

UTFORMING AV GRØNNE TAK TIL TVERRFAGLIG FORSKNINGSBRUK PÅ
DEN NYE VETERINÆRHØGSKOLEN I ÅS

DESIGNING GREEN ROOFS FOR INTERDISCIPLINARY RESEARCH PURPOSES
ON THE NEW NORWEGIAN SCHOOL OF VETERINARY SCIENCE IN ÅS

MARIANNE GJØRV DAHL

BIBLIOTEKSIDE

INSTITUTT	Institutt for landskapsplanlegging
TITTEL	Utforming av grønne tak til tverrfaglig forskningsbruk på den nye Veterinærhøgskolen i Ås
TITLE	Designing green roofs for interdisciplinary research purposes on the new Norwegian School of Veterinary Science in Ås
FORFATTER	Marianne Gjørsv Dahl
FORMAT	A3
EMNEORD	Grønne tak, den nye Veterinærhøgskolen i Ås, bærekraftig utvikling, landskapsarkitektur, lokal overvannsdiskonering, design
KEYWORDS	Green roofs, the new Norwegian School of Veterinary Science in Ås, sustainable development, landscape architecture, on-site stormwater management, design
BEGREPSAVKLARING	Begrepsavklaring finnes på side 110.
KILDER	Fullstendig liste over kilder finnes på side 111.

FORORD

Denne oppgaven markerer avslutningen på en mastergradsutdanning innen landskapsarkitektur ved institutt for landskapsplanlegging (ILP) på Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). Oppgaven er utført våren 2012, og utgjør 30 studiepoeng. Gjennom studietiden har jeg rettet meg mot design- og detaljprosjektering.

Oppgaven tar for seg grønne tak, og det fokuseres på hvordan grønne tak til tverrfaglig forskningsbruk kan utformes på den nye Veterinærhøgskolen i Ås. Det finnes flere grunner til at jeg valgte grønne tak som tema i oppgaven. Gjennom studietiden har min interesse og mitt engasjement innen landskapsarkitektur rettet seg stadig mer mot bærekraftig utvikling, og hvordan vegetasjon kan anvendes på innovative måter. Jeg så derfor en mulighet til å fordype meg i og lære mer om grønne tak i masteroppgaven. Valget av tema ble forsterket av at det finnes relativt lite kunnskap om grønne tak i Norge, at det har potensiale for utvikling her til lands, at grønne tak gir mange fordeler for både mennesker og miljø, samt den pågående klimadebatten som innebærer større mengder og lengre perioder med nedbør i fremtiden.

Oppgaven har vært en spennende og lærerik utfordring, som jeg håper å kunne dra nytte av i mitt videre arbeid som landskapsarkitekt. Jeg håper også at den kan være til inspirasjon for etablering av grønne tak, spesielt i Norge.

I forbindelse med arbeidet med oppgaven ønsker jeg å rette en stor takk til veileder Ingrid Merete Ødegård for god oppfølging, gode råd og konstruktiv tilbakemelding. Jeg ønsker også å rette en stor takk til: Alle informanter, spesielt Annike Refvem i Link Landskap, Nils Petter Aaby i Multiconsult og Jostein Sundby i Vital Vekst.

Pappa og Jon Anders for korrekturlesing.
Alle som har kommet med støtte, motivasjon og faglige innspill.

Ås, 11.05.2012

Marianne Gjørsv Dahl



Illustrasjon nr. 1. Tre på toppen av Eugenia Place Building i Vancouver, Canada. Brukt med tillatelse fra Derek Lepper.



Illustrasjon nr. 2. Grønne tak er ofte vakre å se på. Dette bildet er fra Schiphol Plaza ved Amsterdam internasjonale flyplass i Nederland.

SAMMENDRAG

SAMMENDRAG

Byer og tettsteder fortettes og ekspanderer stadig, og i utviklingen blir gjerne bygninger og infrastruktur prioritert framfor grøntarealer. Dette har resultert i en søken etter bærekraftige løsninger, som kan gi større rom for vegetasjon i slike områder.

Målet med denne masteroppgaven er å få større kunnskap om grønne tak, samt å bruke dette til å utforme et grønt tak til forskningsbruk på den nye Veterinærhøgskolen (NVH), som ferdigstilles på UMB campus i 2018.

Oppgaven er delt i fire deler, og er en kombinasjon av teori og prosjektering. Den første delen består av en innledning som tar for seg bakgrunnen for oppgaven. Innledningen inkluderer blant annet definisjonen av grønne tak.

Neste del består av teori om hvorfor temaet er viktig og aktuelt i Norge i dag, samt hvorfor grønne tak i økende grad bør benyttes som nye utearealer. Vegetasjonsetablering på tak blir stadig mer populært i hele verden. I Norge er tendensen til å ta i bruk slike løsninger voksende, men langt fra fremtredende. Det finnes relativt lite kunnskap om moderne grønne tak i Norge, og det er behov for forskning på hvilke løsninger som fungerer her til lands. Grønne tak bidrar til bærekraftig utvikling, og gir en rekke positive effekter både for mennesker og miljø, særlig hvis de bygges i et større omfang. Samtidig er ulempene få. Grønne tak har et stort potensiale for utvikling i Norge, og bør derfor benyttes i større grad.

Tredje del av oppgaven tar for seg aktuelle forhold for løsninger av grønne tak. Dette innebærer faktorer som må tas hensyn til ved planlegging av grønne tak, og hvordan grønne tak kan bygges opp, både teknisk og designmessig. Det kreves en annen type kunnskap å forme et grønt landskap på tak i forhold til på bakkenivå. Men med riktig kunnskap og teknikk kan anleggene bli like vellykkede.

Den siste delen av oppgaven søker å løse problemstillingen gjennom prosjektering. I denne delen har jeg tatt i bruk den kunnskapen jeg har tilegnet meg i arbeidet med oppgaven.

ABSTRACT

Cities and villages condenses and expands constantly, and in the development buildings and infrastructure is often given priority over green spaces. This has resulted in a search for sustainable solutions that can provide more room for vegetation in such areas.

The aim of this thesis is to gain greater knowledge of green roofs, and to use this to design a green roof for research use at the new Norwegian School of Veterinary Science (NSVS), which will be completed at the university campus in 2018.

The paper is divided into four parts, consisting of a combination of theory and design. The first part consists of an introduction that examines the background for the thesis. The introduction includes the definition of green roofs.

The next part consists of theory about the subject's importance and relevance in Norway today, and why green roofs increasingly should be used as new outdoor areas. Vegetation establishment is becoming increasingly popular throughout the world. In Norway the trend to adopt these kind of solutions is growing, but far from prominent. There is relatively little knowledge of modern green roofs in Norway, and there is a need for research into solutions that work in this country. Green roofs contribute to sustainable development, and provides a number of positive effects for both humans and the environment, especially if they are built in a larger scale. At the same time the drawbacks are few. Green roofs have great potential for development in Norway, and should therefore be used to a greater extent.

The third part of the thesis deals with the current conditions for solutions of green roofs. This involves factors that must be taken into account in the planning of green roofs, and how green roofs can be built up, in terms of both technique and design. It requires an other type of knowledge to form a green landscape on the roof, relative to the ground. But with proper knowledge and technique, the plants will be equally successful.

The last part of the thesis seeks to solve the research question through design. In this section I have made use of the knowledge I have gained when working with the topic.

INNHALDSFORTEGNELSE

Bibliotekside	s. 2	DEL 4 - HVORDAN KAN GRØNNE TAK TIL FORSKNINGSBRUK UTFORMES PÅ DEN NYE VETERINÆRHØGSKOLEN I ÅS?	s. 57
Forord	s. 3		
Sammendrag/abstract	s. 4		
Innholdsfortegnelse	s. 5		
DEL 1 - INNLEDNING	s. 7		
Bakgrunn for valg av oppgave, avgrensing, mål og hensikt, problemstilling, oppbygging av oppgaven, metode, forskningsstatus, definisjon av grønne tak, ekstensive grønne tak, intensive grønne tak, hybride grønne tak, typer av grønne tak som har fokus i oppgaven	s. 8	Introduksjon	s. 58
		Registrering	s. 59
		Analyse	s. 63
		Konsept og overordnet idè	s. 66
		Prinsippskisser	s. 67
		Forskningsspørsmål	s. 68
		Generell beskrivelse av tekniske aspekter	s. 69
		Designforslag for tak nr. 1	s. 71
		Prosjektering av tak nr. 1	s. 72
		Prosjektering av tak nr. 2	s. 82
		Prosjektering av tak nr. 3	s. 90
		Prosjektering av tak nr. 4	s. 97
		Grov vektberegning	s. 104
		Konklusjon	s. 108
		Etterord	s. 109
DEL 2 - HVORFOR ER GRØNNE TAK AKTUELT I NORGE I DAG?	s. 15		
Introduksjon	s. 16	Begrepsavklaring	s. 110
Historie	s. 17	Kilder	s. 111
Dagens status	s. 18	Vedlegg 1	s. 119
Fordeler med grønne tak	s. 19		
Ulemper med grønne tak	s. 25		
Utfordringer med grønne tak i Norge	s. 26		
Oppsummering	s. 27		
DEL 3 - HVA MÅ TIL FOR AT ET GRØNT TAK SKAL BLI VELLYKKET I NORGE?	s. 29		
Introduksjon	s. 30		
Faktorer å ta hensyn til	s. 31		
Utforming av tekniske løsninger	s. 35		
Designutforming	s. 40		
Referanseprosjekter	s. 48		
Oppsummering	s. 54		

DEL 1

INNLEDNING

INNLEDNING

BAKGRUNN FOR VALG AV OPPGAVE

I dag fortettes og ekspanderer tettbebygde områder på samme tid, noe som gjerne fører til at det stadig blir mindre plass til grønne utemiljøer. Dette er ofte et resultat av at bygninger og infrastruktur prioriteres framfor grøntområder. Sterile byer og tettsteder med lite vegetasjon gir innbyggerne redusert livskvalitet. En løsning på dette kan være å utnytte for eksempel bygningers tak til vegetasjonsetablering. Dette kan gi mange fordeler og redusere mange miljørelaterte problemer. Grønne tak er svært aktuelt i dag i alle verdensdeler, og vegetasjonen ses i dag ikke bare på som et vakkert innslag i bymiljøer, men også som en løsning på tekniske problemer (Veg Tech, 2012).

I løpet av studietiden har min interesse for faget rettet seg sterkt mot bærekraftig utvikling, og hvordan vegetasjon kan bidra til noe positivt for mennesker og miljø. Grunnen til at jeg har valgt å skrive om grønne tak er at jeg ønsket å få kunnskap om hvordan grønne tak kan bidra til en bærekraftig utvikling i tettbebygde områder, at det er få moderne grønne tak her til lands, at grønne tak har potensiale til utvikling i Norge, og at det er et behov for forskning på slike anlegg i landet (NVE, 2010).

AVGRENSNING

Grønne tak er et stort tema som kan være interessant å studere innenfor flere studieretninger ved Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB). Det undervises og forskes lite på dette temaet ved universitetet, men flere studenter som har tilhørt samme institutt som meg, har skrevet masteroppgave om grønne tak. For å komme fram til en

god og tydelig løsning på problemstillingen, har jeg avgrenset oppgaven.

Tidlig i prosessen med oppgaven var jeg inne på tanken om å prosjektere grønne tak til tverrfaglig forskningsbruk. Etter min mening er det viktig å ha et sted der det kan forskes på grønne tak, slik at forelesere, forskere og studenter, samt aktører innen bransjen, kan lære av dette og bruke resultatene til å utvikle standarder og retningslinjer.

Denne masteroppgaven handler om vegetasjon på tak, men ikke for eksempel på lokk. Grunnen til det er at oppgaven går ut på å prosjektere vegetasjonsoppbygging på tak, og begrenses av det. Jeg ønsket å bruke en av bygningene på UMBs campusområde som utgangspunkt for prosjekteringen, på grunn av at mange ulike faggrupper ved universitetet kan ha nytte av grønne tak til forskningsbruk. I tillegg er UMB kjent som "det levende universitetet" (Rybakken, 2008), noe som gjør at et tak med levende beplantning passer inn. I og med at jeg ønsket å lage et prosjekt som realistisk sett kan utføres hvis interessen og ressursene er tilstrekkelige, falt valget mitt på den nye Veterinærhøgskolen i Norge (NVH), som skal knyttes opp mot UMB, og ferdigstilles på UMBs campusområde innen 2018 (Elton, 2011).

Det er viktig å være klar over de strukturelle kravene ved å bygge et grønt tak, og i oppgaven har jeg forklart tekniske aspekter og utfordringer ved å tilføre vegetasjon på tak. Men på grunn av at dette ikke er mitt fagområde vil jeg ikke gå for dypt inn i denne delen. Jeg har også sett bort fra prosessen fra planlegging til bygging av grønne tak, fordi det ble for omfattende å fordype seg i. Min oppgave handler både om naturvitenskapelige aspekter ved grønne

tak, samt estetikk og funksjonalitet i forhold til den bruken anlegget skal ha. På denne måten kan anleggene interessere flere studieretninger ved UMB.

MÅL OG HENSIKT

Målet med denne oppgaven er å få større kunnskap om grønne tak, samt å bruke dette til å utforme grønne tak til forskningsbruk på den nye Veterinærhøgskolen (NVH) ved UMB, så realistisk som det er mulig. Forsøkstakene skal først og fremst prosjekteres med tanke på undervisning og forskning knyttet til de ulike studieretningene ved UMB. Flere fagmiljøer vil ha nytte av forsøksanleggene gjennom for eksempel forskning på og studering av plantevekst, vekstmedium, botanikk, hydrologi, byggeteknikk og dyrking av mat. Jeg håper at mine forslag til løsninger kan fungere som en inspirasjon til å planlegge og bygge flere grønne tak, spesielt i Norge.

PROBLEMSTILLING

Oppgaven går ut på å løse følgende problemstilling:

Hvordan kan grønne tak til tverrfaglig forskningsbruk utformes på den nye Veterinærhøgskolen i Ås?

For å komme frem til en løsning på problemstillingen har jeg hentet inn teori med bakgrunn i hvorfor grønne er tak aktuelt i Norge i dag, og hva som må til for at et grønt tak skal bli vellykket her til lands. På den måten kunne jeg se på behovet for utvikling av grønne tak i Norge, og hvordan et slikt tak til forskningsformål kan utformes.

OPPBYGGING AV OPPGAVEN

Denne oppgaven er en kombinasjon av teori og prosjektering, og består av fire hoveddeler:

1. Innledning
2. Teori med utgangspunkt i problemstillingen "Hvorfor er grønne tak aktuelt i Norge i dag?"
3. Teori med utgangspunkt i problemstillingen "Hva må til for at et grønt tak skal bli vellykket i Norge?"
4. Prosjektering med utgangspunkt i hovedproblemstillingen "Hvordan kan grønne tak til tverrfaglig forskningsbruk utformes på den nye Veterinærhøgskolen i Ås?"

Funnene i teoriarbeidet i del 2 og 3 gir utgangspunktet for løsningene jeg har valgt i del 4. Del 2 handler hovedsakelig om hvorfor bruken av grønne tak bør fremmes, og hva som kan hindre utviklingen i Norge. I og med at vegetasjonen har en litt annen oppbygning enn på bakkenivå, gir del 3 et innblikk i hvordan et grønt tak kan bygges, og hva slags faktorer som må tas hensyn til i forbindelse med det.

METODE

For å kunne prosjektere grønne tak, var jeg nødt til å hente inn relevant teori om temaet. Jeg har brukt flere forskjellige metoder i arbeidet med oppgaven og disse er beskrevet under.

Teoridelene - del 2 og 3

- Disse delene bygger hovedsakelig på litteraturstudier, internettsøk, seminarer, intervjuer og studieturer for å få bedre kunnskap om og innsikt i temaet. Også en befaring til det grønne taket på KLP-bygningen i Bjørvikva har blitt foretatt.
- Studie av referanseprosjekter av grønne tak i Sverige og Danmark, som er relevante for denne oppgaven, som inspirasjon til hvordan grønne tak kan prosjekteres på den nye NVH i Ås. Jeg har valgt å se på eksempler fra disse landene fordi de har kommet lenger i utviklingen av grønne tak enn Norge. I tillegg har jeg vært på studietur og sett anleggene.
- Muntlige samtaler med veileder, forskjellige forelesere i ulike fagmiljøer ved universitetet, og andre som jobber med grønne tak, for å høre deres tanker om utviklingen av grønne tak i Norge og hvordan interessen er for et forsøksanlegg for grønne tak ved UMB.

Prosjekteringsdelen - del 4

- Befaring til området der den nye Veterinærhøgskolen skal bygges, for å opparbeide en bedre forståelse av området.
- Registrering og analyse av bygningen og taket for å få et innblikk i framtidig bruk og hvordan takene kan brukes som grunnlag for et forsøksanlegg.
- Prosjektering og bruk av ulike visualiseringsteknikker for best mulig fremstilling av oppgaven.

Formuleringen av problemstillingen har pågått under store deler av tiden med arbeidet med oppgaven.

Grønne tak er et tema som stadig er i utvikling, og dermed synes jeg det var viktig å hente inn den nyeste kunnskapen om dette. Jeg har derfor studert en god del teori

som er utgitt de seneste årene.

Teoriinnhentingene i denne oppgaven har vist at det finnes mye kunnskap om grønne tak i utlandet i forhold til i Norge. Men ettersom kunnskapen om grønne tak fra utlandet ikke direkte bør overføres til norske forhold (SINTEF Byggforsk, u.å.a), har det vært viktig å være kritisk til teorien. Det er også en av grunnene til at jeg ønsker å prosjektere grønne tak til forskningsbruk, slik at det er mulig å finne ut hvilke løsninger som passer best i Norge.

Av teoretiske kilder har jeg blant annet brukt bøker om grønne tak, nettsider fra leverandører av grønne tak, Miljøverndepartementets nettsider, og andre kilder som jeg regner som ganske pålitelige. Jeg har også sett mye på retningslinjer og standarder for grønne tak utviklet i Tyskland, utgitt av die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL). Grunnen til at jeg har brukt denne kilden mye er at FLL er basert på 35 års erfaring med grønne tak (FLL, u.å.).

