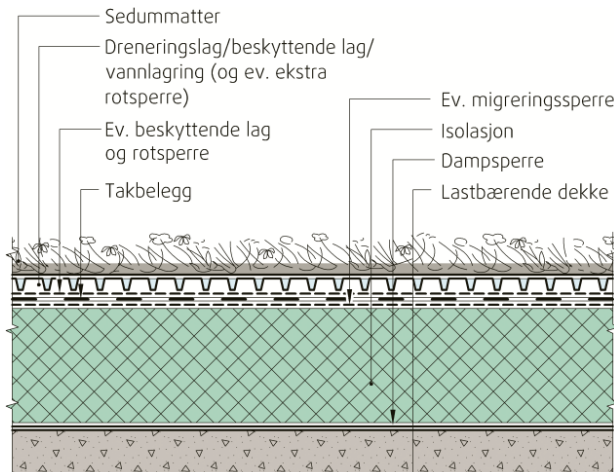
2.3 Intensive grønne tak/takhager

De intensive grønne takene er tunge tak som skal tåle menneskelig opphold og ferdsel. De intensive takene er oftest tilnærmet flate tak. Intensive grønne tak kan ha varierende tykkelse på vekstlaget tilpasset de ulike behovene til stauder, busker og trær. Typisk vekstlagstykkelse er 150-400 mm eller mer, med ekstra jordtykkelse ved store trær. Bærekonstruksjonen må dimensjoneres for den ekstra vekten det intensive grønne taket gir, og det er derfor normalt ikke mulig å anlegge et intensivt grønt tak oppå et eksisterende tak uten at konstruksjonen forsterkes. Total vekt til et intensivt grønt tak kan variere mellom 200 - 1000 kg/m² i vannmettet tilstand. Se eksempel på lagoppbygging i fig. 2.2 og eksempel på bruk på forside.

Det bør utarbeides nødvendige tegningsmateriale (plan, snitt m.m.) av prosjekterende landskapsarkitekt. Tegningene bør bl.a. vise plassering av tyngre installasjoner og ulike vekstlagstykkelser. Slike tegninger vil også være et nyttig hjelpemiddel for rådgivende ingeniør bygg (RIB) som må dimensjonere bærekonstruksjonen spesielt. En detaljert takplan vil dessuten være viktig for anleggsgartnere og driftspersonalet når taket er tatt i bruk.

2.4 Hybride tak

Hybride tak kan inneholde alle tre kategorier grønne tak med forskjellig artssammensetning og vekstlagstykkelser. Man utnytter takets bæreevne ved at f.eks. busker og trær som krever større vekstlagstykkelse plasseres over bærende konstruksjoner (vegger eller søyler).

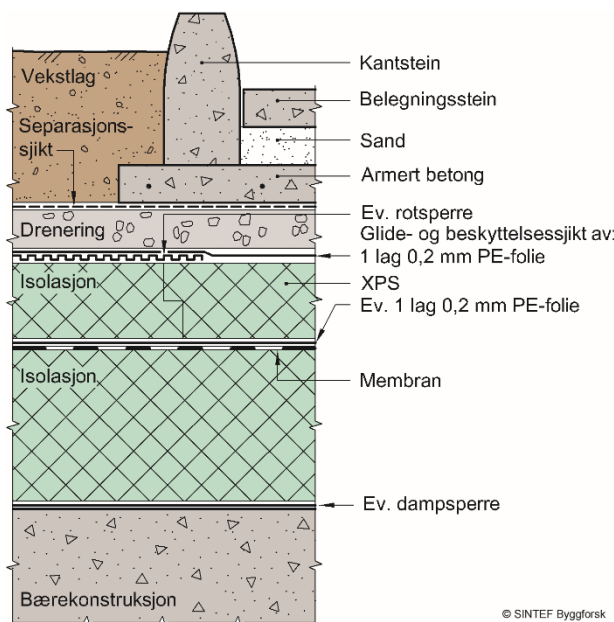


Oppbygging med forskjellige lag:

- Sedum og vekstmedium.
- Drenerende og vannlagrende lag.
- Beskyttelse av takbelegget.
- Oppbygging av selve takkonstruksjonen med membran/takbelegg som for vanlige kompakte tak.

Figur 2.1.
Typisk oppbygging av et flatt ekstensivt grønt tak. Velg en løsning som samlet gir god beskyttelse av takbelegget slik at skader bl.a i byggefasen unngås.

(Byggforskserien 544.823)



Oppbygging med forskjellige lag:

- Vekstmedium med beplantning, samt gang- og oppholdsarealer med belegning.
- Drenerende lag.
- Beskyttelse av Takbelegget.
- Oppbygging av selve takkonstruksjonen med membran/takbelegg som for vanlige, kompakte tak.

