

## 1 FORMÅL

Grønne tak er bygningstak med forskjellige former for beplantning i vekstlaget øverst på taket.

Når det gjelder regnvann er formålet med et grønt tak at beplantningen anvender en del av regnvannet, og det skjer en fordampning og forsinkelse av store deler av det øvrige vannet. Overskuddsvann fra taket kommer langsommere ned fra taket enn ved andre typer tak.

Formålet i tettere byområder kan også være at et grønt tak gir et mer variert og spennende bybilde med bedre muligheter for biologisk mangfold. Lokalt oppnås et bedre klima som følge av økt luftfuktighet og plantenes fotosyntese.

Grønne tak isolerer bygningen, så varmetapet minskes, og bygningen oppvarmes mindre om sommeren. Plantene tilbakeholder partikler og støv fra luften og taket demper støy, og den underliggende del av taket beskyttes mot solstråling, temperatursvingninger og vind, så takets levetid øker.

Det skilles mellom forskjellige typer av grønne tak avhengig av beplantning og lagtykkelser.

- Bergknappsplanter (sedum) og moser i et 30-80 mm vekstlag inklusiv et kombinert beskyttelses- og drenslag. Kalles ofte ekstensive grønne tak.
- Sedum kombinert med forskjellige blomster, gress og andre mindre urter i et vekstlag på 20-40 mm over et 80-150 mm lag med vekstmedium og drenslag. Kalles ofte intensive grønne tak.



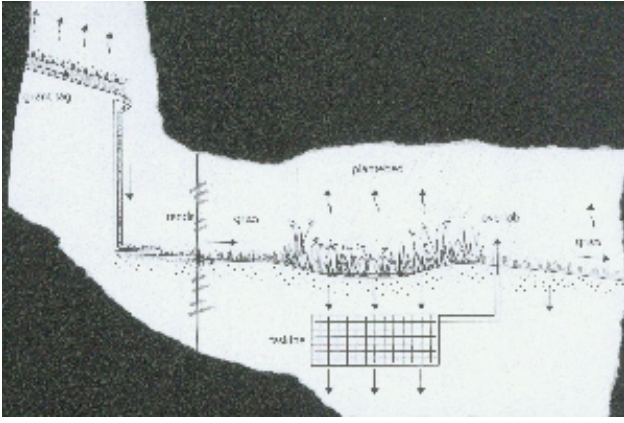
Eksempler på grønne tak.

## 2 BEGRENSNINGER

I en kommuneplan kan det ligge føringer (bestemmelser) om bruk av grønne tak ny bebyggelse. Dette skjer i bestemmelser om arealformål og hensynssoner.

Selv om grønt tak kan bli tørt, så vil det normalt ikke være noe brannfare. F.eks. vil bergknapper oppta vann i bladene. Ved en lang og tørr sommer kan tak med mye tørt gress innebære en risiko, da gresstaket ikke har tilstrekkelig brannteknisk motstand. Det skal utføres risikovurdering av muligheter for brannspredning fra gresstak. Noen leverandører har fått branntestet standardoppbygging av f.eks. tak med moser og bergknapper. Som oftest etter standarden NS-EN 13501-5:2010, og da med en brannmotstand klassifisert som  $B_{roof}(t2)$  eller  $B_{roof}(t3)$ .

Normalt anbefales det ikke å etablere grønne tak med en takhelling større enn 20-25 grader. Jmf. avsnitt 4.4.1 om befestelse av dren- og vekstlag, samt vekten av grønne tak. Ved stor takhelling vil vesentlig mer vann strømme hurtig av taket. Jo mere vann som finnes i vekst- og jordlaget i forkant av større nedbørmengder, jo mere vann vil strømme ned over taket og vekk fra taket. Derfor skal det, jmf. avsnitt 4.3, være oppsamling og videreledning av dette overskuddsvannet. Overskuddsvannet fra taket kan avhengig av plassforhold f.eks. ledes ut på et gressareal, til et regnbed eller en infiltrasjonsgrøft, eller annen form for fordrøyning og infiltrasjon i jorden. Ved slike kombinasjoner av anlegg er det mulig å anvende alt regnvann fra selv større eindommer. Se mer i VA/Miljø-blad 106: Regnbed.



