

Grønne tage tilskrives både miljømæssige, sociale og økonomiske fordele. Derfor er de ved at blive et element i verdens moderne storbyudvikling, og de er på vej til at blive en almindelig del af den danske byggekultur. I lokalplaner landet rundt, ses stadig oftere krav om grønne tage.

Grønne tage kan bidrage til at regnvandet ikke oversvømmer kloakkerne, og de kan være med til at minimere varmeøeffekten i byerne, fordi følgerne af solens varmeindstråling begrænses. Dermed kan det blive mere behageligt at opholde sig i husene, og strømforbruget til fx aircondition kan nedsættes. Grønne tage kan også ændre oplevelsen af byrummet og skabe rekreative oaser midt i storbyen til gavn for både mennesker og dyr. Endelig kan der opnås nogle økonomiske fordele, når de grønne tagkonstruktioner fx fordobler tagmembranernes levealder. Moderne grønne tage udvikles i disse år, så de bliver stadig bedre til at løse byernes konkrete udfordringer med klimatilpasning. Samtidig er der øget opmærksomhed på, at den grønne udvikling af bymiljøer kan forbedre rammen om mange menneskers hverdag.

## HVAD ER GRØNNE TAGE?

Definitionen af grønne tage spænder lige fra lette og lave bevoksninger af mos og stenurtsplanter - **ekstensive grønne tage** - til taghaver med græsplæner og store træer - **intensive grønne tage**. Vægten kan være en udfordring. Tykkelsen og derved vægten har indflydelse på tagets artsammensætning og frodighed. De intensive grønne tage vejer typisk fra 350 kg/m<sup>2</sup> (semi-intensiv) op til 750 kg/m<sup>2</sup> - eller mere, hvis der skal plantes store træer. Mens de ekstensive grønne tage vejer mellem 50 og 150 kg/m<sup>2</sup>, når de er mættet med vand. De letteste opbygninger indeholder mosser samt få arter af planten sedum. Tungere opbygninger af grønne tage giver grobund for en vifte af sedumplanter, tørketålende urter samt vilde danske planter. Denne folder har fokus på de ekstensive grønne tage.

Grønne tage stiller nye krav til bygningskonstruktioner, og forudsætter altid specifikke hensyn til vilkårene det sted, hvor de opføres. Der skal hver gang vælges et sæt af materialer og planter, der kan give et grønt tag med god funktionalitet på stedet.

## HVORDAN OPBYGGES ET GRØNT TAG?

Vækstmediet med planterne er den ene hovedkomponent i et grønt tag. Den anden hovedkomponent er det lag, der skal opbevare vandet og lede det væk. Vand og dræn spiller nemlig en lige så stor rolle for det grønne tag som vækstmediet. Det er fordi, der skal være ekstra vandreserver til planterne, og samtidig skal der være luft til rødderne. Det er vigtigt at materialerne har en god holdbarhed og ikke er for tunge.

Videnskabeligt set er de problemer, der opstår i byer, når bylandskabet rammes af monstregn og oversvømmelser, udgangspunktet for udviklingen af nye teknologier som grønne tage. Derfor er der tale om en problemorienteret tilgang, hvor casen undersøges, data indsamles, problemerne identificeres og løsningsmodeller udvikles. De "grønne tage" er et stykke senmoderne bygnings- og klimatilpasningsteknologi under udvikling.

Tagene kombinerer teknisk-naturvidenskabelig viden med erfaringer, og virksomhederne udvikler en løsningsmodel, der medtænker lovens regulering samt sociale og økonomiske forhold. Grønne tage designes specifikt ud fra bygherrens ønsker og vilkårene på stedet. Mange byer og kommuner ser grønne tage som en del af løsningen på klimaudfordringerne, og derfor planlægger og regulerer de så teknologien "grønne tage" udvikles yderligere og bliver udbredt.

Et grønt tag opbygges derfor som en kombination af lag (et komposit), der består af: 1). Et vækstmedie med planter, der tilbageholder og forsinker vandet 2). Et tyndt lag geotekstiler, der kan forhindre fine partikler fra vækstlaget i at komme ned i drænlaget, og begrænse afstrømningen, og 3). Et lag der, skaber et vandreservoir og dræn. Det hele placeres på en tagkonstruktion med et eller flere beskyttelseslag, som forhindrer vand- og rodgennemtrængning.