DEFINISJON AV GRØNNE TAK

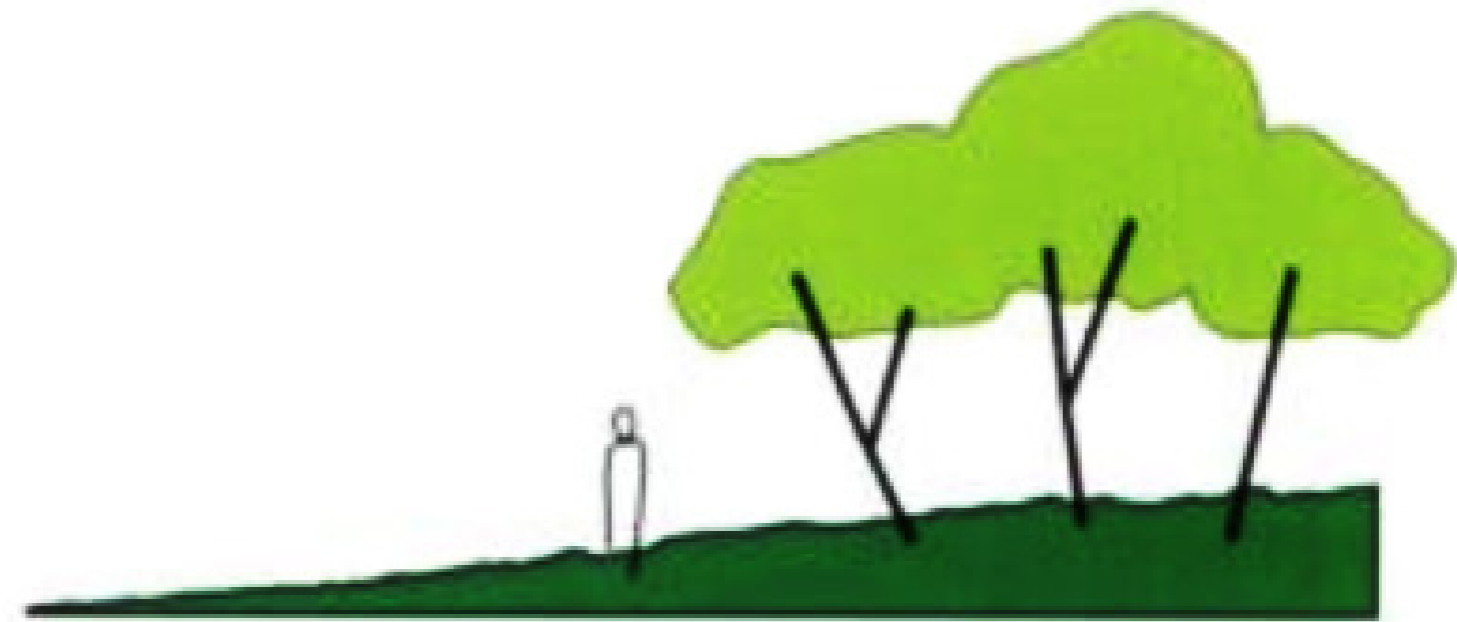
Grønne tak er et relativt nytt uttrykk i Norge, og mange tror det dreier seg om tak som er farget grønne, eller torvdekte hytter på fjellet. Derfor vil jeg tydelig definere hva grønne tak egentlig er. Det må samtidig presiseres at det finnes en rekke ulike definisjoner. Min oppfatning er at

Grønne tak er vegeterte tak med et bevisst formål, der mulighetene for utforming er mange.

Grønne tak blir også kalt “levende” tak, beplantede tak og vegetasjonsdekte tak (Snodgrass & McIntyre, 2010). Det mest vanlige er at grønne tak er vegetert, istedenfor belagt eller asfaltert. Vegetasjonen vokser mer eller mindre i et sammenhengende lag med vekstmedium på taket. Begrepet “levende tak” blir brukt selv hvis taket ikke er vegetert, men på en eller annen måte er levende (Dunnett & Kingsbury, 2008). Jeg forstår det slik at for eksempel et tak dekket med grus der ulike insekter trives, kan være et levende tak.

Byggros A/S (u.å.), som leverer sikre løsninger til bygge- og anleggsbransjen, omtaler grønne tak som “pusterom i bymiljø”. Mitt inntrykk er at pusterommet kan være for mennesker, dyr eller insekter. Ettersom de vegeterte flatene utvikles i høyden, er de mer effektivt og kompakt designet, og kan skape levelige uteområder. Det urbane livet får gjerne en høyere kvalitet ved at avstanden til grøntområder er kort, enten rekreasjonsmessig, visuelt sett, eller begge deler (Peck, 2008).

Både eksisterende og nye tak kan brukes til vegetasjons-etablering (Lindholm o.a., 2008). Grønne tak omfatter ikke bare takhager (Snodgrass & McIntyre, 2010), slik som



Egenskaper	Ekstensivt tak	Hybrid tak	Intensivt tak	Kilde
		Semi-ekstensiv semi-intensiv		
Bruk	Bærekraftig landskap	Hager eller bærekraftig landskap	Hager eller parker	Rømø (2011)
Vegetasjonstype	Moser, urter, gressarter, sedum	Gressarter, urter, ville stauder, kratt, busker	Gressplen, flerårige planter eller stauder, kratt, busker, trær (små)	FLL (2008)
Tykkelse på vekstmedium	40-200 mm	120-250 mm	150-500 mm	Blanding av Rømø (2011) og FLL (2008)
Vannmettet vekt*	60-150 kg/m ²	120-200 kg/m ²	180-500 kg/m ²	Rømø (2011)
Vedlikehold	Minimalt	Moderat	Vanligvis mye	FLL (2002)
Vann holdt tilbake	Lite	Varierer	Mye	FLL (2002)
Kostnad	Lav	Middels	Høy	Rømø (2011)

Illustrasjon nr. 3. Inndeling og beskrivelse av de ulike typene grønne tak. Illustrasjonen er brukt med tillatelse fra Christian Werthmann. Med bærekraftige landskap menes grønne tak som er mer rettet mot økologisk nytte enn menneskelig bruk. Det må presiseres at også ekstensive grønne tak kan brukes til rekreasjon.

*Den vannmettede vekten inkluderer ikke belastning fra snø, fordi det varierer med regionale og lokale forhold (Rømø, e-post, 16.04.2012).

noen kanskje tror. Takhager er tilgjengelige uteområder der planter vokser i individuelle beholdere eller i opphøyde plantefelt (Peck, 2008). Det finnes derimot to hovedtyper grønne tak; ekstensive og intensive. Det finnes også en blanding av disse systemene som blir kalt hybride (Werthmann, 2007), semi-intensive (Cantor, 2008), semi-ekstensive (Lundberg, 2011) eller enkle intensive grønne tak (FLL, 2008) (se illustrasjon nr. 3). Valget av taktype avgjør bruk, konstruksjonsfaktorer, byggemetode, hvilke planter som kan brukes, hvordan vegetasjonen vil se ut (FLL, 2008). Også graden av vedlikehold er avhengig av taktypen (Rømø, 2011).

Etter min oppfatning brukes de ulike betegnelsene på mellomvarianten forskjellig, men antakeligvis etter hvilken hovedtype grønt tak den er mest lik. For eksempel hvis utformingen likner mest på et intensivt system vil taket kalles semi-intensivt eller enkel intensivt. Jeg oppfatter at "hybride" grønne tak brukes uansett hvilken hovedtype tak blandingstaket likner mest. I denne oppgaven omtaler jeg blandingstypen som "hybride tak", på grunn av at det kan være vanskelig å si om et bestemt tak har en mer intensiv eller ekstensiv oppbygning.

Vekstmedium, som er det planter vokser i, kalles også systemjord (ZinCo Norge AS, u.å.b) eller substrat. Ifølge Scandinavian Green Roof Association (u.å.) betyr substrat "jord i en videre forstand". Jeg har valgt å bruke betegnelsen vekstmedium i min oppgave, fordi jeg oppfatter at det blir mest brukt i Norge.

Det finnes mange ulike meninger om hvor tykt vekstmediumet skal være for de ulike typene grønne tak. Ettersom mange leverandører utvikler sine egne spesielle oppbygninger på grønne tak og at disse ofte er spesifikke

for klimaforholdene i landet de holder til i, har jeg valgt å hente informasjonen i tabellen i illustrasjon nr. 3 ut fra kilder som har en mer generell oppfatning av hva slags egenskaper de ulike typene grønne tak har, og som er mer universelt rettet. Derfor baserer tabellen seg på Rømø (2011) som har hentet opplysningene fra København kommune, og FLL som baserer seg på flere tiårs erfaring med grønne tak i Tyskland (FLL, u.å.).

I illustrasjon nr. 3 på forrige side har tykkelse på vekstmedium blitt delt inn etter en kombinasjon av opplysninger fra Rømø (2011) og FLL (2008). Jeg har valgt denne kombinasjonen fordi jeg i denne oppgaven foreslår at det bør forskes på tykk-elsere ned til 40 mm og opp til 500 mm. Men det kan også være interessant å teste ut om planter kan tåle å vokse uten vekstmedium i det hele tatt.

EKSTENSIVE GRØNNE TAK

Ekstensive grønne tak, også kalt enkle grønne tak (FLL, 2008) eller øko-tak (Scandinavian Green Roof Association, u.å.), er den minst avanserte typen grønne tak, og er billige å etablere, utforme og vedlikeholde. Slike tak er ofte bygget med økologiske og økonomiske formål (Snodgrass & McIntyre, 2010). Jeg forstår dette som at det siktes til biologisk mangfold, og at slike tak er det billigste alternativet hvis en ønsker å bygge et grønt tak.

Mulighetene for design og bruk er begrenset på ekstensive tak, i forhold til intensive (FLL, 2008). Ekstensive tak brukes gjerne lite av mennesker, men kan likevel inkludere gangstier (Framtidens byer, 2011b). Systemet er lettvektig og mer fleksibelt i forhold til utskiftning, og kan derfor passe til ettermonteringsprosjekter (Cantor, 2008).



Illustrasjon nr. 4. Ekstensivt grønt tak på Veolia Miljø Gjenvinning i Groruddalen i Oslo. Brukt med tillatelse fra Marius Nygård.

Ifølge SINTEF Byggforsk (2011) er ekstra forsterkning av bygningens bæresystem vanligvis ikke nødvendig på ekstensive tak. Mitt inntrykk er at tak på eldre bygninger ikke er beregnet for den ekstra vekten grønne tak medfører, og derfor bare kan bære et lettest mulig grønt tak.

I *Diadems planleggingsguide* (u.å.) for grønne tak beskrives ekstensive grønne tak som engområder. Plantene på slike tak er gjerne nødt til å takle stressende forhold slik som tørke, og tynne og næringsfattige vekstmedium (Newton o.a., 2007). Vekstene er ofte lave, slik som sedumarter (ZinCo Norge AS, u.å.b). Ekstensive tak krever minimalt med vedlikehold, sett bort fra eventuell vanning til plantene er etablerte. Tynt vekstmedium og lave planter gjør at de absorberer lite regnvann (FLL, 2002).

INTENSIVE GRØNNE TAK

Intensive grønne tak, som diadem (u.å.) kaller takhager, er de mest avanserte grønne takene (se illustrasjon nr. 5). De er vanligvis tilgjengelige for bruk, og gjerne formet som fasiliteter for de som bor eller arbeider i bygningene (Philippi, 2006). Intensive tak kan fungere som hager, fotballbaner, parkeringsareal eller park- og rekreasjonsområder (ZinCo Norge AS, u.å.c). De er tyngre og dyrere å anlegge enn de andre taktypene (NVE, 2010). Takkonstruksjonen må være sterk nok til å tåle belastning som gangtrafikk, lek og sosialt samvær (SINTEF Byggforsk, 2011). Tyngden på intensive system kan kreve at den eksisterende takkonstruksjon under må forsterkes, eller tilføres ytterligere belastningsstøtte (Newton o.a., 2007).

Alternativene for plantevalg, design og anvendelse er nesten ubegrenset på intensive grønne tak, og på den måten kan beplantningen være ganske lik slik den ville vært på bakkenivå (FLL, 2008). Grunnen til det er at vekstmediumet er dypere enn i de andre systemene (Philippi, 2006). Store mengder regnvann kan holdes tilbake i intensive systemer på grunn av størrelsen på plantene og dybden på vekstmediumet (Newton o.a., 2007). Men dette gjør igjen at det kreves mye vedlikehold (FLL, 2002).

HYBRIDE GRØNNE TAK

Hybride grønne tak kombinerer de beste egenskapene ved ekstensive og intensive grønne tak (Cantor, 2008). De velges gjerne hvis en attraktiv og aktiv takhage eller et uterom er ønskelig, og bygningens takkonstruksjon ikke tåler vekten til en intensiv oppbygning (se illustrasjon

nr. 6). Diadem (u.å.), som leverer planlegningsguider om grønne tak, omtaler hybride tak "grønne utemiljøer" og "løsninger til bynære miljøer". Systemet har flere muligheter enn det ekstensive systemet, med tanke på bruk og utforming. Oppbygningen er krevende, men også billigere, enklere og lettere enn et intensivt system (Diadem, u.å.). Hybride taksystemer kan ha varierende dybder på vekstmediumet og kombinere ekstensive og intensive elementer (FLL, 2002).

På hybride grønne tak trives planter som krever mer vekstmedium enn ekstensive tak, og mindre enn intensive tak (Diadem, u.å.). Slike tak trenger gjerne en del vedlikehold, spesielt regelmessig vanning og gjødsling (FLL, 2008). Men valget av beplantning bestemmer igjen hvor mye vedlikehold det er behov for (Framtidens byer, 2011b).

TYPE GRØNT TAK SOM HAR FOKUS I OPPGAVEN

Mitt inntrykk er at behovet er stort for forskning på grønne tak i Norge, men aller mest på hybride systemer. De fleste kildene jeg har studert har fokusert lite eller ingenting på hybride grønne tak. Derfor har jeg valgt at denne typen skal få størst oppmerksomhet i denne oppgaven. Ut ifra beskrivelsene av de ulike taktypene har hybride systemer tykkere vekstmedium, større variasjon i planter og absorberer mer vann enn ekstensive tak, noe som kan være interessant for mange studieretninger ved UMB i forhold til forskning og undervisning. Intensive grønne tak får mindre fokus fordi taket på den nye NVH i utgangspunktet ikke er tiltenkt avanserte og tunge oppbygninger.



Illustrasjon nr. 5. Intensivt grønt tak på Thaulowkaia i Trondheim. Brukt med tillatelse fra Arvid Ekle.



Illustrasjon nr. 6. Semi-ekstensivt grønt tak på Chicago City Hall i Chicago, USA.

DEL 2

HVORFOR ER GRØNNE TAK
AKTUELT I NORGE I DAG?

INTRODUKSJON

Dette kapitlet dreier seg om årsaken til at grønne tak i økende grad blir brukt til nye utearealer. Hvorfor trenger vi grønne tak? Hvordan kan grønne tak bidra til en mer bærekraftig utvikling i byer og tettsteder? Hvem eller hva kan grønne tak være verdifulle for? Hva er grunnene til at grønne tak er lite utbredt i Norge i forhold til i andre land? Dette er noen av spørsmålene jeg ønsker å få svar på i kapitlet.

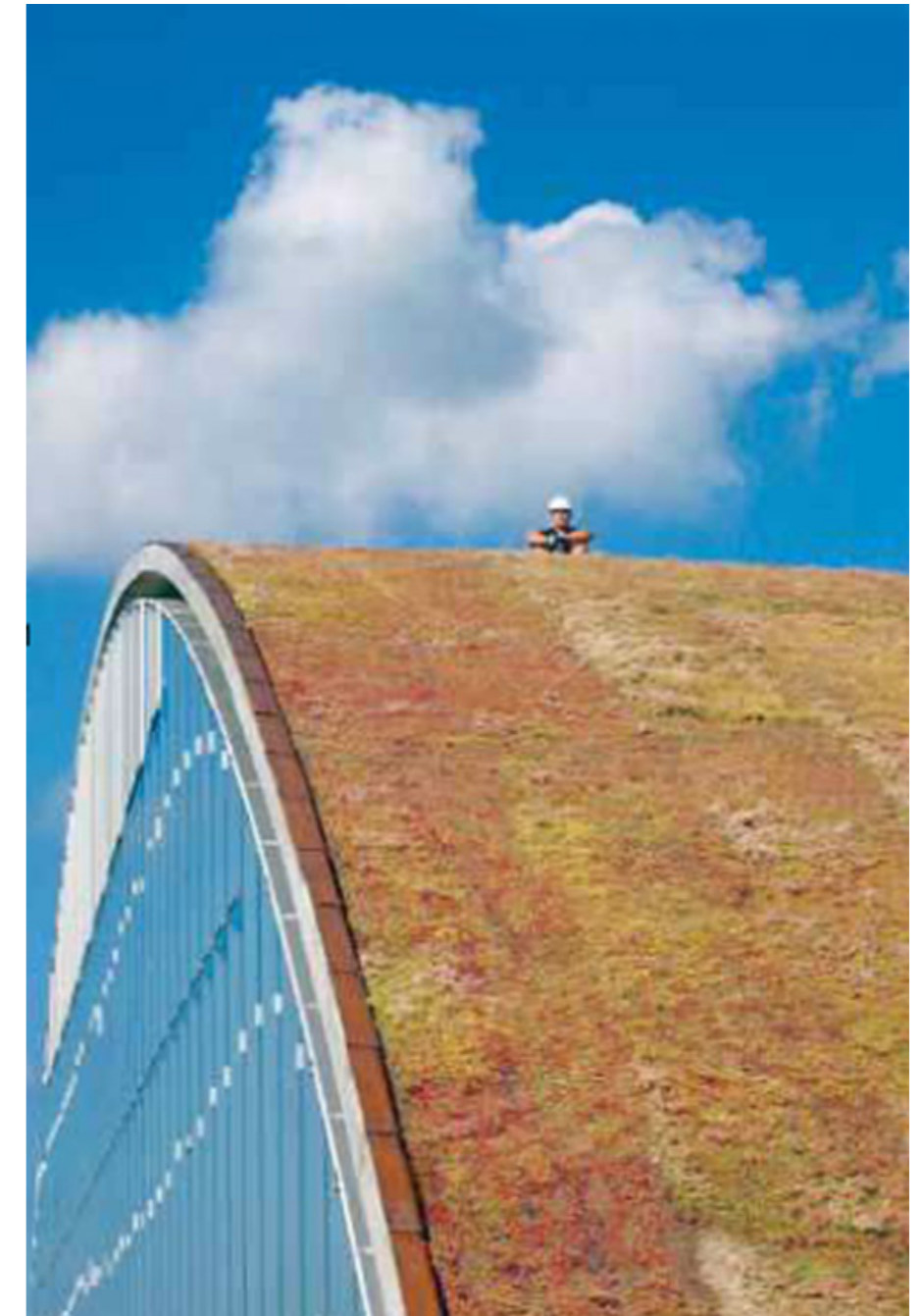
Først har jeg tatt for meg bakgrunnen til grønne tak og hvor langt utviklingen har kommet i dag, både i Norge og i andre europeiske land. Ved å vite noe om hvordan grønne tak har forandret seg opp gjennom tidene, hva slags funksjon de hadde før i forhold til i dag, og hva som er grunnen til at andre land har fått gjennomslag for å bygge mange grønne tak, er det lettere å tenke seg hvordan den videre utviklingen i Norge antakeligvis vil bli, og hva som kan gjøres for å påvirke utviklingen i en positiv retning.