Figur 1: Eksempel på avledning av overskuddsvann fra et grønt tak, til nedsiving på plen og i et regnbed/plantebed. Forsinkelse og nedsiving er supplert med en gabion av plastkassetter under regnbedet.

avslutning mot vegg mv. Avhengig av den konkrete situasjonen. Se f.eks. [www.vegtech.no](http://www.vegtech.no) /5/.

I de påfølgende kapitlene henvises det flere ganger til den tyske "Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green Roof Sites"/1/, som er den internasjonalt mest anvendte anvisning for grønne tak.

## 4.1 VANN- OG ROTTETT MEMBRAN

En vanntett membran kan være en krafing, fullsveiset asfaltpapp eller polyetylenfolie, hvor både materialet og utførelse skal være av høy kvalitet. Dette gjelder både sammensveisninger ute på takflaten og ved oppføring ved kanten av taket. Det skal sikres at membranen er vanntett over hele flaten. Det skal anvendes membraner med dokumenterte egenskaper, og leverandørens anvisninger skal medfølge.

Det er svært viktig for holdbarheten til et grønt tak, at membranen ikke skades når det grønne taket skal etableres over membranen.

Det bør være en ekstra kontroll av tetthet ved inndekninger og eventuelle gjennomføringer i taket.

Testmetode for membraner finnes i "Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green Roof Sites"/1/.

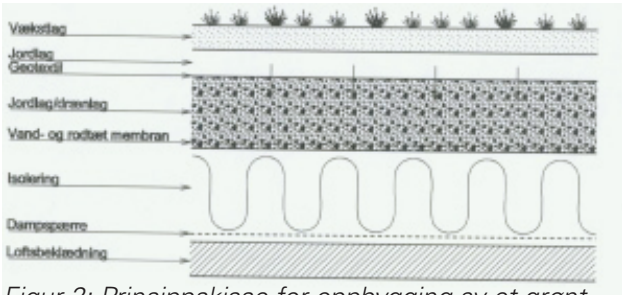
## 3 FUNKSJONSKRAV

Et grønt tak bygges opp med en vann- og rottett membran over det underliggende taket (den innvendige del av taket). Den bærende takkonstruksjonen skal dimensjoneres for vekten av planter i vekstlaget og øvrige jord- og dretnslag i vanntettet tilstand, samt snølast. Et grønt tak skal oppfylle gjeldende krav/bestemmelser i forhold til brann- og vindbelastning. Jmf. Avsnitt 4.4.

Planter skal velges sett i lys av vekstforholdene i det lokale miljøet, og det bør velges planter hvor blomstenes farger er tilpasset de nærmeste omgivelsene. Jmf. siste avsnitt i 4.2.

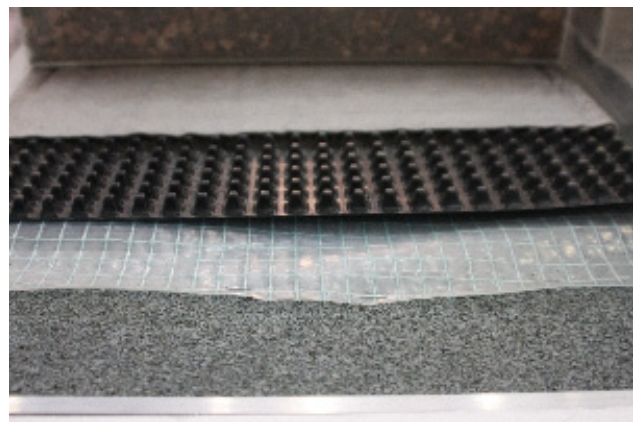
## 4 LØSNINGER

Grønne tak kan bygges opp på forskjellige måter, spesielt avhengig av type tak, jmf. under formål. Den prinsipielle oppbyggingen med vann- og rottett membran, dretnslag, geotekstil, jord-/vekstlag er vist i figur 2. Figuren viser oppbyggingen over det øvrige taket med bærende konstruksjon, samt loft med isolering, dampspærre og loftsbeledning. Den underliggende takkonstruksjonen kan også være i betong eller annen stødig og jevn overflate.