De ekstensive grønne tage består primært af stenurtsplanten sedum. Sedum er en meget tørketolerant plante, som kan overleve, hvor ingen andre planter kan. Der findes 7 -9 forskellige sedumarter, som kan trives i det danske klima, men arterne stiller forskellige betingelser til bla. tykkelsen af vækstmediet. Tykkelsen på vækstmediet i DK svinger typisk fra 30 - 70 mm. Ved 30 mm. vækstmedie er det kun 1 - 2 arter som på sigt vil leve. Øges tykkelsen af vækstmediet vil artsvariationen også stige. Som vækstmedie anvendes ikke havejord fordi den er for tung og næringsrig. Der skal specialsammensættes nogle substrater, der har passende egenskaber i fht vægt, planternes forankringsmuligheder, næringsindhold, dræning o.lign.

Det lag, der skal fungere som drænlag og vandreservoir, skal have en god **permeabilitet** (gennemstrømmelighed) og **porøsitet** (hulrum til vand). Til dræn- og vandreservoirs anvendes ofte plader eller mætter i forskellige tykkelser, som kan indeholde 12 - 28 ltr. vand pr. m<sup>2</sup>.

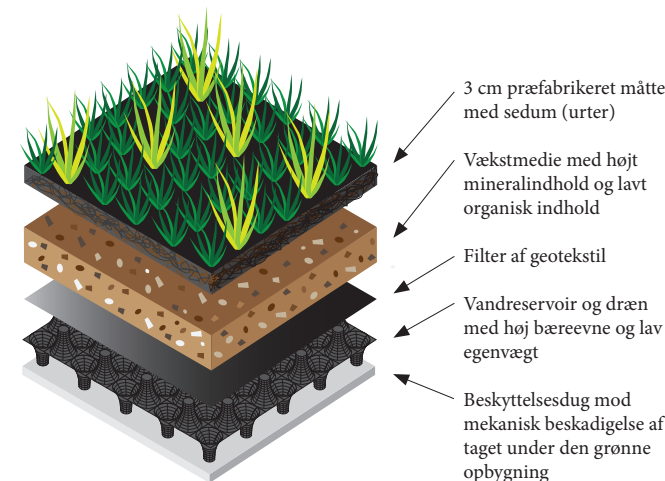
Det grønne tags evne til at tilbageholde vand er helt central. Der findes principielt 2 måder at anskue tilbageholdelse af regnvand fra grønne tage på: 1. gennem fordampning af vand fra planterne

og tagmaterialet og 2. gennem opmagasinerung af vandet samt et begrænset/forsinket afløb, der beregnes som en afløbskoefficient.

Den årlige vandtilbageholdelse kan være interessant for en modellering af et byområde eller en hel by. Idet grønne tage øger den årlige **fordampning** kan størrelsen på et overløbsbassin, som fx samler vand fra et byområde, minimeres vha. grønne tage. Fordampningen fra grønne tage afkøler endvidere luften og varmeøeffekten bliver mindre.

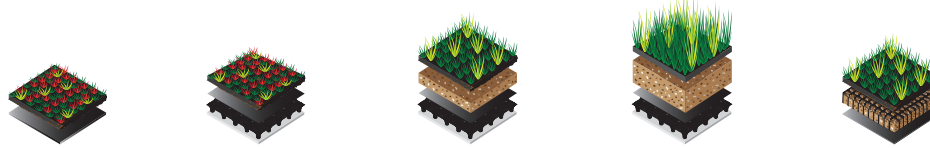
Afløbskoefficienten bruges af afløbsingeniører til at dimensionere kloakker og regnvandsledninger. Afløbskoefficienten viser hvor meget regnvand, der reelt lander i afløbet fra et grønt tag under en given regnhændelse. **Afløbskoefficienten** beregnes som et tal for hvor stor en del af vandet, der forventes at strømme fra det grønne tag, når en given regnhændelse ophører. En afløbskoefficient på 0 svarer til, at al regnen holdes tilbage på taget, mens 1 betyder alt vand løber af. Afløbskoefficienten afhænger af hvilken regn, der er tale om. Ved monstregn er koefficienten tæt på 1 og ved let regn tæt på 0. Tagets hældning spiller også en rolle. Grønne tages afløbskoefficienter opgøres for en såkaldt dimensionsgivende regn på 230 l/sek/ha i 10 min, og for ekstensive grønne tage kan de ligge fra 0,11 til 0,5.

Når et grønt tag skal projekteres, er det vigtigt at undersøge argumenterne for det grønne tag. HVORFOR ønskes et grønt tag? er det på grund af: Biodiversitet, vandtilbageholdelse, beskyttelse af membran, lovkrav eller æstetik?