Figur 2.2

Eksempel på oppbygging av intensivt grønt tak over oppvarmet rom med overgang til gangvei som for eksempel brøytes om vinteren. Eksemplet viser en såkalt duo-konstruksjon med isolasjon både over og under takbelegget. Så vel duo-konstruksjon som rettvendte eller omvendte konstruksjoner kan benyttes. Med et glide- og beskyttelsessjikt hvor det inngår tykkere lag XPS enn 50 mm kan det ene laget 0,2 mm PE-folie sløyfes.

(Byggforskserien 525.306)



3 BYGNINGSTEKNISKE ASPEKTER VED PLANLEGGING OG MONTASJE

Dette kapitlet inneholder vurderinger og anbefalinger vedrørende flere viktige bygningstekniske aspekter som er en viktig del av planleggingsprosessen. Dette er tema som bør diskuteres med representanter for de respektive fagene på et tidlig tidspunkt slik at man sikrer at viktige forhold blir tatt hensyn til og unngår uønskede situasjoner. Det kan gjelde takkonstruksjonens bæreevne, branntekniske forhold, vindkrefter, tiltak for å beskytte det vanntettende takbelegget mot skader i byggeperioden og under senere drift, og annet. For å sikre et velfungerende og pent grønt tak bør de som skal drifte det grønne taket involveres tidlig i denne prosessen.

3.1 Kontroll av takets bæreevne

For nybygg der det grønne taket allerede er med i planleggingen, vil rådgivende ingeniør bygg (RIB) ta hensyn til denne ekstra lasten ved dimensjoneringen av det bærende dekket. Det er viktig å innhente korrekt informasjon om vekt for aktuell type grønt tak i vanntettet tilstand for bruk i beregningene.

For eksisterende bygg hvor det ønskes ettermontert et grønt tak, må den bærende takkonstruksjonen alltid kontrollberegnes for den ekstra lasten fra den grønne overbygningen. For semi-intensive og intensive grønne tak vil tilleggslasten være så stor at den bærende takkonstruksjonen normalt må forsterkes. Også ved ettermontering av ekstensive grønne tak må bærekonstruksjonen kontrollberegnes for den faktiske lasten. Det er viktig at dette gjøres selv om ekstensive grønne tak normalt ikke veier så mye. La RIB utføre kontrollen.

3.2 Branntekniske forhold og anbefalte tiltak mot brannspredning

TEK 17 sier i § 11.9 om materialer og produkters egenskaper ved brann at byggverk skal prosjekteres og utføres slik at sannsynligheten for at brann skal oppstå, utvikle og spre seg er liten, og at materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen.

Den tyske FLL-guiden (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.) sier i kapittel 6.9 om forebyggende brannvern noe om både ekstensive og intensive tak. Rent generelt slås det fast at grønne tak er vurdert å ha god motstand mot gnister og varm stråling, spesielt når det er vedlikeholdt med vanning og annet stell som klipping og fjerning av visne og tørre plantedeler.

I anbefalingene gitt i det etterfølgende er det lagt vesentlig vekt på erfaringene og retningslinjene som er nedfelt i FLL-guiden. Disse er gjennomgått som en del av foreliggende prosjekt og vurdert av SINTEF NBL og SINTEF Community i samarbeid med TPF.

For mer informasjon om bruk av brennbar isolasjon i kompakte tak, se Byggforskerseriens Byggdetaljer 525.207 og 520.339 samt TPF informerer nr. 6.

3.2.1 Torvtak

Torvtak som ikke stelles er vurdert å ha så stor risiko for antennelse og spredning av brann at det generelt ikke vil oppnå klasse B_{ROOF} (t2). B_{ROOF} (t2) er aktuell brannteknisk klasse for tak-tekninger (også grønne tak) og takbelegg på grunnlag av prøving i henhold til CEN/TC 1187 test 2.

3.2.2 Ekstensive grønne tak

Ekstensive grønne tak har normalt et lavt vedlikeholdsbehov, men har likevel god motstand mot gnister og varmestråling når følgende betingelser er oppfylt:

- Vekstmediet har en tykkelse på minimum 30 mm og har en definert mineral-sammensetning og med en mengde organisk materiale begrenset oppad til ca. 20 %.
- Oppbyggingen av det ekstensive grønne taket er prøvd og har bestått flygebrann-prøven i henhold til NS-ENV 1187 – 2.
- Vegetasjon og vekstmedium er stoppet minst 500 mm før åpninger i taket som sluk, gjennomføringer, røykluker og overlys, og erstattet med en barriere av ubrennbare materialer som stein eller betongheller.
- Vegetasjon og vekstmedium er stoppet minst 500 mm før brannseksjoneringsvegg, og erstattet med en barriere av ubrennbare materialer som stein eller betongheller.
- Vegetasjon og vekstmedium er stoppet minst 500 mm før tilstøtende bygningsdeler som vegg av eller med trebaserte materialer eller vegg med vindu der vinduskarm ligger lavere enn 800 mm over vegetasjonsdekket, og erstattet med en barriere av ubrennbare materialer som stein eller betongheller.
- Det etableres brannbarrierer med mellomrom ≤ 40 m. Slik barriere kan bestå av enten 1 m brede felt der vekstmedium og vegetasjon erstattes med ubrennbare materialer som stein eller betongheller, eller ved at brannvegg føres opp 300 mm over plantedekket.
- At det utføres vedlikehold og annet stell som fjerning av visne og tørre plantedeler og nødvendig vanning som sikrer at barrieren(e) opprettholder sin funksjon.