Figur 2: Prinsippskisse for oppbygging av et grønt tak.

Leverandørens anvisninger for de enkelte byggematerialer og beplantninger til grønne tak skal følges. F.eks. med hensyn til vanning av planter den første tiden, og sikring mot vind og nedgledning ved større takhelninger. Mange leverandører har også forslag til forskjellige detaljer ved takets



Eksempler på oppbygging av vekst- og dretnslag med vann- og rottett membran nederst.

## 4.2 VEKST- OG DRENSLAG

Ved sedumtak vil vekstlaget ofte være ferdige vekstmatter med planter. I vekstlag av jord sås det og plantes.

Under eller som en del av vekstlaget skal det være et vannlagrende lag. Dette laget skal sikre bevaring av fukt til plantene og utvikling av plantenes røtter. Laget skal kunne romme 20 – 30 % vann og skal ha en viss tykkelse avhengig av valgt beplantning. Jo tykkere vekst- og vannlagrende lag et grønt tak har, jo mer vann kan det romme, og jo langsommere vil vannet strømme gjennom taket. Se under formål og tabellen nedenfor.

Vekstlag på et tak skal være anderledes sammensatt enn alminnelig vekstjord. Sammensetningen er ofte av materialer som grus, knust stein, lava, pimpstein, leca samt diverse materialer av kunststoff. Det vil si materialer og en sammensetning som gir plass til vann og luft.

Drenslaget skal sikre at overflødig vann ledes effektivt bort, slik at det ikke blir stående for mye vann i taket og at planter kan dø ut. Se eksempler på foto i avsnitt 4.1. Drensvirkningen og drenslaget er spesielt viktig for bergknapper, som trives best i tynne og veldrenerende vekstlag, samt flate tak.

Ved et flatt tak ledes overskuddsvannet til taksluk/taknedløp, og ved tak med hellning til takrennen.

Materialer av spesialfilt, mineralull, lava, pimpstein og diverse kunstoffer anvendes ofte som vekstmedium og drenslag for å senke vekten. Selve drenslaget er ofte minimum 20-40 mm for å sikre en god drenering av overskuddsvann. Se tabell 1. Det legges inn en geotekstil mellom lag av grovere og finere materialer, slik at de finere materialene ikke utfyller hulrommene til de grovere materialene. Noen prefabrikerte vekstlag med planter/vegetasjonsmatter inneholder også en geotekstil.

Som vann- og rottett membran vinnes det forskjellige spesialfolier og andre spesialprodukter. Det samme gjelder for drensalg, men også for vekstmedier, inkl. "takjord"/lettvekstjord, for å oppnå lavest mulig vekt.

Drenslag utføres ofte med "knasteplast" som sikrer et meget stort hulrom. En form for mini-regnvannskassett med en hulromprosent på 80-90. Se foto i avsnitt 4.1.

Ovenstående er basert på opplysninger fra forskjellige leverandører. "Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green Roof Sites"/1/ anbefaler de nedenstående vekst- og drenslag. Anbefalingene er i hovedsak basert på jordlag, hvor det er en vesentlig mindre hulromprosent (10-20) enn ved drenslag av kunststoffer m.m. Dette medfører store forskjeller i tykkelsen på drenslaget.