Principiel opbygning af Byggros' grønne tage

## Valg mellem ekstensive grønne tage



### Opbygningssystemer til grønne tage

Vandmættet vægt ca.	ca. 40 kg/m <sup>2</sup>	ca. 50 kg/m <sup>2</sup>	ca. 100 kg/m <sup>2</sup>	ca. 150 kg/m <sup>2</sup>	ca. 100 kg/m <sup>2</sup>
Egnet taghældning	10 - 30 grader	0 - 10 grader	0 - 10 grader	0 - 10 grader	10 grader og op
Vindpåvirkning	Stor	Stor	Minimal / ingen	Ingen	Ingen
Underlag	Rodfast tagpap	Rodfast tagpap / tagfolie	Rodfast tagpap / tagfolie	Rodfast tagpap / tagfolie	Rodfast tagpap
Udførselstid	☹	☹☹	☹☹☹	☹☹☹☹	☹☹☹☹
Teknisk sværhedsgrad	+	++	+++	+++	++++
Årlig gødskning	👤👤	👤👤	👤		👤
Årlig vedligehold / tjek	👤	👤	👤	👤👤	👤
Omkostning	\$	\$ \$	\$ \$ \$	\$ \$ \$ \$	\$ \$ \$
Vandtilbageholdelse af årlig nedbør	ca. 40 %	ca. 50 %	ca. 60 %	ca. 70 %	ca. 60 %
Afløbskoefficient ved regn på 230 l/sek/ha	0,35	0,34	0,33	0,30	0,11
Biodiversitet	🌱	🌱🌱	🌱🌱🌱	🌱🌱🌱🌱	🌱🌱🌱🌱

Kilde: [www.byggros.dk](http://www.byggros.dk)

Dernæst er det vigtigt at undersøge følgende: Økonomi, tagets vægtreserver, hældningen på taget og dets konkrete placering. Spørgsmålene der rejser sig er: Hvordan forventningerne til kvaliteten skal afstemmes med de økonomiske muligheder. Hvor meget kan taget bære?(eksisterende tag). Hvor meget vil taget i givet fald veje? (nybyggeri) Er det tage med over 10 graders hældning? Og skal der derfor vælges løsninger som er friktions- og erosion sikret? Ligger taget i fuld sol eller fuld skygge? Ligger taget ved havet? På hvilken etage ligger taget?

## UNDERSØG SELV MULIGHEDER FOR GRØNNE TAGE

Det er muligt selv at arbejde innovativt og eksperimentere med, hvordan forskellige materialer – med forskellig vægt, porøsitet og permeabilitet - kan kombineres i konstruktioner af grønne tage. Plantevækstens betydning og den rolle tagets hældning kan spille, kan også undersøges systematisk. Sættes resultaterne i forhold til situationen omkring en bestemt bygning eller måske en bydel, hvor nogle specifikke forhold gældende mht. nedbørsmønstret og afstrømningsforholdene kan give problemer, kan man nå frem til nogle velbegrundede forslag til, hvordan grønne tage kan være en del af en løsning.

En anden mulighed er at etablere forsøgsopstillinger med forskellige tagbelægninger på fx cykelskure og udhuse.

## LITTERATUR OG DATA

Der findes en række danske virksomheder, som Byggros A/S, der tilbyder løsninger med grønne tage, og som har informative hjemmesider. I ”Normer for anlægsgartnere” kan der ligeledes findes nyttige konkrete oplysninger om krav til grønne tage. Mange kommuner har klimatilpasningsplaner hvori grønne tage indgår.

Vand i Byer er et netværk af forskningsinstitutioner, planlægningsmyndigheder, virksomheder m.fl. der opbygger viden og udvikler løsninger med LAR og grønne tage.

Planning guide – for grønne tage.

<http://www.byggros.com/~media/files/old/gronne-tage/dokumenter-dk/gronne-tage/diadem-gronne-tage-planlaegningsguide.pdf>

Agrotech: Håndtering af regnvand- 2013- om afløbskoefficienter fra grønne tage.

[http://www.byggros.com/~media/files/byggros/12000-groenne-tage/groenne\\_tage/da/rapport%20agrotech%20-%20afløbskoefficienter.pdf](http://www.byggros.com/~media/files/byggros/12000-groenne-tage/groenne_tage/da/rapport%20agrotech%20-%20afløbskoefficienter.pdf)

Danske anlægsgartnere: Normer og vejledning for Anlægsgartnerarbejde 2015. Danske anlægsgartnere 2015.

Skov og Landskab: Videnblade fra Park og Landskab med en række temaer om grønne tage. Park og Landskabsserien. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning. Københavns Universitet.



Faglig bidragsyder: Torben Hoffmann, teknisk ansvarlig, grønne tage, byggros - juni 2015



Redaktør: Pernille Ehlers, Rødovre Gymnasium  
Layout: Rena Gonatos, Dansk Byplanlaboratorium



Tilskud fra undervisningsministeriets udlodningsmidler



GRØNNE TAGE  
TIL BYENS VAND  
OG BIODIVERSITET