Jeg har også sett på de mange fordelene som grønne tak kan gi. Det er i følge mange kilder, for eksempel Cantor (2008) og Newton o.a. (2007), en lang rekke grunner til å velge å bygge grønne tak framfor å la de være tradisjonelle. På en annen side nevner ikke mange av kildene jeg har studert ulempene og utfordringene ved grønne tak. Etter min mening er det viktig å sammenligne fordelene, ulempene og utfordringene ved grønne tak for lettere å vurdere om det er verdt å bygge et slikt anlegg.

Beskrivelsene av ulempene og utfordringene ved grønne tak svarer ikke direkte på spørsmålet om hvorfor grønne tak er aktuelt i Norge i dag, men etter min mening er det viktig å ha det med likevel for å understreke at det finnes betydelig færre ulemper og utfordringer enn fordeler ved slike anlegg. Dette vil dessuten si noe om hva som mest

sannsynlig har hindret grønne tak i å bli mer utbredt i Norge til nå.

Tanken bak kunnskapsinnhenting i denne delen av oppgaven var å få en bedre innsikt i hva grønne tak innebærer, og en mer helhetlig oversikt over de essensielle overordnede aspektene ved slike anlegg.



Illustrasjon nr. 7. Grønt tak på et reservekraftverk utenfor Kastrup i Danmark. Brukt med tillatelse fra Veg Tech.

HISTORIE

Historien bak grønne tak strekker seg langt tilbake i tid. De første tilfellene av grønne tak stammer antakeligvis fra det antikke Mesopotamia fra ca. 4000 år f.Kr. til ca. 600 år f.Kr., der det ble bygget steintempler, også kalt "ziggurater", med planter på terrassene (Peck, 2008). Slike takhager var lukseriøse blant velstående, og Babylons hengende hager (600 f.Kr.) er et av de mest kjente eksemplene (Werthmann, 2007).

I Europa har vegetasjonsdekte tak vært en tradisjon i flere hundre år, og har utviklet seg fra halmhytter til mer avanserte moderne takhager (Cantor, 2008). Hovedårsaken til den lange tradisjonen er den gode isolasjonsfunksjonen som kombinasjonen av planter og jord, eller torv, gir. I land med kalde klimaer, som for eksempel Island og skandinaviske land, ble tak med gresstorv brukt til å isolere bygningen mot kulde. I varme land, som for eksempel Tanzania, har vegetasjonsdekte tak blitt brukt til å holde bygningene kalde (Peck, 2008).

I Vikingtida (800-1000 e.Kr.) ble gresstorv tatt i bruk på tak i Nord Europa. Vikingene brukte torv, og av og til tang, på tak og vegger for å beskytte mot voldsom vind, samt ekstrem kulde og regn (Peck, 2008). Lokale materialer og enkel teknologi ble anvendt, og resultatet var bærekraftig, effektiv og rimelig, eller gratis, isolasjon og beskyttelse. Grønne tak beskyttet dessuten det vanntette laget av bjørkebark som vikingene hadde på takene (Dunnnett, 2011).

Sent på 1800-tallet ble jord brukt i tradisjonelle takkonstruksjoner som beskyttelse mot potensiell brann i enkelte tyske byer. På den tiden var katastrofale branner en stor bekymring i byene etter hvert som de ble mer og mer befolket (Cantor, 2008).

Den sveitsisk-franske arkitekten Le Corbusier og den amerikanske arkitekten Frank Lloyd Wright var to forkjempere for den moderne grønne takteknologien (Peck, 2008). Le Corbusier videreførte på 1900-tallet sin idé om tak som en bygnings "femte fasade" (Cantor, 2008). Han ønsket at tak skulle tas i bruk som urbane grønne rom. Wright brukte på sin side grønne tak til å gjøre bygningene hans mer likt landskapet (Peck, 2008).

I 1960-årene gjenoppstod interessen for grønne tak i Europa (Peck, 2008). De grønne taksystemene som anses som moderne ble utviklet tidlig på 1970-tallet i Tyskland (Dunnnett & Kingsbury, 2008). Grunnen til den nye interessen på 70-tallet var først og fremst at folk ikke var fornøyde med hvordan det bygde miljøet etter andre verdenskrig så ut. Fremgangen i utviklingen var sakte på denne tiden, i og med at de nye systemene måtte testes ut, slik at pålitelige standarder kunne etableres. De første komplette systemene ble utviklet og markedsført i et større omfang (Peck, 2008).

Først og fremst skulle de nye systemene gi pålitelig teknologi med avansert vanning, samt sterk nok beskyttelse mot rotinntrengning (Philippi, 2006). Forskningen viste at grønne tak har mange positive fordeler slik som overvannshåndtering, brannforsinkelse og energisparing (Peck, 2008). Formålet med mange av takene som ble bygget på denne tiden var å redusere tapet av habitater eller landskap, som følge av det bygde miljøet (Dunnnett & Kingsbury, 2008).

Etter hvert økte behovet for en forbedret overvannshåndtering i tettbebygde byer. I 1980-årene var eksten-sive grønne taksystemer tilstrekkelig utviklet til å selges på markedet. Dermed ble behovet for lettere, rimeligere



Illustrasjon nr. 8. Grønt torvtak på fjellhytte i Jotunheimen i Norge. Brukt med tillatelse fra Kjell Arvid Stølen.

grønne tak møtt, og kunne gjennomføres på store, flate tak (Oberdorfer o.a., 2007). På denne tiden var hovedmotivasjonen gjenoppretting av natur, og beskyttelse av takmembranen fra temperaturendringer og elementene på taket (Philippi, 2006).

Til og med i dag er torvtak populært på landsbygda i Norge, spesielt på hytter på fjellet (se illustrasjon nr. 8). I enkelte utbyggingsområder er dette til og med lovpålagt (Framtidens byer, 2011b).

DAGENS STATUS

Det er ingen nyhet at vegetasjon har mange nyttige egenskaper. På en annen side er det nytt at disse har begynt å brukes til å løse tekniske problemer, i for eksempel sterile og tettbebygde områder (Veg Tech, 2012). Grønne tak har en økende popularitet i alle verdensdeler (Dunnnett, 2011). I Europa har trygg overvannshåndtering vært den sterkeste drivkraften ved bygging av slike anlegg (EPA, 2009).

Grønne tak har blitt forsket på i ulike klimaer, slik som i kalde, varme, tørre og våte forhold, samt i snøvær (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Det forskes også mange steder på grønne tak ved høyere utdanningsinstitusjoner. For eksempel skriver Chrisman (2005) at Center for Green Roof Research ved Penn State College of Agricultural Sciences i USA tester grønne taks effektivitet i forhold til fordrøyning og forbedring av vannkvalitet, samt redusering av varmeutveksling.

I mange europeiske byer kreves det at alle nye konstruksjoner skal ha grønne tak på grunn av betydningen for miljøet (Cantor, 2008). Over 75 lokale myndigheter i europeiske land har gitt offentlig politisk støtte til å bygge grønne tak (Peck, 2008). Etter det jeg har forstått har dette ført til at disse landene har fått gjennomslag til å bygge et større omfang av grønne tak.

Tyskland er fremdeles det ledende landet i utviklingen av grønne tak (Rømø, u.å.). Det har blitt utviklet standarder i landet for bygging av grønne tak, og disse er utgitt av FLL, som står for "die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau". Den er basert på flere tiårs erfaring (FLL, u.å.). Veilederen har de mest omfattende retningslinjene for grønne tak i verden, og den blir oppdatert med jevne mellomrom (Snodgrass & McIntyre, 2010).

Ifølge flere kilder, for eksempel SINTEF Bygg-forsk (2011) er det viktig at slike bestemte retningslinjer, erfaringer og resultater tilpasses norske forhold. FLL er imidlertid i ferd med å bli oversatt til norsk (Backe, 2011). Mange av de eldste grønne takene i Tyskland er i god stand den dag i dag (Snodgrass & McIntyre, 2010), og hvert år etableres omkring åtte millioner kvadratmeter med grønne tak i landet (Framtidens byer, 2011b). Det er antatt at omtrent 10% av bygningene i landet har vegetasjon på taket på en eller annen måte (Veg Tech, 2012).

I blant annet Danmark har utviklingen av vegeterte tak kommet lenger enn i Norge. I København er det krav om at alle nye bygninger over en bestemt størrelse med en takvinkel på under 30 grader skal ha grønne tak (Kjeldgaard, 2010). Planen er å dekke 325 000 kvadratmeter tak med vegetasjon innen 2015. Hvis det kan påvises at de grønne takene kan håndtere overvann ved kraftig nedbør, vil myndighetene gi 40 prosent støtte (Seehusen, 2010).

I praksis er effekten grønne tak har på miljøet lite utforsket, og det er anlagt få grønne tak i Norge (NVE, 2010). Ifølge Tim Fosvold, som er landskapsingeniør i ZinCo Norge, er etableringen av grønne tak i Norge sjeldent et krav i offentlige bestemmelser (Framtidens byer, 2011c).

På hjemmesiden til Bioforsk i et intervju sier Trond Mæhlum, seniorforsker ved Bioforsk Jord og miljø på Ås, at det er et behov for forskning og utvikling i forhold til valg av planter og vekstmedium, vedlikehold og hydrologi for at grønne tak skal fungere best mulig i Norge (Dammen, 2011). Ifølge SINTEF Byggforsk (2011) er det behov for bedre kunnskap og forskning om hvordan grønne tak kan bidra til bærekraftig overvannshåndtering i norsk klima.



Illustrasjon nr. 9 og 10. Nordens største grønne tak på Veolia miljøanlegg i Oslo. Bildet til venstre (nr. 9) viser området før byggingen og på bildet til høyre (nr. 10) er taket blitt grønt. Taket er ekstensivt. Bildene er brukt med tillatelse fra Joachim Seehusen.

I tillegg trengs det avklaringer og videreutvikling når det gjelder en del bygningstekniske aspekter, og enda mer innovative løsninger.

Utviklingen i Norge går sakte, men sikkert fremover. For eksempel blir stadig flere tak i Oslo vegetert, og på de nye Barcode-bygningene i Bjørvika har Oslo kommune krevd at det skal være vegetasjon på minst halvparten av takene (Plan- og bygningsetaten, 2009). Dessuten befinner Nordens største grønne tak seg i Oslo (se illustrasjon nr. 10). I tillegg samarbeider Oslo og Bærum kommuner med SINTEF-Byggforsk og UMB om å kartlegge kunnskap om grønne tak Oslo, Bærum i tillegg til andre byer i Norge. Et av målene med prosjektet, som kalles "Grønne tak", er å undersøke fordrøyningseffekten grønne tak har (Backe, 2011).

FORDELER MED GRØNNE TAK

Grønne tak velges ofte ut fra deres vakre utseende og mange fordeler for mennesker og miljø (Dunnnett, 2011). Mange av de positive effektene er dessuten veldokumenterte (Dunnnett, & Kingsbury, 2008). Flate, svarte tak er lite attraktive for øyet, og er dessuten urene. De har kort levetid på grunn av at de utsettes for ekstreme temperaturer og ultrafiolette stråler fra sola (Snodgrass & McIntyre, 2010). Grønne tak er den strake motsetningen, og kan bidra til utviklingen av bærekraftige samfunn (Peck, 2008). Vegetasjonen kan forbedre mange miljø- og helseproblemer i byer og tettsteder (Scandinavian Green Roof Association., u.å.).

Fordelene ved grønne tak blir presentert i dette kapitlet. De er delt inn i tre kategorier; offentlige, private og design-spesifikke fordeler. Dette er for å få en oversikt over hvem eller hva de enkelte fordelene er mest rettet mot.

OFFENTLIGE FORDELER

OVERVANNSHÅNDTERING

Ifølge *Norsk Vann Rapport* fører flom stadig oftere til store skader på bygninger og infrastrukturer, som for eksempel kjellere, veier og gangveier. Dette fører til økte skadekostnader og utbetalinger fra forsikringsselskaper. Økningen i flomtilfeller skyldes først og fremst de siste ti-årenes klimaendringer, underdimensjonerte overvannsnett og mettede grunnvannsnivåer (Lindholm o.a., 2008). Befolkningsøkning og fortetting, med påfølgende reduksjon av permeable arealer, bidrar også til flomrisikoen. I urørt landskap bremses overvannet av for eksempel grov og ujevn topografi, og planter før det fortsetter til elver, bekker, innsjøer og dammer (Natural Resources Conser-

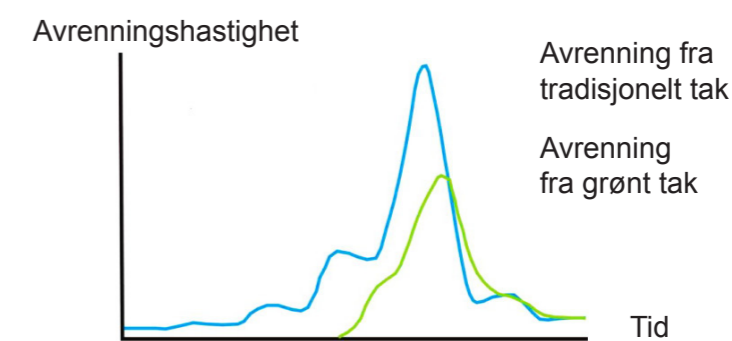
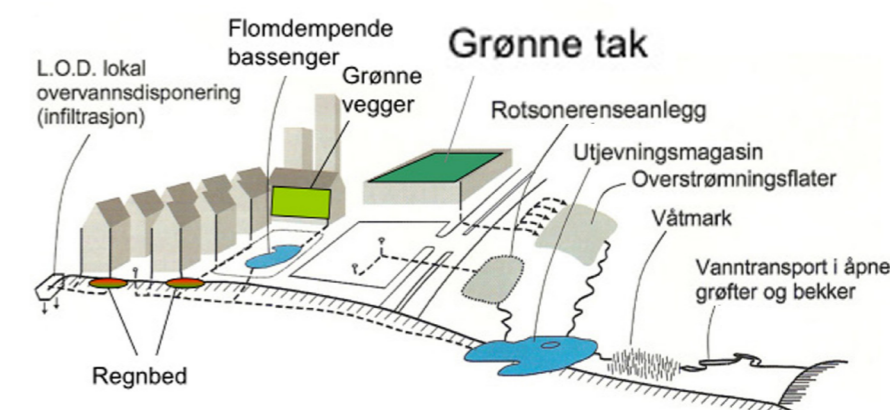
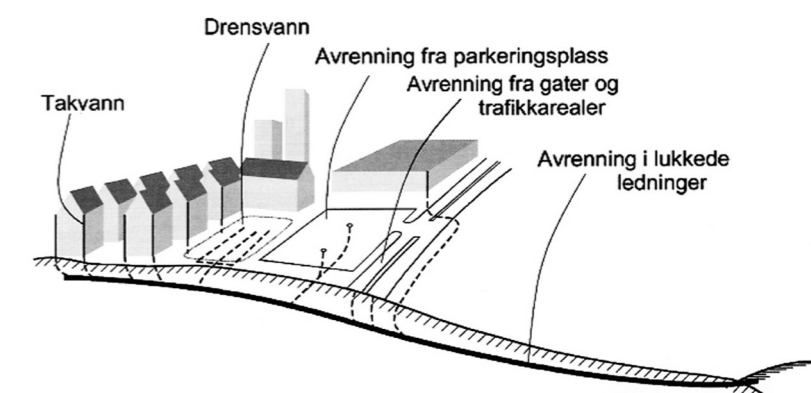
vation Service [NRCS], 2003). Men når mengden tette flater øker endres vannets naturlige flomveier, og det renner raskere til vassdragene. Dette resulterer gjerne til økte skader der vannet renner (Lindholm o.a., 2008).

I løpet av de neste 90 årene er det beregnet økt intensitet og volum på nedbør i Norge, noe som gjelder alle årstider. Det er vanlig at overvann håndteres i et fellesavløps-system sammen med spillvann. Dette er en uheldig løsning alene da systemet ved ekstrem nedbør ikke klarer å få unna alt overvannet, og dermed øker risikoen for forurensning av miljøet (Lindholm o.a., 2008).

Behovet for nye løsninger i håndteringen av overvann øker (Lindholm o.a., 2008). Grønne tak kan hjelpe til å håndtere overvann, og det er den fordelene ved grønne tak som er mest dokumentert og validert når det gjelder forskning (se illustrasjon nr. 11, 12 og 13) (FLL, 2008). Det må presiseres at grønne tak ikke løser overvannshåndteringsproblemer alene, men kan bidra betydelig (Framtidens byer, 2011c). For eksempel kan også regnbed eller grønne vegger bidra til overvannshåndtering (Lindholm o.a., 2008).

Grønne tak er et bærekraftig klimatiltak og en type lokal overvannsdistribusjon (LOD), som innebærer at regnvannet finner vei på naturlige måter. Flomrisikoen og belastningen på avløpsnettet kan reduseres ved at vegetasjonen infiltrerer den minste nedbøren, og forsinker avrenningen fra den større nedbøren. På den måten renner vannet saktere ned i rørsystemene (Braskerud, 2011). I tillegg fordampes mye av vannet (FLL, 2008).