Beplantning	Vekstlag i mm	Drenslag i mm
<b>Flate tak:</b>		
Mose og bergknapp*	20-50	40-70
Bergknapp og gress	80-120	100-140
<b>Tak med hellning:</b>		
Mose og bergknapp	20-50	40-70
Bergknapp og gress	100-150	120-170

Tabell 1: Anbefalte vekst- og drenslag i Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green Roof Sites; /1/ \* Sedum.

### Planter

Plantene skal kunne tåle å være utsatt fra kraftig uttørkende vind, samt temperatur og fuktighet, som kan variere mye. Fra veldig varmt til veldig kaldt og fra veldig tørt til veldig vått. Plantenes røtter må være forholdsvis korte og spre seg slik at det dannes et sammenbegrodd nett. Planter med pælerot er ikke velegnet. Grønne tak bør etableres tidligst mulig i vekstsesongen, slik at rotsystemet får etablert seg best mulig før vinteren.

De vanligste plantene er moser, bergknapp (sedum), andre urter og gress. Vekstlaget legges enten ut som ferdige matter med både vekstmedium og planter med en samlet tykkelse på 30-40 mm, eller plantene sås i et utlagt vekstmedium.

Bergknapper blir sjelden høyere enn 10 cm, mens gress blir noe høyere. Det anvendes f.eks. forskjellige blomstrede bergknapper (f.eks. hvit bergknapp (sedum album) og fjell bergknapp (sedum reflexum)).

Andre planter på tak kan være alpe rapgress (poa alpina), blåklokke (campanula redundifolia) og sandnellik (dianthus arenarius), men også forskjellige krydderurter som f.eks. timian, citronmelisse, salvie og lavendel.

Se mer i leverandørens artsliter. Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing /2/ viser til mange erfaringer om planter til grønne tak.



Eksempler på planter, og tak supplert med fuglekasser.

### 4.3 ØVRIGE FORHOLD

Vann som dreneres gjennom et grønt tak vil kunne missfarge veggene. Derfor bør, selv om vannmengden fra et grønt tak er vesentlig mindre enn et alminnelig tak, et grønt tak med helning utstyres med takrenner. Ellers vil vann dryppe ned fra taket over lengre perioder.

Det bør etableres en vekstfri sone ved taknedløp og takrenner. Spesielt hvor det skal være adgang til taket fra terreng, slik at personer kan komme opp på taket uten å skade det.

Taknedløp og takrenner bør dimensjoneres som for et alminnelig tak.



Eksempler på avslutning av grønt tak langs kanten av taket.

## 4.4 DIMENSJONERING

### 4.4.1 FORUTSETNINGER OG KRAV TIL SPESIFIKKE ANLEGGSTYPER

Vekten av det grønne takets samlede konstruksjon må vurderes nøye i hvert enkelt tilfelle. Man må ta hensyn til vannmettet tilstand, lokal snøbelastning og at den bærende takonstruksjonen kan bære samlet vekt. Vekten kan variere mye avhengig av materialer i vekst- og dretnslaget samt bygningens beliggenhet.

De letteste grønne takene med bergknapper og mose i et 30 mm vekstlag og et 10-25 mm dretnslag veier ca. 50 kg/m<sup>2</sup> (500 N/m<sup>2</sup>) i vannmettet tilstand. Disse takene er vanlige når man ønsker å bygge et grønt tak over eksisterende tak.

Et tak med gress og andre små planter inkl. 30 mm vekstlag og et 80 mm jord- og dretnslag veier

ca 130 kg/m<sup>2</sup> (1.300 N/m<sup>2</sup>) i vannmettet tilstand. Hvis det anvendes tykkere vekst- og jordlag (uten lettvekstmaterialer) kan vekten ofte være 200-300 kg/m<sup>2</sup> (2.000 – 3.000 N/m<sup>2</sup>), og evt. mer ved takhager, større busker og mindre trær.

Ved å anvende "lettvekstjord" (jord blandet med kunststoffer, lava og annet som reduserer romvekten) og/eller diverse lag av kunststoffer som "jord- og dre slag" kan vekten av det grønne taket reduseres betraktelig.