Det presiseres at i tak isolert med brennbar isolasjon tildekket med sedummatter skal brennbar isolasjon skiftes ut med ubrennbar isolasjon iht. bestemmelsene gitt i TPF Informerer nr. 6 "Branntekniske konstruksjoner for tak" kap. 1.4 punkt B) "Brennbar isolasjon som er tildekket". Utførelse av detaljer som gjennomføringer og tilslutninger er vist i kapittel 2 i TPF Informerer Nr. 6.

I ekstensive grønne tak må ikke det underliggende vanntettende takbelegget ha brannteknisk klasse $B_{ROOF}(t2)$ såfremt betingelsene i punkttoppstillingen over er tilfredsstillt. I situasjoner der det grønne taket ikke er lagt når bygget tas i bruk, må takbelegget likevel ha brannteknisk klasse $B_{ROOF}(t2)$, og ev. brennbar isolasjon i taket må enten være tildekket med 30 mm ubrennbar isolasjon eller være oppdelt med 2,4 m brede "gater" med ubrennbar isolasjon for hver 400 m².

Anbefalingene gitt i dette delkapittelet er dokumentert gjennom mange års tysk praksis og er i samsvar med norsk tradisjon, og kan sees på som forhåndsdokumenterte løsninger.

3.2.3 Intensive og semi-intensive grønne tak

Intensive grønne tak er vurdert å ha god motstand mot gnister og varm stråling da det normalt blir vedlikeholdt jevnlig med vanning og annet stell som klipping og fjerning av tørre plantedeler. Når dette er tilfredsstillt slik at det grønne taket ikke medfører en økt risiko for spredning av brann er det ikke nødvendig med tiltak som oppdeling eller utskifting med ikke brennbare materialer f.eks. inn mot tilstøtende fasade.

I semi-intensive og intensive grønne tak har vekstmediet en tykkelse som er større enn minimumstykkelsen 50 mm og tilfredsstillt derved behovet for tildekking av takbelegg og takkonstruksjon forøvrig. Det innebærer at takbelegget som benyttes i semi-intensive eller intensive grønne tak ikke må ha brannteknisk klasse $B_{ROOF}(t2)$. Der det grønne taket ikke er lagt når bygget tas i bruk, må takbelegget likevel ha brannteknisk klasse $B_{ROOF}(t2)$.

3.3 Vindavblåsing

3.3.1 Generelt

Vindavblåsing av grønne tak har tidligere ikke vært registrert i bransjen som et problem. Med nye typer lette ekstensive, grønne tak (sedumtak) levert som matter med vekt ca. 35 – 50 kg/m², har imidlertid avblåsninger skjedd. Det finnes ikke noen god oversikt over omfanget av avblåsningsskader. Vi er imidlertid kjent med noen tilfeller, og vi antar det skjer i et større omfang enn det vi er kjent med. I de tilfellene det har skjedd har det vært i begrensede områder på taket, helst i randsoner og hjørnesoner der suget fra vindkreftene er størst. De tilfellene av vindavblåsninger vi er kjent med ligger i hovedsak i vindutsatte strøk.

I forbindelse med nye byggesaker utføres det alltid vindlastberegninger for bygget, og også f.eks. for å beregne innfestingsomfanget av mekanisk festede takbelegg. For rådgivende ingeniør bygg (RIB) og de større takentreprenørene er det å beregne vindsuget i rand- og hjørnesoner på flate eller skrå tak velkjent. Ekstensive grønne tak legges ofte ut i ferdige matter med areal på hver matte ca. 1 m². Suget spesielt i rand- og hjørnesonene kan fort bli en god del større enn vekten av sedummatten. Når avblåsninger ikke hender oftere enn det gjør, er det fordi det skjer en viss trykkutjevning mellom over- og underside av sedummatten, men tiltak mot vindavblåsing anbefales.

3.3.2 Anbefalte tiltak for å beskytte mot vindavblåsing

SINTEF Community og Takprodusentenes forskningsgruppe (TPF) sin vurdering er at ekstensive tak der vindsuget i rand- eller hjørnesoner overstiger 3,75 kN/m² bør sikres mot vindavblåsing. I rand- og hjørnesoner mot parapet (med høyde ≥ 300 mm) kan dette gjøres ved at sedummattene erstattes med ballast i et minimum 500 mm bredt belte.