Grønne tak gir en trygg overvannshåndtering (Framtidens byer, 2011b). De hjelper også til å forbedre avrenning-



Illustrasjon nr. 11 (øverst), 12 (midten) og 13 (nederst). Illustrasjon nr. 11 viser grå løsninger, illustrasjon nr. 12 viser bærekraftige løsninger, som grønne tak er en del av, mens illustrasjon nr. 13 viser forskjell i avrenningsmengde over tid mellom tradisjonelle tak og grønne tak. Illustrasjon nr. 11 er brukt med tillatelse fra Norsk Vann BA. Illustrasjon nr. 13 er brukt med tillatelse fra CIRIA.

skvaliteten (Dunnett & Kingsbury, 2008). Oslo kommune er for eksempel klar over behovet for nye overvannshåndteringsløsninger. I *Overvannshåndtering - en veileder for utbygger* (2011) som er utarbeidet av Vann- og avløps-etaten i Oslo kommune, blir det nevnt at mengden overvann som ledningsnettet i Oslo kan håndtere er regulert. På en annen side er det et behov for flere krav om bygging av grønne tak. Dette er etter min mening viktig å gjøre noe med så snart som mulig, spesielt i områder med mange tette overflater hvor behovet for sikker overvannshåndtering er størst.

Forsøk i Europa har vist at grønne tak fordrøyer omtrent halvparten av den årlige nedbøren (Framtidens byer, 2011b). En simulering av årlig avrenning på ulike flate taktyper for Brussel viser at et tradisjonelt tak har en avrenning på 81 prosent ved 665 mm nedbør, mens et grønt tak med 50 mm tykt vekstmedium har en avrenning på 50 prosent ved 409 mm nedbør, og et grønt tak med 150 mm tykt vekstmedium har en avrenning på 40 prosent ved 329 mm (Mentens o.a., 2003).

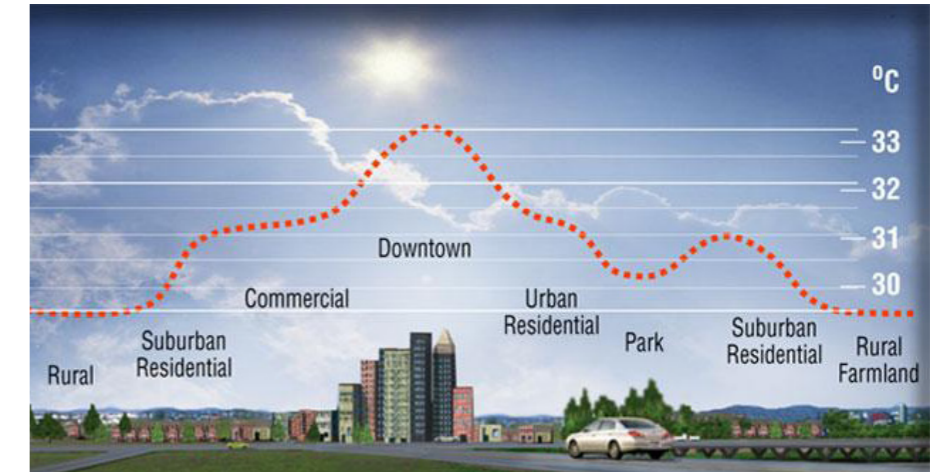
Ifølge Tim Fosvold fra Zinco Norge AS avhenger mengden vann grønne tak kan fordrøye av gjennomsnittlig nedbørmengde, mengden vekstmedium på taket, dreneringsmetoden som er brukt, klimatiske forhold, temperatur og andre faktorer (Framtidens byer, 2011c). For eksempel holder intensive grønne tak tilbake mer vann enn ekstensive, på grunn av at intensive tak har en større mengde vekstmedium (Philippi, 2006).

ISOLASJONSEFFEKT

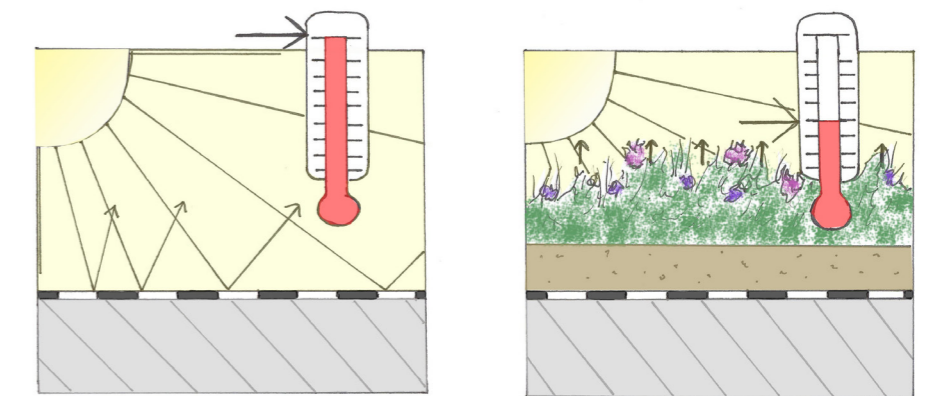
Gjennomsnittstemperaturen er gjerne høyere i urbane områder enn i omkringliggende landlige områder. Dette fenomenet kalles "the urban heat island effect", eller på norsk "den urbane varme øy-effekten" (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], u.å.a) (se illustrasjon nr. 14). Det kommer av at tettbebygde områder har mange tette og tørre overflater i form av bygninger, veier og annen infrastruktur, mens landlige områder har mange permeable og fuktige overflater med vegetasjon. Temperaturforskjellene kan oppstå på overflater eller i atmosfæren (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], u.å.c).

I en by med 1 million innbyggere eller mer kan den gjennomsnittlige lufttemperaturen være 1-3 grader varmere enn omgivelsene. Dette viser illustrasjon nr. 14. Forskjellen kan være opptil 12 grader om kvelden (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], u.å.c). Tak dekket med grus kan bli så varme som 80 grader på solfylte sommerdager (Framtidens byer, u.å.). Temperaturforskjellene er tilstede hele døgnet, men er mest framtrædende om sommeren når sola er sterk (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], u.å.c) (se illustrasjon nr. 15).

"The urban heat island effect" fører til mange negative konsekvenser for miljø og livskvalitet. Ekstrem varme kan gi for eksempel økt energiforbruk til nedkjøling, forurenset nedbør og drivhusgasser, stress for akvatiske økosystemer, samt redusert helse og velvære (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], u.å.b). Effekten er dessuten potensielt farlig, spesielt for gamle og syke mennesker (Borden & Cutter, 2008). Dette gir gjerne økte helsekostnader (Rasmussen, u.å.).



Illustrasjon nr. 14. Figuren viser the "urban heat island effect". Temperaturene i tettbebygde områder er ca. 3 grader varmere enn i de landlige områdene utenfor. Brukt med tillatelse fra Heat Island Group ved Lawrence Berkeley National Laboratory.



Illustrasjon nr. 15. Figuren viser at et tradisjonelt tak (venstre) reflekterer mye mer solstråler enn et grønt tak (til høyre). På grønne tak er derfor temperaturen lavere. Figuren er noe bearbejdet.

Redusering av the “urban heat island effect” gir sunnere og bedre byer og tettsteder (Peck, 2008). På varme sommerdager kan grønne tak redusere varmen på takoverflater med 50 prosent, i forhold til tak med grus (Framtidens byer, u.å.). Grønne tak fører til at luftfuktigheten blir høyere, noe som er sunnere å puste inn (Diadem, u.å.). Dette er demonstrert i blant annet forsøk ved Columbia University av det forskningsbaserte departementet Environment Canada (Rosenzweig o.a., 2005).

Grønne tak kan isolere bygninger mot varme om sommeren, og mot kulde om vinteren (Veg Tech, 2012). På varme dager kjøler vegetasjonen ned både takoverflaten og luften rundt gjennom evapotranspirasjon (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], u.å.d). Dette innebærer at vann fordampes til atmosfæren fra vegeterte og ikke-vegeterte overflater (Australian Water Resources 2005, u.å.) (se illustrasjon nr. 16). Nedkjølingen fører til mindre behov for luftkondisjonering, og dermed reduksjon i forbruk av og kostnader til energi (Gulbrandsen, 2010).

Det er viktig å understreke at grønne tak ikke er erstatninger for isolasjonen på tak, men heller kan gi en ekstra isolerende effekt (Newton o.a., 2007). Isolasjonsevnen til grønne tak merkes dessuten ikke like godt fra innsiden av bygninger i Skandinavia som i andre land, på grunn av at bygningene allerede er godt isolert mot kulde (Veg Tech, 2012). Men på en annen side er mitt inntrykk at grønne tak i det minste kan senke temperaturene og forbedre miljøet utenfor bygninger om sommeren, for eksempel i Norge.

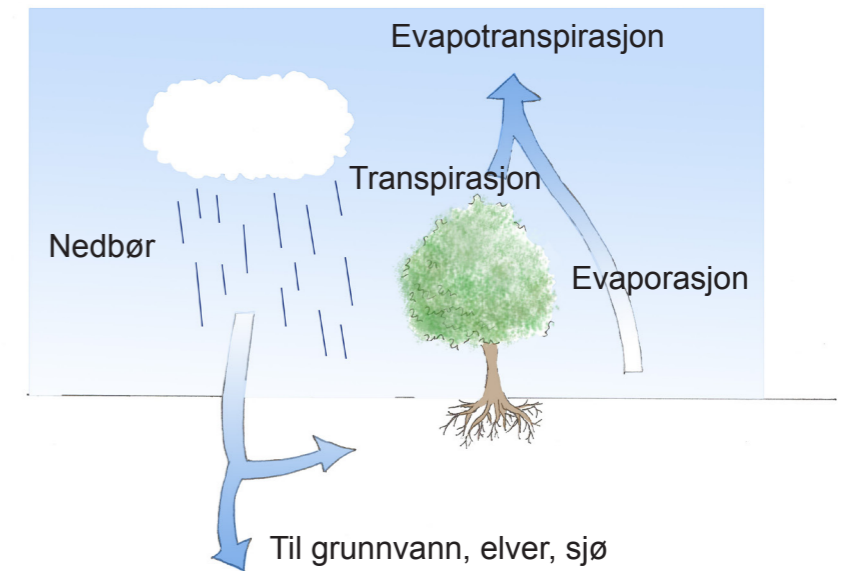
HELSE OG VELVÆRE

Grønne tak kan brukes til rekreasjon og velvære (SINTEF Byggforsk, 2011) (se illustrasjon nr. 17). Ifølge ZinCo Norge AS (u.å.a) er grønne tak “grønne lunger” som kan fungere som oppholdssteder, samlepunkter, og gi en bedre arealutnyttelse i urbane områder. Etter min erfaring vil folk helst oppholde seg ute i fint vær, hvis de har muligheten til det. Men på mange urbane steder er det få grøntarealer å oppholde seg på på bakkenivå. Grønne tak kan dermed gjøre folk mer sosiale ved at de kan møtes ute på bygningstak. Tak med vegetasjon har dessuten gjerne estetisk verdi (Snodgrass & McIntyre, 2010). Jeg ser for meg at dette blir satt ekstra stor pris på i urbane miljøer, der det er mange sterile overflater.

Grønne uteområder er kjent for å ha både positiv psykologisk og helsemessig innvirkning på mennesker (SINTEF Byggforsk, 2011). Studier har vist at syke pasienter som ofte oppholder seg i grønne uteområder blir raskere friske, og trenger mindre medisin enn de som ikke gjør det (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Det er også kjent at de har en beroligende effekt på mennesker (Peck, 2008). Mitt inntrykk er at jo flere utsiktspunkter det vegeterte taket er synlig fra, desto flere kan det glede.

FORBEDRET LUFT- OG VANNKVALITET

Vegetasjon kan tiltrekke seg støv og forurensende stoffer fra luften. I tillegg kan plantene ta opp karbondioksid og frigi oksygen. På denne måten kan plantene rense luften (SINTEF Byggforsk, 2011). Grønne tak kan også bidra til å rense regnvann gjennom vegetasjonens og vekstmediumets filtreringsfunksjon (EPA, 2009). Regnvann kan



Illustrasjon nr. 16. Evapotranspirasjon. Illustrasjonen er bearbeidet.



Illustrasjon nr. 17. Grønne tak kan brukes til rekreasjon. Bildet er fra the Highline i New York, USA, som er en offentlig park bygd på en historisk jernbanelinje, som er hevet over gatenivå.

inneholde forurensende stoffer fra for eksempel fugle-ekskremer eller atmosfæren. Ifølge Johnston & Newton (2004) kan grønne tak fjerne omtrent 95 % tungmetaller og redusere nitrogennivåer fra regnvann.

PRIVATE FORDELER

ENERGISPARING

Grønne taks isolerende funksjon kan bidra til energisparing i form av redusert behov for oppvarming om vinteren, og nedkjøling i bygningene om sommeren (ZinCo Norge AS, u.å.b) (se illustrasjon nr. 18). Funksjonen gir derimot lite uttelling på allerede velisolerte bygninger (Bass, 2007), noe som tidligere ble nevnt.

Det er mulig å bruke solcellepaneler på grønne tak, og dette fører vanligvis til at grønne tak fungerer mer effektivt (ZinCo Norge AS, u.å.a). Slike installasjoner omdanner sollys til elektrisitet (Newton o.a., 2007). Solcellene virker slik at de kan produsere energi først når de er passe kjølige. Etersom plantene reduserer temperaturen på taket og solcellene, bruker solcellene mindre energi på nedkjølingen (ZinCo Norge AS, u.å.a). Dette har blitt bevist i forsøk i Tyskland. Skyggene fra panelene kan også øke det biologisk mangfoldet på grønne tak, ved at ulike habitater skapes av ulike sol- og skyggeforhold (Newton o.a., 2007).

ØKT LEVETID PÅ TAKBELEGGET

Membranen på tradisjonelle tak må skiftes ut ofte, gjerne hvert femtende eller tjuende år (Lockett, 2009). I USA blir det kastet 6-9 millioner tonn materialer fra tradisjonelle tak hvert år (Cavanaugh, 2008). Dette er lite positivt med tanke på miljøet, etter min mening.

Grønne tak har derimot lenger levetid enn tradisjonelle tak. Grunnen til det er at solens UV-stråler treffer plantene istedenfor takene direkte (ZinCo Norge AS, u.å.a). Dessuten reduseres temperaturforandringene på taket (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Takpappen og membranen blir dermed brutt ned saktere (ZinCo Norge AS, u.å.a). Sjeldnere utskiftning av taket er bedre for både miljøet og bygningseieren (Cavanaugh, 2008).

I Tyskland planlegges det at de grønne takene som bygges skal ha en levetid på 30-40 år. Det viser seg at ti år gamle membraner på tyske grønne tak ennå er intakte. Illustrasjon nr. 19 viser at grønne tak kan ha en mye lenger levetid enn 30-40 år også (U.S. General Services Administration, 2008).

STØYDEMPING

Grønne tak virker lyddempende i forhold til støy fra for eksempel trafikk og fly (Cantor, 2008). Dette skjer ved at vegetasjonen absorberer lyder og ikke kaster dem tilbake, slik som tradisjonelle takflater gjør (ZinCo Norge AS, u.å.a). I en studie ved Augustenborg Botaniske Takhage har det fremkommet at grønne tak reduserer støy betydelig (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).



Illustrasjon nr. 18. Grønt tak på Chicago City Hall i Chicago, USA. Vegetasjonen har bidratt til at byggets energikostnader har blitt 11% mindre. Brukt med tillatelse fra City of Chicago / GRC.



Illustrasjon nr. 19. Grønne tak øker levetiden på takbelegget. Dette grønne taket ble anlagt på 1920-tallet i Berlin i Tyskland. Brukt med tillatelse fra CIRIA.

LAV BRANNRISIKO

Grønne tak kan motstå gnister og utstrålt varme (FLL, 2008). I tillegg motvirker de elektromagnetisk stråling fra blant annet høyspentmaster, telemaster (ZinCo Norge AS, u.å.a). Ifølge nettsiden til Augustenborg Botaniske Takhage er dette blitt forsket på og dokumentert av den tyske professoren Gernot Minke. Dette peker mot at grønne tak har relativt lav risiko for brann. Risikoen er lavere jo tykkere jordlaget fordi mer vann kan holdes tilbake i jordlaget etter nedbør. Dette innebærer at for eksempel hybride grønne tak er mer utsatt for brann enn intensive systemer, men mindre utsatt enn ekstensive (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). For å unngå brann bør vekstmediumet inneholde maksimalt 20 prosent organisk materiale. Grus kan fungere som brannhindringer hvis det anlegges i 0,5 meter brede linjer langs for eksempel vegger og kanter på tak (Newton o.a., 2007).

ANDRE FORDELER

Andre fordeler ved grønne tak er at de gir uttrykk for en miljørettet profil og byggeskikk (Diadem, u.å.). Etter min mening kan dette være spesielt positivt for eieren av bygningen og de ansatte eller beboere i den.

DESIGNSPESIFIKKE FORDELER

ØKT BIOLOGISK MANGFOLD

Grønne tak er "levende" systemer, som gjerne tiltrekker fugler og virvelløse dyr, og mikroorganismer trives i jorda under vegetasjonen. Begrepene "levende tak" og "økotak" blir brukt når formålet med taket er dyreliv og habitat. Disse to begrepene brukes når taket ikke nødvendigvis er dekket med vegetasjon, noe som gjerne skjer hvis de ikke blir vannet (Dunnnett o.a., 2011). "Brune tak" er eksempler på "levende" tak. På brune tak er designets formål å gjenopprette områder som tidligere lå øde og udyrkede. Det innebærer ofte forlatte industriområder, som gjerne kalles brownfield habitater (Dunnnett & Kingsbury, 2008). Brune tak er mye brukt i Storbritannia (Dunnnett & Kingsbury, 2008).

Studier gjennomført i Europa har vist at levende tak kan spille en viktig rolle for bevaring av biologisk mangfold i urbant miljø (Brenneisen, 2006). Dersom en fjerner flora fra et sted, forsvinner også som regel fauna (Diadem, u.å.). Slik jeg forstår det vil en utvikling som peker mot stadig mindre vegetasjon i fortettede områder, samtidig føre til en reduksjon i dyreliv. Min anbefaling er at grønne tak brukes til å gi slike områder mer vegetasjon og dyreliv, for å fremme biologisk mangfold.