Ved takhelling større enn 15-20 grader bør det enten anvendes tynne vekstlag alene med bergknapper og moser ellers så må man sikre at det er tilstrekkelig friksjon mellom bærende takkonstruksjon og vekstlag. Evt. må det etableres innfesting, slik at vekstlaget og eventuelle tyngre jordlag ikke sklir ut.

I områder med stor vindbelastning skal spesielt lette sedummatter sikres mot nedblåsning. I rand- og hjørnesoner kan dimensjonerende vindlast (vindsug) overstige 4.000 N/m<sup>2</sup>. Jmf, Norsk Standard for belastning på konstruksjoner. For flere byggetekniske forhold henvises det til kapittel 4 i rapporten "Grønne tak, resultater fra kunnskapsinnhentingssprosjekt"/6/.

Grønne tak bør ikke etableres med mindre takhelling enn 1 grad ("flatt tak").

Grønne tak bør ikke etableres der det er mye skygge. Plantene krever lys og i skyggen kan "fremmede planter" lettere ta over. Ved flate tak og rikelig med skygge er det spesielt viktig med et velfungerende dre slag.



Takhage.

#### 4.4.2 HYDRAULISK DIMENSJONERING AV ANLEGGSTYPER

Et grønt tak reduserer vannmengden fra taket, da store deler anvendes av plantene og en del fordamper. I tillegg utsettes tidspunktet for det største avløpet fra taket (forsinkes). Under normal nedbør fanges regnvannet først av plantene. Deretter siver det ned i vekstlaget til laget er mettet med vann. Overskuddsvann forsetter ned i dre slaget og derfra til taknedløpet.

Mengden av nedbør som tilbakeholdes og anvendes av planter, samt fordampning, øker med tykkelsen av vekst- og jordlag. På årsbasis er det målt en reduksjon på 50-60% for tak med et samlet vekst- og jordlag under 100 mm. Ved tak med

vekst- og jordlag opptil 200 mm er de målt en reduksjon på 70-80 %. Ved små nedbørsmengder holdes alt vannet tilbake, mens ved større nedbørsmengder vil kun deler av regnvannet holdes tilbake. Større planter som gress og større urter, som dekker taket godt, reduserer og forsinker avrenningen mest.

Ved store takhellninger og tynne vekst- og jordlag holdes kun en mindre mengde tilbake ved meget store nedbørsfall. Det samme gjelder når taket er mettet med vann, og et nedbør starter. I disse tilfellene renner vannet hurtig nedover taket, og det oppnås en viss forsinkelse av vannet under strømmingen nedover og i gjennom takets jord- og dre slag. Den beste utnyttelse og fordrøyning av regnvannet oppnås normalt ved takhelling mindre enn 10 grader.

I Malmø er det gjennomført en stor måleserie hvor resultatet viser en reduksjon tilsvarende 50 mm/måned (vår og sommer), og en reduksjon tilsvarende 20 mm/måned (vinter uten snø).

Alt vann fra regn mindre enn 10 mm ble holdt tilbake i et grønt tak med 30 mm vekstlag med bergknapper og mose. Se "Avrinning från gröna tak" med målinger fra Malmø /4/.

Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green Roof Sites /1/ har følgende anbefalte avrenningskoeffisienter til hydraulisk dimensjonering. Avrenningskoeffisienten,  $\phi$ , er den del av regnvannet som strømmer videre fra taket. Vannmengden fra taket, som et etterfølgende anlegg skal dimensjoneres for er  $i_{dim} \times \phi \times A_{tak}$ . Her er  $i_{dim}$  den mengde regn som det skal dimensjoneres for (regntintensitet) og  $A_{tak}$  er takets areal.