- Ved vindsug (q_f) på stedet $q_f \leq 3,75$ kN/m² kan sikringen utføres med et 50 mm tykt lag singel med diameter 16 – 32 mm.
- Ved vindsug på stedet $q_f \leq 5,0$ kN/m² kan sikringen utføres med 50 mm tykke betongheller.

Dette er samtidig de to vanligste måtene å foreta sikring mot brannspredning via parapet. Ballasten legges gjerne litt utpå sedummatten så vinden ikke så lett får tak i denne.

Ved bruk av geonett lagt inn i vekstmediet/rotsonen kan man binde mattene sammen og oppnå redusere risiko for avblåsing. Noen aktører legger ekstra ballast på sedummattene i form av 5 – 10 kg/m² stein/singel med diameter 16 - 32 mm også på andre deler av sedumtaket der erfaring tilsier at vind kan føre til problemer for sedummattene. Når veksten er god vil sedumplantene skjule singelen. En erfaring er også at sedummattene tåler høst- og vinterstormer bedre hvis det er lagt litt tidlig på året så rotsystemet har begynt å utvikle seg og feste seg.



Da det ekstensive grønne taket ikke alltid legges med en gang taket er ferdig tekket, og på grunn av en viss fare for vindavblåsning av sedummatter i kritiske soner på taket, anbefales det at takbelegg på tak med grønne ekstensive tak festes mekanisk for hele vindlasten på taket.

For mer informasjon om vindkrefter og festing av takbelegg, se Byggforskserien Byggdetaljer 525.206 og TPF informerer nr. 5.

3.4 Takbelegg (Membran)

Ordene takbelegg og membran benyttes om hverandre i bransjen. Begge ord betegner et fleksibelt vanntettende sjikt, membran benyttes ofte der takbelegget er bygget inn i en konstruksjon.

3.4.1 Materialer

Takbelegget kan bestå av ett- eller tolags asfalt takbelegg eller av 1,5 - 2,0 mm tykk takfolie. I begge tilfeller rulles takbelegget ut og legges med overlappskjøter som sveises sammen slik at takbelegget danner et vanntettende helt sjikt med tette detaljer mot gjennomføringer og tilstøtende bygningsdeler. Pass på at takbelegget får tilstrekkelig høye oppbretter og en avslutning f.eks. bak overgangsbeslag som sikrer vanntetthet. Se mer om dette i Byggforskseriens Byggdetaljer 525.207, 544.202, 544.203 og 544.204, eller TPF informerer Nr. 9.

På ekstensive grønne tak legges takbelegget som oftest løst på et underlag av isolasjon og festes mekanisk, se fig. 2.1. På semi-intensive og intensive grønne tak kan takbelegget legges løst mellom isolasjonssjikt, se fig 2.2 og 3.1. Membran av asfalt takbelegg kan også legges direkte på bærende betongdekke ved helsveising til grunnet betongoverflate. Bruk produkter som har dokumenterte egenskaper, f.eks. ved SINTEF Teknisk Godkjenning, og følg produsentens anvisninger for bruksområde og leggemetode. Ikke alle takbelegg har tilstrekkelig motstand mot gjennomgroing av røtter, noe som må kontrolleres ved valg av takbelegg og/eller separat rotspærre.

Takbelegg skal ikke være i direkte kontakt med vekstlaget og drenssjiktet. Separasjons- og beskyttelsessjikt hindrer at vekstlag og drenssjikt fryser fast til takbelegget.

3.4.2 Tetthetskontroll av takbelegg

Selv små skader i takbelegget kan utgjøre en fare for lekkasjer og skader på underliggende konstruksjon. Tetthetskontroll av takbelegg er derfor viktig, og bør vurderes gjennomført. Takbelegget settes under et vanntrykk på for eksempel 100 mm vann (målt ved sluket) i minst to døgn mens man kontrollerer om belegget er tett. Etter tetthetskontrollen holdes takflaten avstengt for all ferdsel inntil beskyttelsessjikt er lagt ut.

3.5 Beskyttelsessjikt og anbefalte tiltak for å beskytte takbelegget mot skader

3.5.1 Generelt

På tak med beplantning blir takbelegg bygd inn på en måte som gjør tilsyn, vedlikehold og reparasjoner svært vanskelig. Det er derfor viktig å dekke til takbelegget umiddelbart etter at den er lagt og eventuelt utført tetthetskontroll. Det beste er om den permanente tildekningen legges ut med en gang, og at tildekningen har en utforming som er tilpasset aktuell type takbelegg og de forventede belastningene på taket.

Både under anleggsperioden og under driften etterpå med nødvendige utskiftinger og vedlikeholdsarbeider, er et beskyttelsessjikt nødvendig for å beskytte takbelegget mot skader. Felles for alle typene grønne tak er at drift- og vedlikeholdsoppgaver (inkludert utskiftinger av planter) normalt skjøttes med håndverktøy som spade, gressklipper og kantrimmer.