Levende tak kan tilpasses som tilfluktssted for sjeldne eller stedeegne planter og dyr (Dunnnett, 2011). I for eksempel Sveits har hovedformålet med grønne tak lenge vært erstatning av bestemte arters tapte habitater (Peck, 2008). I London er litt mer enn 90 000 kvadratmeter med grønne tak etablert for å redde svartrødstjert-fuglen (se illustrasjon nr. 20).



Illustrasjon nr. 20. Svartrødstjert blir tatt vare på ved å gjenskape deres naturlige habitat på grønne tak i London.



Illustrasjon nr. 21. Grønne tak kan brukes til dyrking av mat. Dette bildet er fra The Brooklyn Grange Farm i Long Island City i USA, der det dyrkes organisk mat til samfunnet. Brukt med tillatelse fra New York Daily News.

URBANT LANDBRUK

Dyrking av mat på tak er ikke en ny idé. Det har blitt praktisert i for eksempel Asia og Øst-Europa i lang tid (Veg Tech, 2012). Både urter, grønnsaker og større avlinger kan dyrkes med et vellykket resultat (se illustrasjon nr. 21 på forrige side). Behovet for lokal urban matproduksjon øker etter hvert som byer og tettsteder fortettes, og potensialet er stort for videre utvikling av denne typen prosjekter (Dunnnett, 2011). Ved å produsere mat på tak kan dessuten hærverk unngås (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Kortere fraktvei for matvarer kan være miljøvennlig og pengebesparende (Peck, 2008). Et eksempel på det er et hotell i Vancouver i Canada, hvor det er funnet ut at 25 000 dollar kan spares på å dyrke grønnsaker på taket i motsetning til å kjøpe dem fra andre steder (Veg Tech, 2012).

Etter hvert som det blir stadig flere mennesker på jorda, ser jeg for meg at urbant landbruk på tak vil bli mer og mer nødvendig, ettersom fortetting og ekspansjon av byer og tettsteder vil føre til at avstanden til områder hvor det dyrkes mat øker.

FAKTORER Å TA HENSYN TIL MED TANKE PÅ FORDELENE

Det må poengteres at mange av fordelene bare gir en betydelig effekt dersom det bygges grønne tak i et større omfang (Dunnnett, 2011). Dette gjelder for eksempel overvannshåndtering (Dammen, 2011). Det kan også være vanskelig å gjennomføre alle fordelene i ett og samme prosjekt (Peck, 2008). Maksimering av visse typer fordeler kan føre til at prosjektet blir mye mer komplisert og dyrere (Snodgrass & McIntyre, 2010).

ULEMPER MED GRØNNE TAK

PRIS

Det å installere et grønt tak er dyrere enn et tradisjonelt tak. Ifølge København Kommune er det beregnet at grønne tak omtrent koster 1,6 ganger mer å anlegge enn tradisjonelle tak. Kommunen opplyser også at driften i gjennomsnitt er 2,5 ganger dyrere (Bonnievie, 2010). På en annen side kan grønne tak være billigere på sikt på grunn av for eksempel takets forlengede levetid (Newton o.a., 2007). Mange mener at alle fordelene et grønt tak gir kan veie opp for de ekstra kostnadene (Philippi, 2006). Etter min mening bør dette vurderes fra prosjekt til prosjekt, fordi jeg oppfatter at hvert anlegg, og det miljøet det befinner seg i er unikt.

Kostnadene ved å etablere grønne tak er avhengig av mange faktorer, slik som taktype, type grønt tak, høyde på bygningen, takets størrelse, hindringer og forstyrrende elementer, vedlikehold og vanning i etableringstiden, samt program og reparasjoner (Newton o.a., 2007). Kostnadene varierer også avhengig av landet det bygges i. Det er gjerne dyrere der det er få anleggsgartnere (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). På steder med lite konkurranse har gjerne prisene ikke blitt presset ned. Trolig vil prisene synke etterhvert som industrien vokser og ulike leverandører utvikler seg og konkurrerer (Philippi, 2006).

Intensive grønne tak er som oftest dyrere enn hybride grønne tak, som igjen gjerne er dyrere enn ekstensive grønne tak, slik som vist i tabellen i illustrasjon nr. 3 på side 10 (Rømø, 2010). Grunnen til det er at en mer avansert taktype medfører at bygningen må konstrueres slik at den tåler den ekstra vekten, samt at mer vekstmedium, flere typer planter, i tillegg til mer vedlikehold må regnes

med (Newton o.a., 2007). Et annet eksempel er at prisen gjerne er lavere per kvadratmeter hvis en kjøper en stor mengde materialer til grønt tak (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

LEKKASJE

Det er generelt lite sannsynlighet at et grønt tak vil lekke, hvis det er anlagt og vedlikeholdt på riktig måte (Newton o.a., 2007). Men skulle uheldet inntreffe er vanligvis skaden vanskeligere og dyrere å reparere enn på et tradisjonelt tak. Det kan være et stort problem å finne hvor lekkasjen har funnet sted, på grunn av at den er under vegetasjonen og vekstmediumet (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Dessuten må vegetasjonen og vekstmediumet fjernes før reparasjonen, og det grønne taket må deretter etableres på ny (Newton o.a., 2007).

For å gjøre en eventuell framtidig reparasjon billigere, kan det brukes et modulsystem, som innebærer at vegetasjonen etableres i adskilte moduler eller blokker. Dette er beskrevet mer i kapittel 3 under "utforming i form av design". Modulsystemer gjør at reparasjonen kan foregå på en mindre del av taket, istedenfor hele (Newton o.a., 2007). Det er også mulig å plassere sensorer inni taksystemet som oppdager lekkasjer (Hopkins & Goodwin, 2011). Min anbefaling er å investere i et slikt system, hvis en har økonomi til det, i tilfelle en lekkasje skulle oppstå. På den måten kan en være føre var.

TILGJENGELIGHET OG VEDLIKEHOLD

Grønne tak krever mer vedlikehold enn tradisjonelle. Men mengden nødvendig vedlikehold varierer med tykkelsen på vekstmediumet og plantetypen som er valgt (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Et helt vedlikeholds-fritt grønt tak er i grunnen umulig å få til. Men på ekstensive og hybride systemer kan vedlikeholdet reduseres til noen enkle oppgaver i året (Dunnnett & Kingsbury, 2008).

En av grunnene til at folk ikke velger å anlegge grønne tak er at tilgjengeligheten er dårlig, eller at forholdene er vanskelige for vedlikehold (Dunnnett o.a., 2011). Ofte er klienter og designere dessuten først og fremst opptatt av estetikk, enkelt vedlikehold, og systemtyper de antar er mest forutsigbare. Dette fører gjerne til at grønne tak som er mer lik naturlige systemer, og som kan gi større fordeler til miljøet, ikke blir valgt (Newton o.a., 2007). Etter min mening er det bedre å ha et grønt tak med de nevnte egenskapene som klienter og designere ønsker, enn et tradisjonelt tak. Men samtidig anbefaler jeg at det gjøres et forsøk på å fokusere mest mulig på økologisk bærekraftighet i valget av grønt tak, slik at det kan være mer positivt for miljøet.

UTFORDRINGER MED GRØNNE TAK I NORGE

MANGEL PÅ KUNNSKAP OG ERFARINGER

I boken *Living Architecture* står det at “myndighetene på alle nivåer spiller en sentral rolle i å gi informasjon, sette standarder og tilby insentiver for nye ideer og teknologier, særlig med hensyn til urbane bygde miljøer” (Hopkins & Goodwin, 2011). Ifølge Jostein Sundby fra Vital Vekst (e-post, 04.04.12) er det mangel på kunnskap og erfaringer med grønne tak i Norge, noe som ofte fører til feil ved anleggene. I tillegg er det lite samarbeid mellom fagsektorer, og få retningslinjer, bestemmelser og insentiver fra det offentlige rom, som sikrer tilstrekkelig etablering av grønne tak (Backe, 2011). Foreløpig finnes det for eksempel ingen bygghandbøker om grønne tak som kunne bidra til dette (Seehusen, 2010).

Ifølge SINTEF Byggforsk (2011) er det nødvendig at en del tiltak blir gjennomført for å møte behovene i utviklingen. For eksempel kan forskningen og kunnskapen om grønne tak utvikles og videreføres til de riktige aktørene. Jostein Sundby fra Vital Vekst (e-post, 04.04.12) mener at lover og regler, arkitekters interesse, poenggivende programmer og opplysning vil øke bruken av grønne tak. Han mener også at det er et behov for et sted der de tre ulike typene grønne tak kan sammenlignes. Forskeren Paul Andreas Aakerøy ved Bioforsk Jord og miljø ved UMB sier i et intervju på hjemmesiden til Bioforsk, at det kan være interessant å benytte takene på den nye Veterinærhøgskolen i Ås til å forske på grønne tak (Dammen, 2011). Dette er med på å forsterke interessen og behovet for et slikt anlegg som denne oppgaven er rettet mot.

KALDT KLIMA OG SNØ

Bent Braskerud fra Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE) mener at frost og kulde er en stor utfordring med grønne tak i Norge. Det er et behov for å blant annet finne ut om eller hvorfor plantene på taket fryser, og hva som kan hindre frostskaide (Framtidens byer, 2011b). I en workshop som fant sted på Arkitekthøgskolen den 29. november 2011, kom det fram at noen forskere mener at det er et behov for forskning på grønne tak som tåler norsk klima, på vegetasjon som trives på grønne tak i Norge, på frostproblematikk med tanke på fordrøyningsprosess, samt erfaringer knyttet til allerede etablerte grønne tak (Backe, 2011).

Jostein Sundby (e-post, 04.04.12) mener at snø ikke nødvendigvis er en ulempe på grønne tak. Det er ifølge han bedre at plantene dekkes med snø enn at de blir utsatt for en fuktig og forblåst vinter med temperaturer ned mot -20 grader. Bli belastningen for tung må det måkes, og i slike tilfeller er viktig å sørge for at plantene ikke ødelegges.

SUKSESS

Ifølge Dunnett (2011) karakteriseres et vellykket grønt tak av blant annet at vegetasjonsetableringen er god. Dette innebærer at vekstmediumet og plantene fungerer på stedet, at prosjektets designintensjon fullføres og at vegetasjonen trives i lengden med mulighetene som finnes for vedlikehold (Snodgrass & McIntyre, 2010). Ifølge Jostein Sundby (e-post, 04.04.12) blir resultatet som oftest vellykket dersom det grønne taket klarer seg fint det første året. Mitt forslag er at dette for eksempel kan være et mål

med grønne tak til forskningsbruk på Ås.

Forholdene på grønne tak er ofte vanskelige for vegetasjonen på grunn av at vekstmediumet er tynt, at tilgangen på vann og næringsstoffer er begrenset, og at plantene utsettes for ekstreme værforhold, slik som vind og intenst sollys. Det er derfor viktig å velge riktige planter til riktig miljø og sørge for tilstrekkelig vedlikehold (Dunnett, 2011). For at plantene skal trives er det avgjørende at forholdet mellom fordrøying og drenering er tilstrekkelig (Dunnett & Kingsbury, 2008).

I et intervju på nettsiden til Miljøverndepartementet forteller Bent Braskerud fra NVE at han opplever at en del grønne tak blir fort tørre. Han mener det er essensielt at grønne tak er vakre å se på, og at dette bør prioriteres først (Framtidens byer, 2011b). Etter min mening bør det være slik hvis anlegget skal kunne ses og oppleves, og hvis dette er en viktig del av det overordnede designkonseptet. Vakre anlegg kan på den måten også gi inspirasjon og føre til økt interesse for grønne tak.

VEKTPROBLEMATIKK

Det er viktig å tenke på den ekstra vektbelastningen et grønt tak medfører i planleggingen av slike anlegg. Mest sannsynlig egner ikke alle eksisterende tak seg til vegetasjonsetablering på grunn av denne ekstra belastningen. En kan tenke seg at det er lettere å planlegge et grønt tak samtidig som en bygning planlegges, istedenfor at det planlegges på et eksisterende tak. Eksisterende tak er gjerne i utgangspunktet ikke beregnet for den ekstra belastningen, mens dette kan integreres lettere i nye konstruksjoner.

OPPSUMMERING

I mange land i Europa har utviklingen av moderne grønne tak skutt fart de siste tiårene, mens framgangen i Norge har vært ganske treg. Grønne tak har med dette et stort potensial for utvikling i Norge. Det er mange grunner til at grønne tak bør bli mer utbredt i Norge. Kombinasjonen av at det finnes et hav av tak som ikke brukes til noe, at kampen om arealene på bakkenivå er stor, og at grønne tak gir mange fordeler, gjør at det kan være lurt å heller bruke takflatene til grønne tak.

Slik som dette kapitlet har vist bidrar grønne tak til en mer bærekraftig utvikling og gir en rekke positive effekter for både mennesker og miljø, særlig hvis de bygges i et større omfang. Jeg tror at grønne tak i forhold til overvannshåndtering kan være spesielt nyttig her til lands. Når en stadig oftere kan høre om flom og ødeleggelser i byer og tettsteder på nyhetene, og at klimaendringene vil føre til stadig mer nedbør, bør det opprettes tiltak som har en fordrøyende effekt på omgivelsene. Jeg er sikker på at problemet kan reduseres betydelig ved bygging av et større antall grønne tak, spesielt på steder med mange tette overflater. Grønne tak til forskningsbruk på den nye Veterinærhøgskolen på Ås kan være et stort steg i utviklingen av grønne tak og deres evne til å håndtere vann i Norge.

Selv om det finnes en lang rekke fordeler ved å etablere grønne tak er det likevel de få ulempene og utfordringene, kanskje spesielt mangelen på krav fra det offentlige og etableringsprisen, som hindrer grønne tak i å bli utbredt. Etter min mening bør det tas tak i utfordringene slik at grønne tak kan bli mer utbredt. Et forslag er at myndighetene kan bidra økonomisk, slik som i Danmark.

Myndighetenes krav om grønne tak i mange land har

tydeligvis spilt en viktig rolle i forhold til hvor raskt utviklingen av slike anlegg har vært. Dermed tror jeg også at det samme vil bidra til å framskynde utviklingen i Norge. Dersom offentlige krav og utvikling av retningslinjer og bestemmelser for grønne tak blir gjennomført, tror jeg det raskt kan bli flere grønne tak i landet. Økt kunnskap og tverrfaglig samarbeid tror jeg også vil bidra til utviklingen. Men før grønne tak for alvor blir utbredt er det tydelig at det er et behov for forskning for å se hvilke løsninger som kan fungere under norske forhold. På den måten kan standarder utvikles slik at planleggere vet bedre hva som kommer til å fungere.



Illustrasjon nr. 22. Grønt tak på bussholdeplass i South Yorkshire i England. Taket er en del av et større program om å gi oppmerksomhet til mangelen på grønne tak i bydelen, ifølge kilden til bildet.

DEL 3

HVA MÅ TIL FOR AT ET GRØNT TAK
SKAL BLI VELLYKKET I NORGE?

INTRODUKSJON

Dette kapitlet tar opp ulike faktorer det kan være aktuelt å forske på i forhold til grønne tak i Norge. Ved å forske på dette kan en få bedre kunnskap om grønne tak, slik at det er lettere å få vellykkede resultater i andre prosjekter. Mine mål for et vellykket grønt tak i Norge er at plantene trives i det miljøet de er i. Dette innebærer

- god vegetasjonsetablering
- god fordrøyningseffekt
- minst mulig vedlikehold

Før et grønt tak kan etableres er det viktig å kartlegge egenskapene til taket under systemet, samt miljøet på stedet. Dette gjør valget av blant annet plantearter og systemoppbygning under plantene lettere, og god plantevekst blir lettere oppnåelig. Det kan være nyttig å forske på ulike tekniske løsninger i grønne tak for å finne ut hva som kan gi best mulig plantevekst, og å unngå vannlekkasjer. Den delen av kapitlet som handler om tekniske løsninger på grønne tak, tar for seg det som finnes mellom takkonstruksjonen og plantene.

I de fleste tilfeller er vegetasjonen selve poenget med grønne tak. Derfor kan det være interessant å forske på utforming på grønne tak i form av design. Det kan være for eksempel i forhold til hvordan vegetasjon etableres og utvikles, hvilke plantearter som fungerer sammen på et sted, og lignende. Det kan også være aktuelt å forske på hva slags materialer som fungerer best i grønne tak i Norge. I tillegg kan det være interessant å finne ut hva slags vedlikehold og -frekvens som er nødvendig i forbindelse med de ulike typene grønne tak.

Til slutt i dette kapitlet er to relevante referanseprosjekter fra Sverige og Danmark inkludert. Denne delen av kapitlet svarer ikke direkte på hva som må til for at et grønt tak

skal bli vellykket, men tanken var at prosjektene kan gi inspirasjon til det videre arbeidet med oppgaven. Prosjektene er relevante med tanke på at de blant annet inkluderer hybride systemer.



Illustrasjon nr. 23. Oppbygningen av et grønt tak består av flere ulike komponenter.

FAKTORER Å TA HENSYN TIL

TAKETS EGENSKAPER

Denne delen tar for seg ulike faktorer som må tas hensyn til i forhold til takets egenskaper ved vegetasjonsetablering. Det er fordi det krever litt annen kunnskap å beplante tak enn områder på bakkenivå, og det må tas større hensyn til det som er under vegetasjonen. Faktorene består av takets bæreevne, helning og robusthet mot vann.

TAKETS BÆREEVNE

Bygninger som blir tilført grønne tak må tåle den ekstra belastningen dette medfører. Det er dermed viktig at ulike deler i oppbygningen er så lett som mulig. Kvaliteten, funksjonen og utseendet til et grønt tak begrenses av hvor mye vektbelastning taket tåler (Dunnnett o.a., 2007). Illustrasjon nr. 24 og 25 viser ulike materialers vekt. Bygningene må kunne bære takets egenvekt, samt variabel belastning fra for eksempel regnvann som holdes tilbake i de ulike materialene, eventuell snø som legger seg på taket og menneskelig aktivitet som vedlikehold, reparasjon og rekreasjonsbruk (Harrison, 2000). Dessuten må punktbelastninger fra for eksempel tunge vekster og møblering tas med i beregning (FLL, 2008).

Det er vanlig at bygninger ikke har en jevn belastningskapasitet over hele taket. Kapasiteten er gjerne størst over bjelker, søyler og vegger. Områdene som er lengst unna stedene med størst kapasitet tåler minst belastning. Dette gir mulighet til å utforme grønne tak med større grad av variasjon. For eksempel kan vekstmediumets og vegetasjonens vekt planlegges å være mer der belastningskapasiteten på taket er størst, og omvendt (Brenneisen, 2003). Denne variasjonen kan igjen gi ulike habitater til

forskjellige plantearter og virvelløse dyr (Newton o.a., 2007).