Bepantning	Tykkelse på vekstlag, mm	Avrenningskoeffisient
Mose og bergknapp	20 - 40	0,60
Mose, bergknapp og andre mindre planter	60 - 100	0,50
Gress og mindre planter	150 - 200	0,40
Gressplen og større planter / mindre trær	> 500 mm	0,10

Avrenningskoeffisienter for grønne tak er avhengig av beplantning. Ref. "Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green Roof Sites" /1/

Ved store nedbørsmengder vil man ha en del overskuddsvann som ikke fordrøyes i taket. Denne vannmengden kan håndteres ved å dimensjonere regnbed, gressarelaer eller overløp til avløpsledning. Ved slike prosjekter og ved eneboliger, garasjer og uthus, samt mindre fleretasjer og forretningseiendommer kan  $i_{dim}$  settes til 180 l/s/ha (inkludert klimatillegg).

Ved flate tak skal det tas spesielt hensyn til at snøsmelting kan gi en plutselig høy avrenning.

Ved større sammenhengende bebyggelser skal det foretas en samlet hydraulisk dimensjonering av alle grønne tak, samt øvrige anlegg for lokal overvannshåndtering og eventuelt øvrige deler av avløpssystemet.

For detaljert dimensjoneringsdata henvises det til f.eks. Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green Roof Sites /1/.

## 4.5 DRIFT OG VEDLIKEHOLD

Inspeksjon og rengjøring av taksluk (flate tak), taknedløp og takrenner bør skje jevnlig. Spesielt etter store mengder nedbør og løvfall. Blader, avfall mm. fra beplantingen skal fjernes. Ved bygninger som ligger tett inntil store trær bør blader fjernes oftere.

Tak med bergknapp og mose krever minimalt med vedlikehold eller ekstra vanning. I motsetning til gress kan bergknapper tåle fullstendig uttørking.

Det tar ofte 2-3 vekstsesonger før et grønt tak er godt etablert. Det vannes etter behov 0-4 ganger det første året. Deretter kan det i ekstraordinært tørre perioder, 4-6 uker helt uten regn i sommerhalvåret, være behov for vanning. Planter som er utlagt i matter, og som har grodd før utlegging, er normalt mer holdbare og gror bedre fra starten. Døde planter erstattes etter behov for å redusere inntrenging av ugress.

Gjødsling er normalt ikke nødvendig, men det gir en større oppblomstring. Bruk langsomtvirkende gjødsling. Moser tar opp mesteparten av sin næring direkte fra luften.

Eventuelle strømningskanaler i vegetasjonslaget utbedres etter behov. Sjekk med jevne mellomrom eventuelle taknedløp gjennom takflaten og undersiden av taket, for utettheter.

Eventuelt ugress og trevekster må fjernes. Dette gjelder spesielt planter med pælerot.

Takhager med gressplen, større planter mm. Krever samme vedlikehold som en vanlig hage, og må etter behov vannes mer. Ved drift og vedlikehold er det meget viktig å ikke bruke redskap eller metoder som kan skade drengsag og membran.

Henvisninger:		Utarbeidet:	Okt 2013	Eriling Holm
/1/	<i>Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green Roof Sites, engelsk version, 2002.</i>	Revidert:		
/2/	<i>Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing, 2008.</i>	/5/	Eksempel på anvisninger fra leverandør: <a href="http://www.vegtech.no">www.vegtech.no</a>	
/3/	<i>Forschungsgesellschaft, Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V, 2002. Se <a href="http://www.fll.de">www.fll.de</a></i>	/6/	Grønne tak, resultater fra kunnskapsinnehentingsprosjekt, SINTEF Byggforsk 104, 2012.	
/4/	<i>Avrinning från gröna tak, Lars Bengtsson, Lunds Universitet, VATTEN 58, 2002.</i>	/7/	Der findes fra de senere år en lang række bøger om grønne tage. Spesielt kan henvises til <i>Green roofs in sustainable landscape design</i> , Steven L. Cantor, 2008, ISBN 978-0-393-73168-2, idet den viser mange inspirerende byggerier fra store dele af verden.	