Hvilken beskyttelse som er nødvendig vil likevel variere for forskjellige typer grønne tak. Semi-intensive og intensive grønne tak vil normalt kreve bedre beskyttelse av takbelegget enn ved ekstensive grønne tak på grunn av mer omfattende belastninger og ferdsel.

Beskyttelsen kan bygges opp av ett eller flere lag og i form av forskjellige materialsjikt i forskjellige tykkelser. Det er viktig å vurdere dette grundig, det er ikke her det skal spares penger. Konsekvensene i form av fuktskader kan bli svært store hvis takbelegget blir punktert eller på annen måte ødelagt under anleggsarbeidene eller f.eks. under arbeider med utskiftinger av planter i driftsfasen.

Se til at takflaten er ryddet, klargjort og fri for skarpe gjenstander som kan skade takbelegget når arbeidene med legging av det grønne taket settes i gang.

3.5.2 Generell anbefaling

For alle tak gjelder at der det benyttes et takbelegg som ikke har dokumentert rotmotstand i henhold til NS-EN 13948 eller Appendix 3 i FLL-guiden, må det benyttes ekstra beskyttelsessjikt med en rotsperre. Slik minimumsbeskyttelse kan f.eks. være plastsjikt levert på rull med tykkelse $\geq 0,4$ mm lagt med tapede omleggsskjøter.

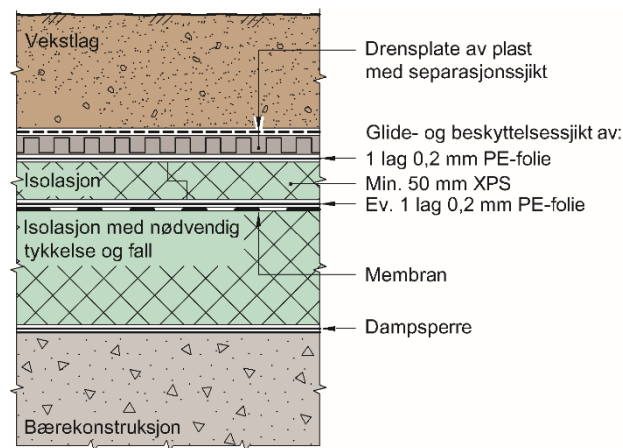
3.5.3 Ekstensive grønne tak

Rotsystemene i et ekstensivt tak er ofte ikke av en type som skader eller vokser gjennom takbelegget. Det finnes imidlertid alltid en risiko for at uønsket vegetasjon kan slå rot også på sedumtak. Derfor anbefales det alltid at det benyttes en ekstra rotsperre der takbelegget ikke har dokumentert rotmotstand. Selv der det er benyttet et takbelegg med dokumentert rotmotstand anbefaler vi at det benyttes en minste beskyttelse mot skader på takbelegget i byggeperioden eller fra drifts- og vedlikeholdsarbeider. Slik minimumsbeskyttelse kan være en kraftig filt, ev. en knasteplate eller annet plastsjikt med tykkelse $\geq 0,4$ mm lagt med løse omleggsskjøter.

3.5.4 Semi-intensive grønne tak

Belastningene på takbelegget er større på semi-intensive grønne tak enn det er på ekstensive tak, både i byggeperioden og senere under drift og vedlikehold. Vurder derfor mer omfattende beskyttelsestiltak, f.eks. ved et supplerende sjikt av filt, eller et fullverdig glide- og beskyttelsessjikt av tynnplast og 50 mm isolasjon i tillegg til knasteplate eller annet plastsjikt med tykkelse $\geq 0,4$ mm lagt med løse omleggsskjøter.

Et eksempel på utførelse er vist i figur 3.1. Eksemplet viser takbelegget plassert over mesteparten av isolasjonen, men beskyttet av et glide- og beskyttelsessjikt bestående av ett lag 0,2 mm plastfolie på hver side av et 50 mm XPS-isolasjon. Som drengslag er vist bruk av knasteplate pålimt en filt på oversiden. Denne oppbyggingen vil gi takbelegget god beskyttelse både i byggeperiode og drift mot skader fra arbeider og røtter, og samtidig så god beskyttelse at det ene laget av 0,2 mm PE-folie kan sløyfes.



Figur 3.1.

Eksempel på oppbygging av semi-intensivt (og intensivt) grønt tak over oppvarmet rom. Denne oppbyggingen vil gi takbelegget så god samlet beskyttelse at det ene laget av 0,2 mm PE-folie kan sløyfes. ([Byggforskserien 525.306](#))

3.5.5 Intensive grønne tak

Belastningene på takbelegget, både i byggeperioden og senere, kan være enda større på intensive grønne tak enn det er på semi-intensive tak, med mer omfattende beplantning, lekestativer og annet. Velg derfor beskyttelsestiltak minst som for semi-intensive tak, gjerne en ekstra beskyttelse f.eks. i form av 50 mm overliggende isolasjon. I noen tilfeller (gangsoner som brøytes, under lekestativer eller under større trær) bør armert påstøp mellom første beskyttelsessjikt og den grønne påbyggingen vurderes.