TAKETS HELNING

Grønne tak kan etableres i hellende forhold med vellykket resultat. Vanligvis kan intensive grønne tak ha en helning på opp til 5 grader, mens ekstensive kan helle maksimalt 30 grader. Det er mulig å etablere slike tak med større helning, men da er det vanskeligere å lykkes (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

I hellende forhold er det svært viktig at vekstmediumet og plantene holdes på plass på taket (Dunnnett, 2011). Jo brattere helning oppbygningen har, desto viktigere er det å sørge for den blir støttet og festet skikkelig, slik at erosjon og utglidning unngås (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Det må også tas større hensyn til for eksempel tykkelsen på vekstmediumet og metode for å holde tilbake vannet, slik at ikke plantene tørker ut (Newton o.a., 2007). Hellende grønne tak kan festes med jordstabiliserende netting (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

TAKETS ROBUSTHET MOT VANN

Slik som for et tradisjonelt tak er det essensielt å få vann til å renne av et grønt tak (Snodgrass & McIntyre, 2010). Det er et dårlig tegn hvis vann blir stående på taket. Dette kan for eksempel føre til at plantene ikke trives (Veg Tech, 2012). I følge FLL (2008) bør takets fall være 1:50 eller tilsvarende 2% for ekstensive og hybride grønne tak. Dette samsvarer med kravene til helning på fast dekke på bakkenivå.

Materiale	Vekt av 1 cm lag (kg per m ²)
Grus	16 - 19
Småstein	19
Pimpstein	6,5
Teglstein	18
Sand	18 - 22
Blanding av sand og singel	18
Matjord	17 - 20
Vann	10
LECA	3 - 4

Illustrasjon nr. 24. Indikasjon på typisk vektbelastning av ulike materialer som kan brukes på grønne tak. Vekten på materialene er vannmettet. Brukt med tillatelse fra Nigel Dunnnett.

Materiale	Vekt (kg per m ³)
Stein (granitt, sandstein, kalkstein)	2300
Betong (prefabrikert)	2100
Betong (forsterket)	2400
Betong (lett)	1300 - 1600
Løvtrevirke	730
Bartrevirke	570
Støpejern	7300
Stål	8000
Glasopor*	180

Illustrasjon nr. 25. Indikasjon på typisk vektbelastning av ulike konstruksjonsmaterialer som kan brukes på grønne tak. Vekten på materialene er vannmettet. Brukt med tillatelse fra Nigel Dunnnett.

*Kilden er en annen enn for de andre materialene og vekten er ikke vannmettet (Norsk Glassgjenvinning AS. (u.å.b)).

KLIMATISKE FORHOLD

Gjennom studietiden har jeg lært at klima har mye å si for om en plante vil trives på et sted. Dette gjelder ifølge blant annet Osmundson (1999) også for grønne tak. Grønne tak vil påvirkes av både regionalt klima og mikroklima. Regionalt klima påvirker en bestemt region eller del av Norge, mens mikroklima er det lokale klimaet som virker på et bestemt sted (Osmundson, 1999).

SOL-SKYGGE FORHOLD

Sol og skygge har mye å si for hvordan ulike vekster trives på et voksested. For å få plantene til å fungere best, er det derfor viktig å plassere de på riktig sted (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

Vegetasjon som er utsatt for sterkt sollys fordamer mye vann, og kan tørke ut fortere. Det kan derfor ha et større behov for vanning enn i skyggelagte områder. Også gjenskinnsrefleksjon fra reflekterende overflater kan føre til tørkestress for planter (FLL, 2008). For eksempel kan vinduer bidra til større refleksjon av sollys mot vegetasjonen (Veg Tech, 2012). Det er derfor viktig å vurdere hvor bestemte planter skal plasseres slik at de ikke får mer lys og varme enn de kan tåle.

I forhold til steder med mye skygge er det viktig at avrenningen er tilstrekkelig. Hvis ikke kan for lite vann fordampes fra vegetasjonen og vannet blir værende igjen i systemet over lengre tid. Dette kan føre til at plantene "drukner" (Veg Tech, 2012). Blant annet trær og andre bygninger eller bygningsdeler kan også ha noe å si for hvor skygge faller (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Trær

kan skygge taket ved at løv faller ned på det om høsten (Veg Tech, 2012).

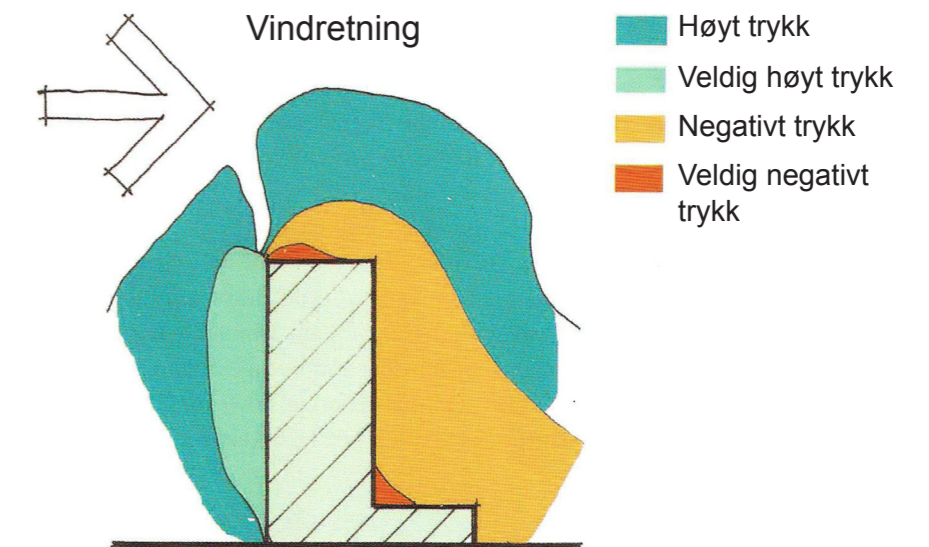
TEMPERATUR

Ventilasjon og air-condition kan skade plantene på et grønt tak. Det skjer ved at installasjonene produserer varm og kald luft, og luftstrømmer som kan gi frost- eller tørkeskader på plantene (FLL, 2008). Etter min mening bør det derfor vurderes om utsatte områder ved slike installasjoner skal beplantes eller ikke, eller om plantene skal skjermes på en eller annen måte.

VIND

Vind kan påvirke bygningers tak med store krefter. Graden av vindpåvirkning på et grønt tak bestemmes av styrken og retningen på vinden, i tillegg til bygningens form og høyde (FLL, 2008). Vindforholdene er sterkere og vekstbetingelsene er mer ekstreme, jo høyere opp på et tak en befinner seg (Hopkins & Goodwin, 2011). Vind kan bidra til at grønne tak tørker fortere enn på bakkenivå, noe som gjør at vanning kan bli mer nødvendig (Veg Tech, 2012). Det kan også påvirke og eventuelt skade grønne tak med positivt og negativt trykk (se illustrasjon nr. 26).

Samtidig er for eksempel sedumarter på eksisterende tak mer robuste mot vind, enn planter på intensive tak (Sundby, e-post, 07.05.12). Min anbefaling er derfor at det bør vurderes hvilke planter som skal plasseres i le, og hvilke som kan trive mer sterkere vindforhold. På vindutsatte steder må grønne tak beskyttes mot erosjon, noe som kan gjøres med et nett (Scandinavian Green Roof Association,



Illustrasjon nr. 26. Vindens påvirkning på en bygning. Hentet fra Graemes og Christines *Living Architecture* bok, og brukt med tillatelse fra Graeme Hopkins and Christine Goodwin.

u.å.). Gavler, hjørner og kanter er spesielt utsatt for vind. For å motvirke dette kan de holdes på plass av tyngre materialer som grus eller plater, eller tykkelsen på den lagdelte strukturen kan økes (FLL, 2008).

På en annen side tåler grønne tak kraftige stormer bedre enn tradisjonelle tak. Dette har vist seg i Malmö i Sverige, der nylig anlagte grønne tak på en skole var uskadd etter en voldsom storm, mens fragmenter fra andre tak på samme skole hadde blitt tatt av vinden (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

KULDE OG SNØ

I kalde klimaer, slik som i Norge, er det viktig å sørge for at plantene som velges til bruk på grønne tak, har den

herdigheten som kreves for å tåle lengre perioder med kulde. Det er ekstra viktig å ta hensyn til lengre perioder der planterøttene fryser. Det er derfor anbefalt å bruke stedegne planter, fordi de er tilpasset slike forhold (Osmundson, 1999).

Det må måkes på grønne tak dersom belastningen blir for tung på grunn av snø (Jostein Sunby, e-post, 04.04.12). På tilgjengelige grønne tak kan det også være nødvendig å fjerne snø, slik at brukerne kommer seg fram. Mengden som bør fjernes avhenger av bruken av anlegget. Det er mulig å installere et snøsmeltingssystem under områder hvor folk går, slik at vedlikeholdet blir enklere (Osmundson, 1999). Samtidig nevnes det i boken *Roof gardens: history, design, and construction* at planter kan begynne å vokse hvis de blir tilstrekkelig varme om vinteren fordi de tror det er vår, noe som fører til at de kan dø ved neste tilfelle av lave temperaturer (Osmundson, 1999). Hvis et snøsmeltingssystem skal brukes mener jeg at det bør sørges for at ikke plantene blir forstyrret av varmen.

NEDBØR OG VANNING

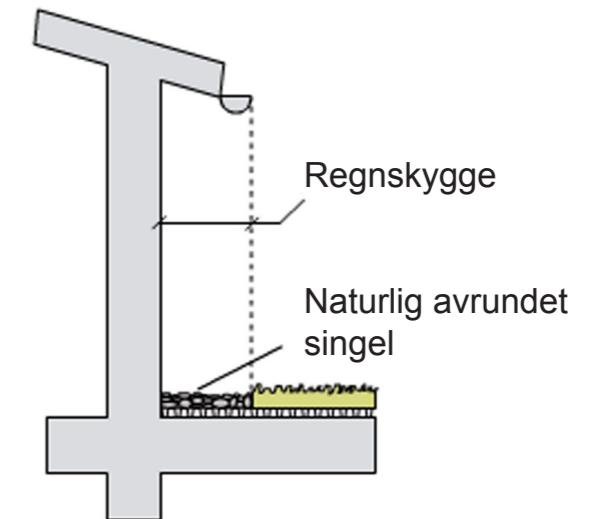
Det er viktig at vegetasjonen på grønne tak får nok vann slik at den trives. Tilførselen av vann styrer vegetasjonsutviklingen. Den største vannkilden for grønne tak er regnvann, som både er gratis og tilgjengelig. Jo mer det regner, desto mindre er behovet for vanning (FLL, 2008). Noen områder er mer utsatt for regn enn andre, for eksempel ved en tilsluttende bygning. Der lite regnvann kommer til, slik som under takutspring eller markiser, er det frarådet å anlegge vegetasjon. Slike områder kalles regnskygge (se illustrasjon nr. 27). I stedet for vegetasjon kan det plasseres naturrund singel eller lignende på disse

stedene (Veg Tech, 2012).

Grønne taks beliggenhet har mye å si for hvor stort behovet for vanning er (Newton o.a., 2007). Behovet for avrenning er naturlig nok større i områder med mer nedbør og mye tette overflater, slik som for eksempel på Vestlandet og i urbane områder. Vanningsbehovet øker også med helningen på grønne tak ved at brattere tak blir raskere tørre. Det har å gjøre med at vannet renner raskere av, og at det opptas mindre regn per kvadratmeter overflate (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). En annen faktor som virker inn er hvilken type grønt tak som er valgt (Veg Tech, 2012). I tabellen under illustrasjon nr. 3 på side 10 står det at et intensivt tak har større behov for vanning enn et ekstensivt grønt tak (Rømø, 2011).

Det kan være nødvendig å installere et vanningsystem (Dunnnett, 2011), spesielt i intensive systemer, og eventuelt hybride, fordi disse systemene ofte har mindre robuste planter enn ekstensive (Newton o.a., 2007). Vanningsanlegg på grønne tak må ha minst en vannforbindelse på taket, og denne må sikres mot frost. Beliggenheten og bygningskonstruksjonen vil avgjøre hvor mange rør og forbindelser som er nødvendig, samt vanntrykket (FLL, 2008).

For noen er vanning av et grønt tak essensielt. Men det er ulike meninger om vanning er nødvendig eller ikke. Noen mener at det ikke burde vannes i det hele tatt, hvis poenget med et grønt tak er å etterligne naturlige habitater (se illustrasjon nr. 28). På denne måten blir plantene tillatt å praktisere naturlig utvelgelse. Andre igjen argumenterer med at alle plantene på taket potensielt kan visne uten vanning. Dette kan føre til at det tar mange måneder for beplantningen å gjenopprette seg. Det er vanlig at det



Illustrasjon nr. 27. Eksempel på regnskygge i form av takutspring. Brukt med tillatelse fra Veg Tech.



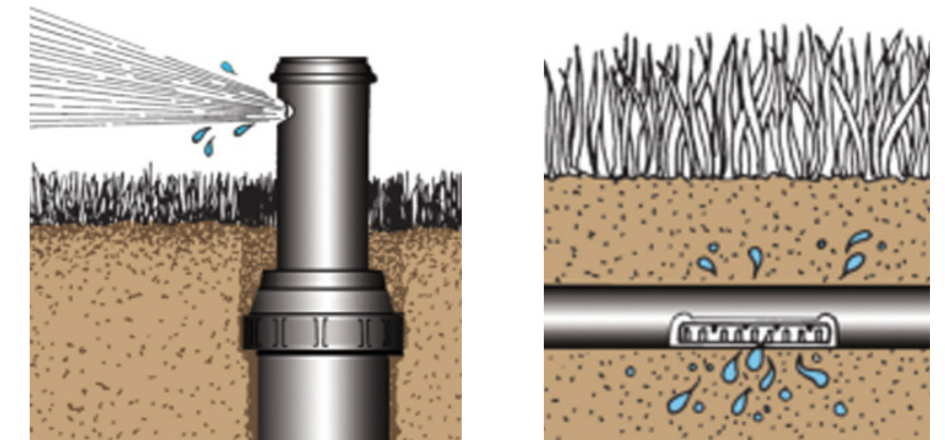
Illustrasjon nr. 28. Semi-intensivt grønt tak på Moorgate Crofts Business Centre i Rotherham, Storbritannia. I følge Dunnnett & Kingsbury (2008) er taket estetisk og har et høyt nivå av biologisk mangfold, selv uten vanning og gjødsling.

vannes hvertfall de første årene slik at plantene har en sjans til å etablere seg og deretter trappe ned på praksisen. Som oftest holder litt vanning i massevis (Cantor, 2008). Etter min oppfatning bør vanningsmengde og -intensitet bestemmes ut ifra målet med det grønne taket.

ULIKE VANNINGSMETODER

Det finnes flere måter å vanne et grønt tak på; manuell vanning, spredning, dryppvanning, og vanningssystem fra under bakken. Spredningssystemer består av spredere som kommer opp fra bakken og gir en tåke av vann. Vanntrykket er middels høyt over ulike beplantede områder. Dette systemet fungerer som regel dårlig, fordi store deler av vannet forsvinner med evaporasjon og vind (Cantor, 2008).

Nedsenket rør eller en dryppvanning er anbefalte metoder. Vanningen bør kontrolleres av en timer eller bli skrudd på ved behov. Hvis skalaen på det grønne taket er liten kan det vannes for hånd med en vannkanne eller slange hvis det er nødvendig i ekstreme tilfeller. Det desidert beste alternativet er å bruke oppsamlet regnvann i brønner eller reservoarer, eller resirkulert gråvann fra servanter, badekar eller dusjer (Dunnett o.a., 2011).



Illustrasjon nr. 29. Eksempler på vanning; spredning (til venstre) og dryppvanning (til høyre). Brukt med tillatelse fra SINTEF Byggforsk.

UTFORMING AV TEKNISKE LØSNINGER

For at grønne tak skal fungere og vare lenge er det viktig at det har en riktig teknisk oppbygning. Grønne tak som er utført feil kan få lekkasjer og store fuktskader (SINTEF Byggforsk, 2011). Oppbygningen består av ulike lag som fungerer på hver sin måte, og er laget av forskjellige typer materialer. Kombinasjonen av lagene gjør at det grønne taket fungerer optimalt (FLL, 2008). De tekniske detaljene bestemmes av region, klima, bygning, og det grønne takets type og utforming (Green Roofs for Healthy Cities, u.å.).

Det finnes mange ulike teknikker for oppbygging av moderne grønne tak (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). I denne oppgaven har jeg valgt å vise til prinsippoppbygningene i *Building Greener* (Newton o.a., 2007) som igjen har referert til FLL (2002) (se illustrasjon 30, 31 og 32). Illustrasjonene viser i hovedsak at de ulike komponentene i oppbygningene er de samme, med unntak av vekstmediumet og vegetasjonslaget, som varierer i tykkelse og høyde.

Grønne tak består av minst fire lag som inkluderer rotbeskyttende barriere, dreneringslag med overliggende geotekstil, vekstmedium og et vegetasjonslag på toppen. Det kan være aktuelt å inkludere andre lag ut ifra typen grønt tak og systemprodusenten som velges. Disse lagene kan bestå av filtermembraner, vanntette lag, beskyttelseslag, installasjoner for å holde tilbake vann, vanningsinstallasjoner og ekstra isolasjon (Newton o.a., 2007). Ifølge FLL (2008) er tykkelsen på de ulike lagene i oppbygningen avhengig av måten taket er konstruert, den bestemte vegetasjonen som er planlagt på stedet, og materialet som er i de individuelle lagene. Under beskrives hver del av oppbygningen av grønne tak, fra bunn til topp.