Eksempel på oppbygging av et intensivt grønt tak er vist i figur 2.2, eventuelt også fig. 3.1. Eksemplene viser takbelegget plassert over mesteparten av isolasjonen, men beskyttet av et glide- og beskyttelsessjikt bestående av ett lag tynn plastfolie på hver side av ≥ 50 mm XPS-isolasjon. Mellom drengslag med tykkelse ca. 50 mm av vasket grus eller singel med steinstørrelse 16 - 32 mm og vekstmediet anbefales et separasjonssjikt f.eks. fiberduk med vekt ca. 150 g/m² av polypropylen eller polyester som vist i fig. 2.2. Alternativt kan et drengslag av knasteplate med filt på knastene som vist i fig. 3.1 brukes. Eksemplet viser også bruk av armert påstøp som beskyttelse av takbelegget under en gangsti, og overgang til knasteplate i tillegg til glide- og beskyttelseslaget under de grønne sonene på taket.

For mer informasjon om konstruksjonsoppbygging for intensive grønne tak, se Byggforskserien byggdetaljer 525.306 og for sedumtak, se 544.823.



3.5.6 Drenerende eller fuktbevarende sjikt

Avhengig av klimaet på byggestedet, fallforhold på taket og plantetyper kan det være behov for både fuktbevarende og drenerende sjikt.

Fuktbevarende (vannlagrende) sjikt er mest benyttet i ekstensive grønne tak og holder tilbake vann som senere kan tas opp i plantene. Det kan bestå av knasteplater, forskjellige typer filt eller isolasjon av for eksempel steinull.

Drenerende sjikt skal sikre at overflødig vann effektivt blir ledet bort, og motvirke for mye stående vann i taket som kan forårsake plantedød eller andre fuktproblemer. Drenerende sjikt består ofte av spesielle dreneringsmatter eller f.eks. knasteplater med filt. Hvor stor dreneringsevne dreneringssjiktet må ha, avhenger av nedbørsforhold på stedet, størrelsen av taket som skal dreneres og takhelningen. Jo mindre fall og jo mer regn- og smeltevann, jo bedre må dreneringsevnen være.

Som regel har man behov for både en viss vannlagrende evne og en viss dreneringsevne samt beskyttelse av takbelegget. Det er vanlig å vurdere disse behovene samlet slik at valgt sjiktoppbygging med ett eller flere sjikt dekker alle tre behovene.

3.6 Fordrøyende effekt

Økt fortetting og nedbygging av grøntområder i byer fører til flere tette flater og begrensede muligheter for infiltrasjon av overflatevann til grunnen. Endringer i klimaet gir i tillegg økt nedbør og større risiko for ekstremnedbør og flom. Grønne tak kan i denne sammenhengen være et viktig tiltak for å bidra til overvannshåndteringen i urbane områder.

Grønne tak fordrøyer vann ved å redusere avrenningen og intensiteten i den. I tillegg utsetter taket tidspunktet for når den høyeste avrenningsintensiteten forekommer. Nedbør blir tatt opp av det grønne takets plantedekke før den infiltrerer ned i vekstmediet. Lagring av nedbør vil foregå til vekstmediet når sitt metningspunkt, og avrenning vil starte.

Den fordrøyende effekten til det grønne taket er avhengig av takets oppbygning (vekstmedium, tykkelse og plantedekke), nedbørens intensitet og vanninnholdet i taket før nedbør. Takets evne til å redusere avrenning er i størst grad bestemt av vekstmediets tykkelse og type. I tillegg vil typen plantedekke kunne være av stor betydning for hvor lang tid det tar for vannet når vekstmediet og mengden vann som når vekstmediet. Høyvokst eller tett gress vil for eksempel fange opp vann bedre enn sedum.

3.7 Fall og avløp

Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift – TEK 17) sier i § 13.9 og § 13-12: "Grunnvann, overvann, nedbør, bruksvann og luftfuktighet skal ikke trenge inn og gi fuktskader, soppdannelse eller andre hygieniske problemer." "Tak skal prosjekteres og utføres med tilstrekkelig fall og avløp slik at regn og smeltevann renner av. Nedbør, snøsmelting og ising skal ikke føre til skader på byggverket."

Stående vann på taket må unngås da det øker risikoen for lekkasjer og også omfanget av lekkasjeskaden hvis uhellet først er ute. Det er viktig å få til isfrie renner og sluk, for eksempel ved å benytte innvendige nedløp, samt renner og sluk plassert i en lokal forsenking som gir litt større varmegjennomgang og snøsmelting.

En bør ikke planlegge tak med avrennings- og nedløpssystemer som er basert på bruk av varmekabler. Det medfører ekstra kostnader til drift og vedlikehold, og vil ikke være en garanti eller fullgod beskyttelse mot isproblemer. Varmekabler har erfaringsmessig vist seg gjentagende å ikke løse isproblemene når det trengs på grunn av driftsproblemer, gal plassering av sensorer eller rett og slett at anlegget er slått av. Helt horisontal flate, kompakte tak bør ikke benyttes da dette ikke vil gi tilstrekkelig fall slik at regn og smeltevann renner av.

SINTEF Community anbefaler at tak alltid utføres med minimums fall på selve takflatene $\geq 1:40$. Renner bør også ha fall.

Se figur 3.2, 3.3 og 3.4.

I tillegg skal ikke nedbøyning på grunn av egenvekt og belastning på taket gi mindre fall enn de angitte verdiene. Dette sikres ved at sluk plasseres der nedbøyningen forventes å bli størst.

Det kan skje at sluk tettes på grunn av for eksempel løv eller is, og sluk i grønne tak må derfor ha inspeksjonskum for å gi lett adkomst for tilsyn og vedlikehold. For å hindre utvasking av finstoff fra vekstmediet som kan avleires i sluk eller nedløp,

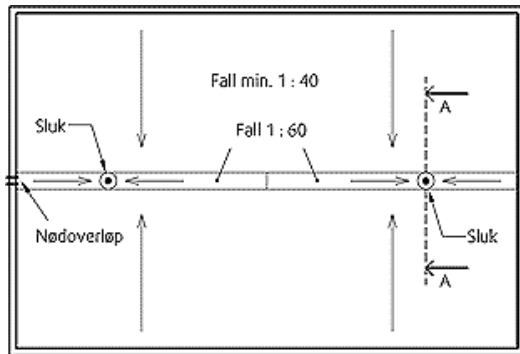


bør det være filtermasser rundt inspeksjons-kummen. Se eksempel på utførelse av inspeksjonskum i figur 3.5.

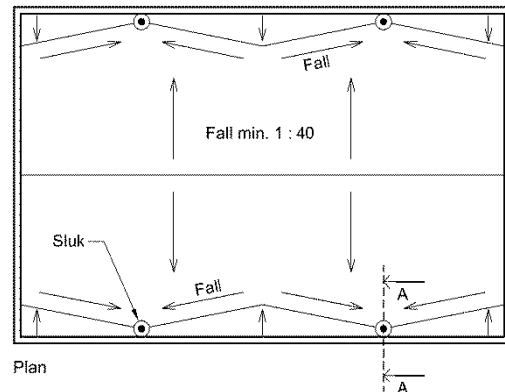
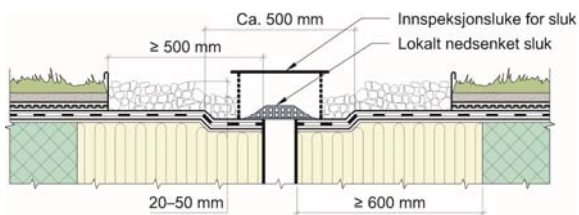
For å redusere risiko for oppstuvning av vann i tilfelle igjentettede sluk, bør alle flate tak ha nødoverløp som hindrer overbelastning. Nødoverløp plasseres helst slik at det "varsler" når slukene ikke fungerer, se eksempel vist i figur 3.6.

Byggforskseriens Byggdetaljer 525.002 og 525.207 samt TPF informerer nr. 9, del 1, gir flere detaljer vedrørende oppbygning av takkonstruksjonen for å unngå problemer med fall og avløp. Når rådene gitt i disse anbefalingene følges kan man være trygg på at kravene i TEK er oppfylt.

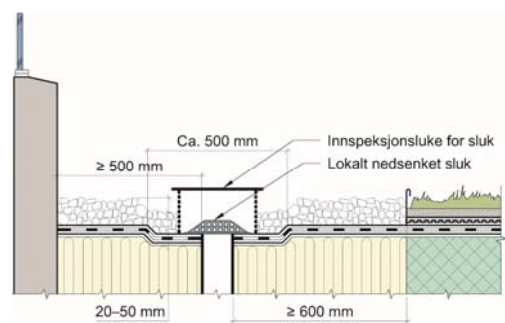
Det grønne taket vil redusere og forsinke mengden vann til avløpet, se mer om dette i kapittel om fordrøyning. Det kan derfor være mulig å redusere dimensjonene på avløpsrørene fra taket på bakgrunn av at det grønne taket vil redusere og forsinke mengden avløpsvann. Det er imidlertid ikke vanlig å gjøre dette da ekstremnedbør som kommer på et vannmettet grønt tak vil kunne gi tilnærmet samme avrenningstopp som fra et vanlig tak.