DAMPSPERRELAG

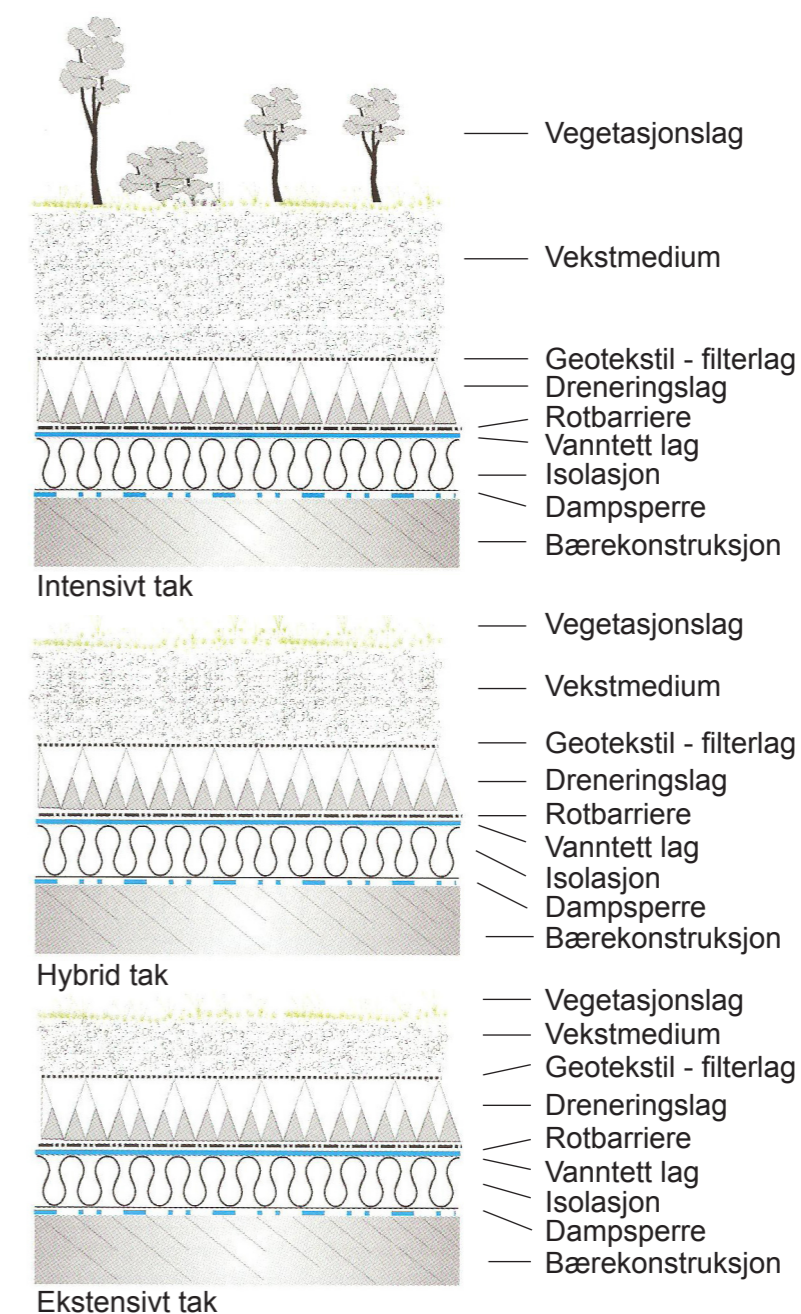
Dette laget gjør at vann damper ut av taket, istedenfor å kondensere inni og skape fuktige forhold (Dunnett & Kingsbury, 2008).

ISOLASJON

Isolasjonen under et grønt tak reduserer varmeopptak og -tap. Laget må veie lite og samtidig ha en god komprimeringsevne. Det er viktig at laget ikke mister formen ved å bli klemt eller presset av det som er over den. Isolasjonen kan plasseres enten over eller under det vanntette laget. Vanligvis består laget av isopor eller skumgummi (Cantor, 2008).

KALDE TAK, VARME TAK OG OMVENDTE VARME TAK

Kalde tak karakteriseres ved at isolasjonslaget er plassert under bærekonstruksjonen. I varme tak er derimot isolasjonslaget over takdekket. Det vanntette laget på disse to taktypene befinner seg oppå isolasjonen. Omvendte varme tak har isolasjonslaget over det vanntette laget. Som oftest er varme tak dekket med puk, singel eller takpapp. Belastningskravene til dette ballastlaget vil ofte bety at noen form for grønt tak teoretisk er mulig som erstatning (Dunnett & Kingsbury, 2008). Det anbefales å benytte omvendte varme tak på bygninger fordi isolasjonen kan beskytte det vanntette laget bedre ved å ligge oppå det. Likevel er det vanlig å bruke varme tak der taket ikke inkluderer vegetasjon (Weiler & Scholz-Barth, 2009). De ulike taktypene er vist i illustrasjon nr. 33-35.



Illustrasjon nr. 30-32. Illustrasjonene viser ulike oppbygninger på varme tak. Intensive tak har størst tykkelse på vekstmedium og vegetasjon, mens ekstensive tak har minst. Hybride tak er en variant mellom disse. Illustrasjonene er brukt med tillatelse fra CIRIA.

ISOLERING BESKYTTER VEKSTENE MOT TERMISKE SVINGNINGER

Det er viktig at det er et isolasjonslag mellom bygningen og det grønne taket. Hvis isolasjonen er for dårlig, og det kommer varme opp under vegetasjonen om vinteren, kan det, som tidligere nevnt, få plantene til å begynne å vokse, og de kan dø ved neste betydelige temperaturfall (Osmundson, 1999).

VANNTETT LAG

Det er avgjørende at grønne tak er vanntette (Dunnnett, 2011). Dette kan sørges for ved å inkludere en værsikker eller et vanntett lag i systemoppbygningen. Det finnes tre hovedtyper av slike lag; takpapp, vanntett membran og flytende vanntette løsninger (Osmundson, 1999).

TAKPAPP

Takpapp er den mest brukte membranen. Men på grunn av at den ikke er veldig robust, er det mer passende å bruke en annen type membran til grønne tak (Osmundson, 1999).

VANNTETT MEMBRAN

Vanntette membraner er mye brukt og kan være en god løsning hvis den er anlagt riktig. De består av plater av uorganisk plast eller syntetisk gummimateriale, og er overlappet i skjøtene og forseglet med varme. En negativ side ved denne løsningen er at skjøtene mellom membranene

utgjør svake punkter slik at planterøtter kan trenge gjennom og danne lekkasje. Rotgjennomtrengning kan også skje rundt dreneringspunktene, og på andre utsatte deler av duken (Osmundson, 1999).

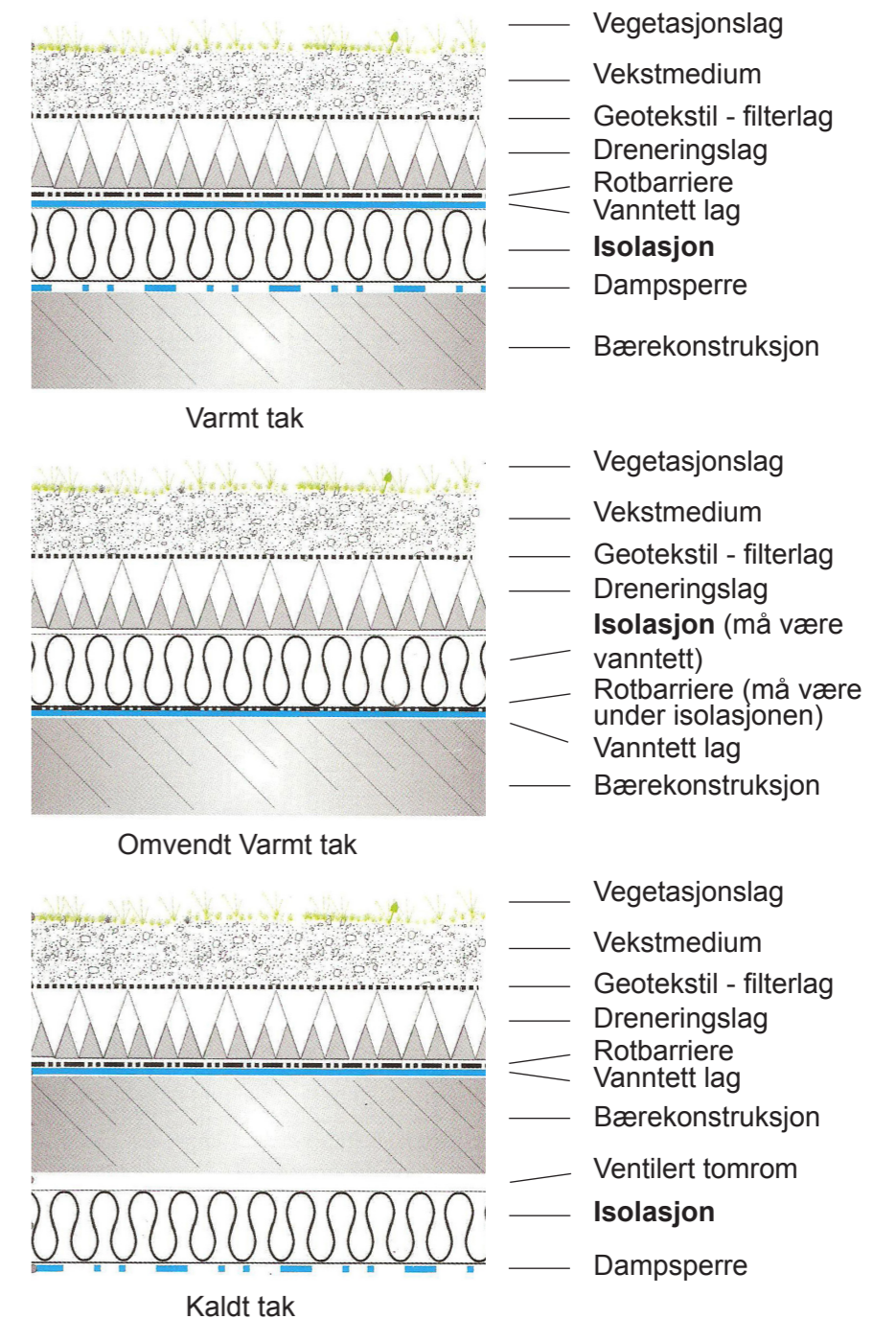
FLYTENDE VANNTETTE LØSNINGER

Denne flytende membrantypen sprøytes eller males på takoverflaten enten kald eller varm. Den utgjør en tett forsegling uten skjøter (Osmundson, 1999), og er lettere å bruke på vertikale eller ujevne overflater (Dunnnett & Kingsbury, 2008).

ROTBESKYTTENDE BARRIERE

Dette laget gjør at røtter ikke trenger gjennom til underliggende lag. Det er spesielt viktig for at ikke den vanntette membranen skal skades og lekke (Cantor, 2008). Barrieretypen som bør benyttes bestemmes av systemet og plantetyperne som er valgt (Newton o.a., 2007). Barrieren kan være inkludert i dreneringslaget (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

En rotbeskyttende barriere trenger ikke være nødvendig hvis vekstmediumet er tynt og plantenes røtter er svake. I Tyskland er denne komponenten alltid en del av systemet. I Sverige brukes en gummimatte som barriere for systemer med tykkere vekstmedium (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).



Illustrasjon nr. 33-35. Tre typer takkonstruksjon, der plasseringen av isolasjonslaget varierer. Brukt med tillatelse fra CIRIA.

BESKYTTENDE LAG

Dette lagets oppgave er å beskytte den rotbeskyttende barrieren fra mekanisk slitasje. Laget kan også sørge for ekstra fordrøyning og fungere som et separasjonslag mellom det rotbeskyttende laget og det overliggende systemet (Snodgrass & McIntyre, 2010).

DRENERINGSLAG

Dreneringslaget sikrer bortledning av overskuddsvann og ventilering av røttene (FLL, 2008). Det kontrollerer gjerne også at vann som ikke tas opp av plantene blir holdt tilbake, slik at avrenningen reduseres. Dette er gjerne tilfellet ved tørre forhold som et resultat av for eksempel klima eller helning (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). I tillegg kan dreneringslaget beskytte underliggende lag. Etter oppbevaring sendes overskuddsvannet til tak-utløpene i kanaler (FLL, 2008).

Laget har en viktig rolle i oppbygningen av grønne tak ved at det gir fordeler som å forhindre at det blir vanddammer på taket, å bidra til at dreneringsforholdene blir balansert slik at plantene trives, samt å styre hvor mye av avrenningen som kommer ut av systemet til enhver tid (Newton o.a., 2007). Dammer på taket kan føre til blant annet at uønskede planter etablerer seg (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Ut i fra dette kan det tenkes at dreneringssystemet også har en betydning for hvor stort behovet for vanning er.

Dreneringslaget kan bestå av ulike type materialer. Det kan være porøse naturlige materialer, resirkulerte materialer (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Pro-

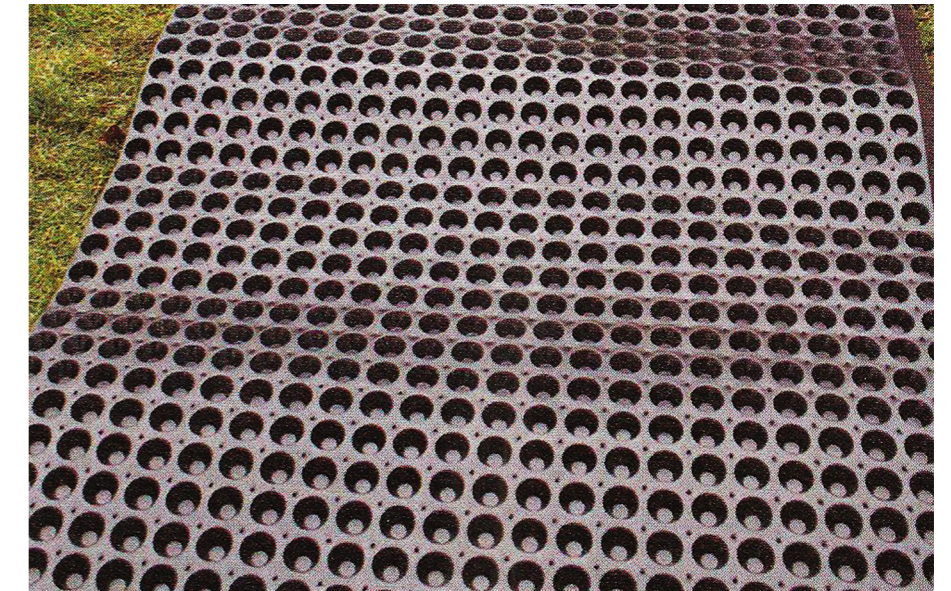
duerte dreneringsplater med vannreservoarer er også et alternativ (FLL, 2008). Ulike typer drenering er forklart nærmere under.

DRENERINGSPLATER MED VANNRESERVOARER

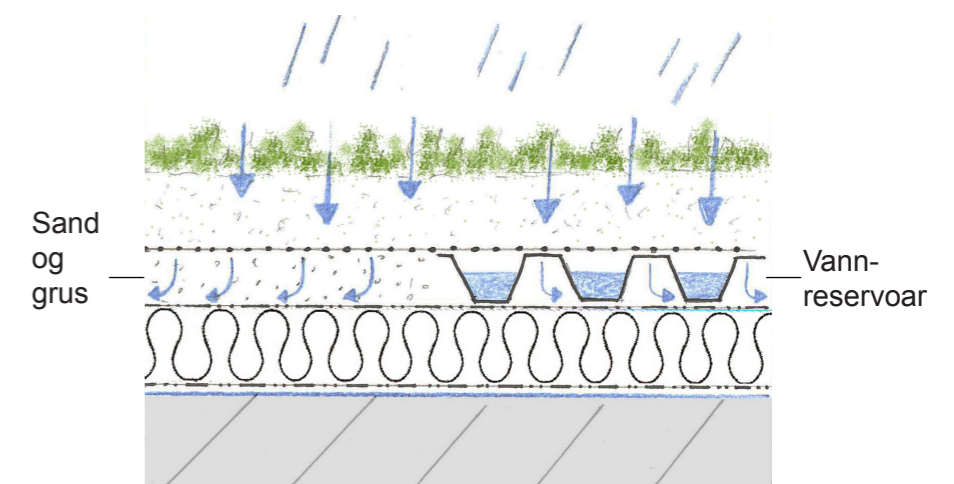
Dette dreneringselementet er formet som plater med riller på begge sider, har lav egenvekt, og kan bære en god del vann (Diadem u.å.) (se illustrasjon nr. 36 og 37). Formen gir hulrom eller reservoarer for oppbevaring av overflødig vann for plantene når jorda blir tørr (ZinCo Norge AS, u.å.b). Hvis det regner så mye at reservoarene fylles, vil det overflødig vannet dreneres gjennom små hull (Scandinavian Green Roof Association, u.å.) Når vannet i hulrommene fordampes kan plantene over bruke det (ZinCo Norge AS, u.å.b). Hulrommene skaper også plass til rotvekst (FLL, 2008). Utformingen gjør at trykket fordeles likt på taket og hindrer punktering av membranen (ZinCo Norge AS, u.å.b).

Behovet for vannreservoarer i dreneringslaget bestemmes av klimatiske forhold (Bergknapp AS, 2011). Reservoarene finnes i ulike størrelser, og kan derfor velges ut ifra ønsket vannlagringsmengde (Diadem, u.å.). Jo større belastningskapasitet taket har, jo større vannreservoarer kan brukes (Netwon o.a., 2007). Størrelsen på reservoarene velges ut ifra typen grønt tak, det vil si vegetasjonen som er valgt og tykkelsen på vekstmediumet (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

Ulempen med et slikt element er at det tørker raskt, i motsetning til porøse materialer, og advarer ikke plantene slik at de kan justere vannforbruket til tilgjengeligheten på vann. Dessuten lagres ikke næringsstoffer i elementet,



Illustrasjon nr. 36. Eksempel på dreneringslag med vannreservoar. Brukt med tillatelse fra CIRIA.