Plan

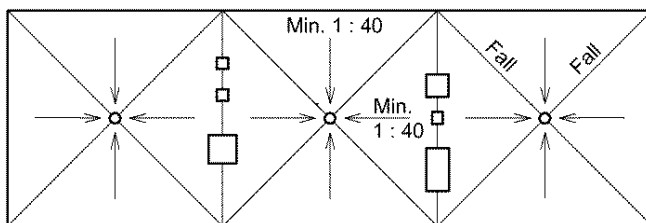


Plan



Figur 3.2
Fall mot nedsenket renne inne på taket. Hovedfallet kan være ned til 1:40. Fall i renna 1:60 anbefales, og sidehelningen i renna bør være ca. 1:1.
(Byggforskserien 525.207)

Figur 3.3
Fall mot sluk plassert ved yttervegg, og motfallskiler. Bygg opp motfall mot parapet med kiler av skrånede isolasjonsplater. Hovedfallet kan eventuelt lages ved at bærekonstruksjonen legges med fall.
(Byggforskserien 525.207)

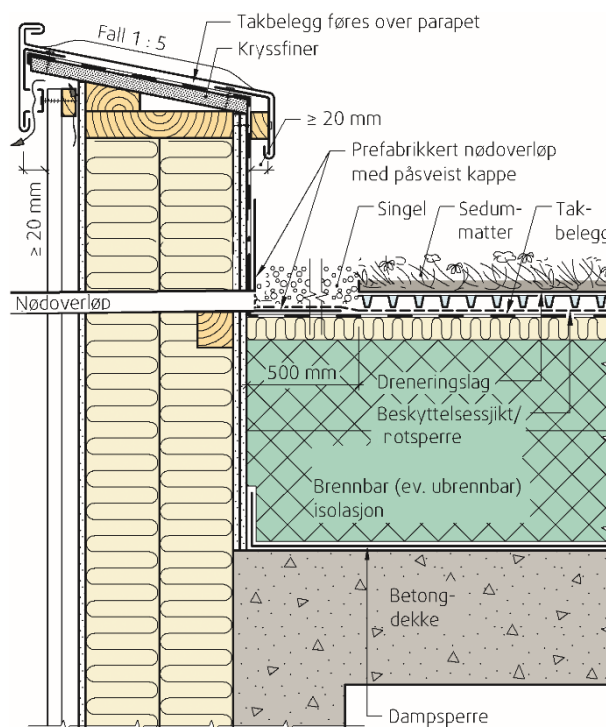


Figur 3.4
Planskisse med firesidig fall mot sluk der alle andre gjennomføringer er plassert i høybrekkene
(Byggforskserien 525.207)



Figur 3.5
Eksempel på inspeksjonsbrønn for sluk i sedumtak der det også er utskiftet med ubrennbare materialer rundt sluk og nedløpsrør.

(Foto: SINTEFCommunity)



Figur 3.6
Eksempel på plassering av nødoverløp. Det bør ligge så lavt som mulig.

(Byggforskerien 544.823)

4 MONTASJE AV EKSTENSIVE GRØNNE TAK

Før montasje av det grønne taket er det viktig at taket er rent og ryddet for gjenstander som for eksempel skruer og kapp fra blikkenslager som kan gi punktering av takbelegget. Takbelegget bør inspiseres før montering av det grønne taket, og eventuelle hull eller mangler bør utbedres før det grønne taket med tilhørende sjikt monteres. Montering av et grønt tak krever normalt kran.

Leverandørene av systemer for grønne tak stiller ofte ikke andre krav til fall og avløp på taket enn at vann må dreneres bort. Det er likevel viktig å overholde minimumskravene til fall og slukplassering med inspeksjonskum og filter rundt sluk som angitt i kapittel 3.6.

Der det benyttes prefabrikkerte vegetasjonsmatter for å etablere vegetasjon ved et ekstensiv grønt tak monteres det oftest ved at paller med vegetasjonsmatter heises opp på taket og spres utover ved hjelp av kran. Pass på at pallene eller arbeidet ikke skader takbelegget. Mattene løftes manuelt av pallene og blir lagt ut på taket.



5 REFERANSER

- [1] Grønne tak. Resultater fra et kunnskapsinnhentingsprosjekt
Knut Noreng, Marius Kvalvik, Jan Ove Busklein (SINTEF Byggforsk)
Ingrid Ødegård, Corinna Susanne Clewing, Helen Kristine French (UMB)
Prosjektrapport 104, SINTEF Byggforsk 2012.

- [2] TPF Informerer nr. 9.
Knut Noreng, Britt Galaasen Brevik og Bjørn Petter Jelle
SINTEF Byggforsk/Takprodusentenes Forskningsgruppe. Juli 2008.

- [3] Byggforskseriens byggedetaljer:
525.306 Terrasser med beplantning på bærende betongdekker
544.823 Sedumtak

- [4] Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing. English version, edition 2008.
Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.v. (FLL-guiden).

- [5] Sikring ved arbeid på tak. Minimumskrav. Revisjon 4, 21.12.2011, utgitt av NBL, Fellesforbundet og Arbeidstilsynet. Se www.TEF.no