Illustrasjon nr. 37. To typiske dreneringssystemer; sand og grus eller vannreservoarplate. Figuren viser at vannet renner gjennom vegetasjonslaget og vekstmediumet, før det lagres i vannreservoaret, mens vannet "kun" renner av gjennom de naturlige materialene. Figuren er brukt med tillatelse fra CIRIA, og er noe bearbejdet.

og det kan være dyrere og kreve mer energi enn andre alternativer når det gjelder fremstillingen av produktet. En annen ulempe er at plastikk ikke er en fornybar kilde (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

GRUS OG KNUST FJELL

Naturlige materialer som grus og knust fjell kan brukes til drenering på grønne tak (se illustrasjon nr. 37). Grusen må ikke være for avrundet slik at den ruller av taket. Disse materialene er billige, spesielt hvis de er lokale og gjenbrukt fra bygningsplassen. Det kan også bidra til biologisk mangfold ved å kun flytte materialet, som er som habitater for virvelløse dyr, fra bakkenivå til tak. På en annen side er det en ulempe at slike materialer veier en del. Dessuten har de ikke mulighet til å lagre større mengder vann eller oppløste næringsstoffer, noe som kan være til fordel for plantene (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

KNUST LAVA, KNUST LECA OG KNUST TEGLSTEIN

Lava, leca og teglstein er også porøse materialer som har gode dreneringsegenskaper og kan brukes på grønne tak. Disse materialene er forskjellig på den måten at lava er en naturlig ressurs, mens leca og teglstein er fremstilt. De to sistnevnte materialene er gjenvunnet, noe som er positivt for miljøet. Derimot likhetene mellom de tre materialene er at de kan lagre mer vann og næringsstoffer i motsetning til stein. Lagres ikke næringsstoffer i det grønne taket, blir de som forurensende stoffer for miljøet, fordi de følger med avrenningen fra taket. De tre materialene fungerer også som habitater for virvelløse dyr (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

GLASOPOR SKUMGLASS

Glasopor skumglass er et miljøvennlig naturprodukt som har høy drenerings- og isolasjonsevne (se illustrasjon nr. 38). Det passer godt til norske grunnforhold på grunn av at det blant annet hindrer telehiv. Det er et selv bærende materiale som veier opp imot halvparten av liknende produkter. Den lave vekten gir enklere anleggsteknikk og lave total kostnader (Norsk Glassgjenvinning AS, u.å.a).

STEINULL

Steinull er framstilt fra fjellmineraler og er et brannsikkert materiale (Scandinavian Green Roof Association, u.å.) (se illustrasjon nr. 39). Det er et veldig lett materiale (Dunnett & Kingsbury, 2008). Det kan gjennomtrenges av røtter og absorbere mye vann. Vannet slippes sakte ut til plantene over lengre tid. I tillegg kan steinull drenere overflødig vann (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

Ulempen med steinull er at det krever mye energi å gjøre om stein til ull, noe som er lite positivt med hensyn til miljøet. I tillegg vil gravitasjon gjøre at vannet renner til laveste kant, noe som gjør at det øverste nivået på helningen på taket blir tørrere (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Steinull holder heller ikke på næringsstoffer (Dunnett & Kingsbury, 2008).

SKUMGUMMI

Dette materialet er fremstilt fra for eksempel resirkulerte bilseter. Det har en god dreneringsevne, men holder tilbake lite vann og næring (Scandinavian Green Roof As-



Illustrasjon nr. 38. Glasopor kan brukes som dreneringslag.



Illustrasjon nr. 39. Steinull kan brukes som dreneringslag.

sociation, u.å.).

SLUK

Etter det jeg forstår må vann på tak ledes ned til bakkenivå på en eller annen måte. Ifølge Cantor (2008) vil dreneringslaget på grønne tak enten lede vann til eksisterende innvendige sluk eller utvendige sluk på taket, og deretter til det eksisterende avløpssystemet. Innvendige sluk befinner seg på overflaten av taket, og er knyttet til avløpsrør inne i bygningen. Utvendige sluk består av takrenner eller åpninger i vegger som gjør at vann ledes til utsiden av bygningen, eller leder det gjennom rør som er festet til veggen. De innvendige slukene og hullene i veggene må beskyttes mot tilstoppelse av små partikler. Dette kan gjøres med et lag av småstein rundt sluket (Cantor, 2008).

Rundt sluk i selve vegetasjonsoppbygningen er det anbefalt å ha en beskyttelse i form av en inspeksjonssjakt. Denne sikrer både tilgjengelighet og hindrer plantevekst i sluket. Rundt inspeksjonssjakten bør det være en remse på 300-500 mm med småstein, samt en rustfri kant som holder småsteinene og vekstmediumet fra hverandre gir overflatevannet mulighet til å renne fritt til sluket (Diadem, u.å.).

GEOTEKSTIL

Geotekstil, også kalt filterlag eller separasjonslag (Newton o.a., 2007), brukes til å holde fine partikler i vekstmediumet unna det underliggende dreneringslaget, der partiklene kan hindre ønsket dreneringseffekt (FLL, 2008). På en annen side hindrer ikke geotekstilen at planterøtter

trenger gjennom dreneringslaget (Diadem, u.å.).

VEKSTMEDIUM

Vekstmediumet på grønne tak gir vanligvis grunnlaget for plantevekst, og er tilpasset plantene og typen system som er valgt (Framtidens byer, 2011c). Etter det jeg forstår er vekstmedium den mest betydningsfulle komponenten i grønne tak, fordi slike tak karakteriseres av vegetasjon. Det bør være spesialdesignet etter forholdene, fordi at ikke alle jordtyper gir et tilfredstillende resultat på et grønt tak (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). For eksempel er naturlig jord generelt tung og passer ikke til alle typer vegetasjon (Dunnnett, 2011). Vekstmediumet kan imidlertid deles i lag for å ligne mer på naturlige systemer på bakkenivå (Newton o.a., 2007). Spesialdesignede vekstmedium kan gjøres lett, drenerende, vannabsorberende og sterile i størst mulig grad (Diadem, u.å.).

For at de ønskede planteartene skal trives må vekstmediumet gi tilstrekkelig mekanisk styrke, åpen porestruktur, næring, tilfredsstillende kjemisk sammensetning og dreneringsegenskaper tilpasset de bestemte artene (Newton o.a., 2007). Vekstmediumet må bestemmes med størst mulig nøyaktighet dersom en spesiell effekt er ønsket (Dunnnett o.a., 2011). Jo tykkere vekstmediumet er, desto større er mulighetene i valg av planter. Men tykkere vekstmedium gjør også at vekten på taket og behovet for vedlikehold øker (Dunnnett o.a., 2011).

Det er mulig å tilpasse vekstmediumet til vegetasjonstypene eller mikroklimaene som er ønsket (Newton o.a., 2007). For eksempel kan ugress fort ta overtaket på nylig etablerte grønne tak innen ønskede planter har utviklet

seg tilstrekkelig (Snodgras & McIntyre, 2010). I slike tilfeller er det anbefalt å unngå næringsrike materialer i vekstmediumet (Dunnnett o.a., 2011).

Plantene på et grønt tak trives best i løs jord (Hansen, 2011). Vekstmediumet bør være lett gjennomtrengelig for røtter (FLL, 2008). Men vekstmediumet på vegeterte tak trenger ikke nødvendigvis å bestå av jord (Peck, 2008). For eksempel kan knust teglstein brukes fordi det holder tilbake mye vann, og er stabilt over lengre tid (Hansen, 2011). Innholdet av mineraler og næring varierer med hvilke ønskede egenskaper jorden skal ha (ZinCo Norge AS, u.å.b). Tykkelsen på dette laget bidrar til å avgjøre mengden vann det grønne taket skal holde tilbake (Framtidens byer, 2011c).

Det anbefales å bruke mineraljord som har et lavt innhold av organisk materiale, slik som torv. Organisk materiale bør ikke anvendes fordi det krymper og kan føre til brann. Mineraljord er derimot brannsikkert. Jorda bør heller ikke inneholde leire på grunn av at det er lite vanngjennomtrengelig (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

DESIGNUTFORMING

Dette kapitlet tar for seg hvordan grønne tak, spesielt hybride typer, kan designes og hvordan vegetasjonen på disse kan utvikles. Fokuset er størst på hybride systemer fordi min oppfatning er at det er et stort, om ikke størst, behov for å forske på denne typen av grønne tak i Norge. De temaene som er tatt med er skala, funksjon, inn- og utsyn, terrengformer, vegetasjon, materialer, belegning og vedlikehold. Vegetasjonsdelen har fått størst plass på grunn av at jeg, i likhet med for eksempel Snodgrass og McIntyre (2010), ser på vegetasjonen som selve poenget med grønne tak.

SKALA

Grønne tak kan bygges på hvilken som helst konstruksjon, uansett skala (Dunnett & Kingsbury, 2008). Det største grønne taket i verden er ekstensivt og befinner seg på Fords fabrikk i Michigan i USA. Det dekker litt mer enn 40 000 kvadratmeter (Veg Tech, 2012) (se illustrasjon nr. 40). Det er mulig å lage grønne tak på veldig små konstruksjoner også, slik som fuglekasser. Det finnes en på Augustenborg Botaniske Takhage i Malmø.

I forhold til lengde på et grønt tak påvirkes fuktigheten i jorda blant annet av lengden på taket, mellom mønet og takfoten. På grunn av helningen som skal til for at vann skal renne av taket, blir det øverste nivået på taket raskere tørt enn det nederste (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

INN- OG UTSYN

Det er lurt å tenke over om de som er ute på et grønt tak ser inn i bygningene rundt eller omvendt. De som er inne i bygningen, det være seg for eksempel beboere eller kontorarbeidere, kan bli forstyrret av de som er utenfor, og de som er ute kan føle seg overvåket. På en annen side kan det være positivt for folk inne i bygninger å se ut på grønne tak, når de ellers ville sett på sterile takoverflater.

TERRENGFORMER

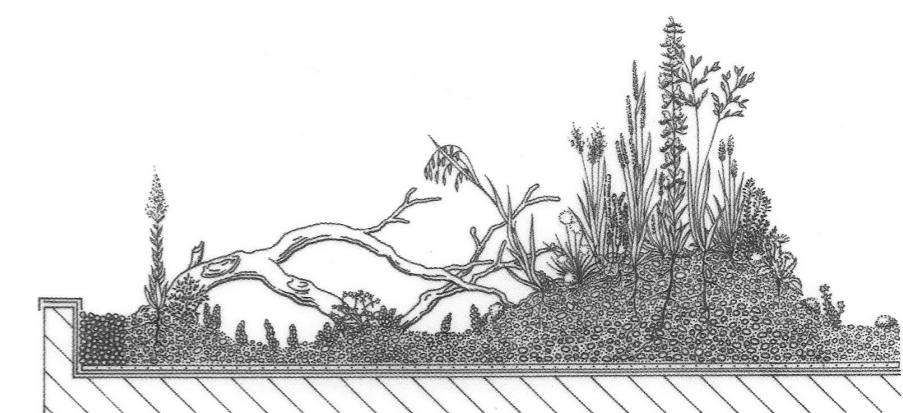
På grønne tak kan typen og dybden på vekstmediumet varieres. Dette kan skape interessante og mangfoldige design (Dunnett o.a., 2011) (se illustrasjon nr. 41). Ifølge Veg Tech (2012) kan hasopor, eller på norsk glasopor, brukes til å skape kuperte terrengformer. Jeg forstår det som at hasopor er det samme som glasopor, fordi Veg Techs svenske beskrivelse av hasopor stemmer overens med Norsk Glassgjenvinnings (u.å.a) beskrivelse av glaspor. Materialet passer til denne bruken på grunn av at det er lett og stabilt. Etter min mening kan det være aktuelt å forske på grønne tak med terrengformer på UMB campus.

VEGETASJON

Det øverste laget på et grønt tak består av vegetasjon. Plantene velges ut ifra formålet eller funksjonen med det grønne taket, eller for å maksimere bestemte fordeler ved anlegget (Hopkins & Goodwin, 2011). Plantene beskytter vekstmediumet mot lekkasje og erosjon ved å



Illustrasjon nr. 40. Verdens største grønne tak på Ford Dearborn Truck Assembly Plant, Dearborn, Michigan.



Illustrasjon nr. 41. Snittet viser et grønt tak der tykkelsen på vekstmediumet varierer. Brukt med tillatelse fra CIRIA.

fange, absorbere og evaporere regnvann (Dunnett o.a, 2011). I følge Snodgrass & McIntyre (2010) kjennetegnes vellykket planteetablering ved for eksempel enkel etablering, et grunt sideveis rotsystem, lavt nærings- og vedlikeholdsbehov, motstandsdyktighet mot skader fra insekter og sykdom, lavt nivå av frø som er spredt med vinden, samt lett vekt når de er fullt utvokst. Mitt forslag er at det kan gjøres forsøk for å få grønne tak på den nye Veterinærhøgskolen til å oppnå disse kvalitetene.

I følge Tim Fosvold fra ZinCo i Norge, finnes det mange plantearter og -sorter å velge mellom til bruk på et grønt tak. Det er samtidig viktig å tenke nøye gjennom hvilke av dem som kan passe til denne typen bruk (Framtidens byer, 2011c). Det er essensielt at vegetasjonen tåler ekstreme forhold, slik som store mengder vann og lengre perioder med tørke, avhengig av forholdene på stedet de plantes (Gulbrandsen, 2010). Plantene bør også tåle frost og vindavkjøling.

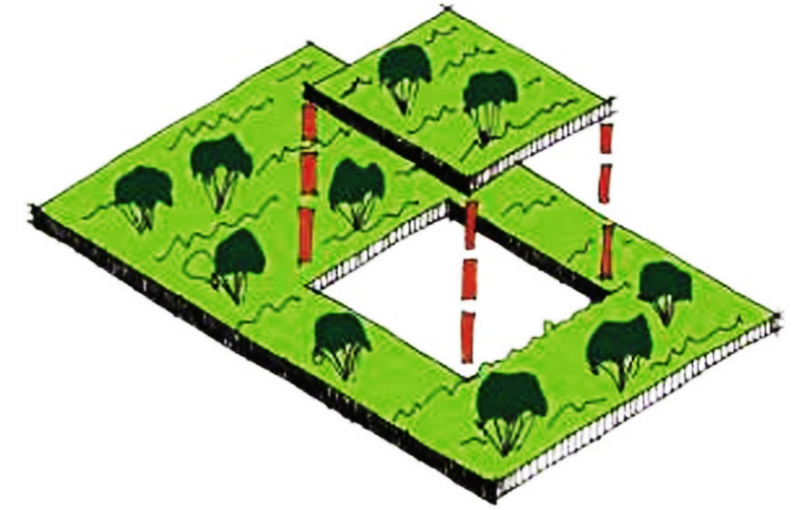
Videre bør plantene kunne blomstre vakkert i anlegg der dette er et mål (Dunnett & Kingsbury, 2008). Plantene bør også være enkle å etablere, overleve på taket over lengre tid og ha lave krav til vedlikehold. For å takle slike krav må de være tøffe, hardføre og relativt langlivet eller kunne regenerere seg vegetativt eller fra frø (Dunnett o.a., 2011). Det er viktig å passe på at plantene ikke har et dypt og aggressivt rotsystem, som kan ødelegge membran eller takkonstruksjon (Framtidens byer, 2011c)

LOKALE STEDEGNE PLANTER MOT INTRODUSERTE PLANTER

Mange mener at det økologisk sett er best å bruke lokale og stedegne plantearter (for eksempel Scandinavian Green Roof Association, u.å.) (se illustrasjon nr. 42), og ikke introduserte arter. Argumenter for det kan være at de opprinnelige leveområdene, og plante- og dyresamfunnene som finnes i enhver region, som oftest er sterkt knyttet til klimaet og geologien i regionen (Dunnett o.a., 2011). Dessuten har ikke-stedegne plantearter, som tenderer mot å være invasive, vist seg å bli et stort problem i noen regioner, samt å forstyrre økosystemer. Stedegne planter gir spesielle fordeler til det lokale dyrelivet, ved at for eksempel en dyreart bare vil spise en type stedegen plantearter. En tredje grunn kan være at bruk av lokale, stedegne planter kan erstatte tapte habitater (Dunnett & Kingsbury, 2008).

På en annen side kan andre igjen mene at ikke-stedegne arter ikke nødvendigvis er så skadelige (Dunnett & Kingsbury, 2008). Argumenter for det kan være at tak har vanskeligere forhold for plantene, og at ikke alle lokale stedegne planter vil klare seg i et slikt miljø. En annen grunn kan være at stedegne planter ikke gir det visuelle inntrykket som er planlagt i et anlegg. Et tredje argument kan være at ikke-stedegne planter har en betydelig funksjon for dyreliv i området.

Etter min mening bør stedegne arter brukes i den grad det er mulig, mens introduserte arter bør unngås. Grunnen til det er at jeg gjennom min studietid har lært at hver enkelt art er en brikke i et større samspill i naturen, og bidrar til å opprettholde økologiske systemer og prosesser. I tillegg har jeg fått med meg at det er vanskelig å si hvor mange



Illustrasjon nr. 42. Grønne tak kan være et supplement til grøntarealer på bakkenivå. Illustrasjonen er hentet fra Graemes og Christines *Living Architecture* bok, og brukt med tillatelse fra Graeme Hopkins and Christine Goodwin.

arter økosystemene kan takle å miste før de kollapser. Ettersom introduserte arter kan bli dominerende i nye miljøer, mener jeg at mangfoldet av arter bør prioriteres høyere enn estetikk. Samtidig legger jeg ikke skjul på at også estetikk er viktig i planleggingen av grøntområder.

HERDIGHET

Det er viktig å sørge for at plantene på et grønt tak har riktig herdighet (Cantor, 2008). Slik som tidligere nevnt, er som regel vekstforholdene tøffere jo høyere på taket grøntanlegget er (Hopkins & Goodwin, 2011). Dermed er det logisk at også herdigheten er lavere jo høyere det er anlagt. For eksempel mener Jostein Sundby (personlig kommunikasjon, 2012) fra Vital Vekst at forholdene på de grønne takene på KLP-bygningen i Bjørvika er som høy-

fjell å regne, spesielt på grunn av vindforholdene. Cantor (2008) nevner også herdighetsnivået bør senkes noe.

SPESIELLE EGENSKAPER

Ifølge Cantor (2008) burde spesielle positive og negative egenskaper ved plantene tas i betraktning når et grønt tak skal planlegges. Det kan være for eksempel lukt og foretrukket blomstringsårstid, eller torner og giftige deler av plantene.

Ifølge det jeg har lært kan det også være nødvendig å ta hensyn til allergifremkallende planter i planleggingen av et grøntanlegg. Mange mennesker har allergi mot visse typer planter. Vegetasjonen på grønne tak som kan være allergifremkallende bør derfor unngås, brukes i mindre antall eller plasseres med omhu.

DESIGNPRINSIPPER

Det finnes mange måter å designe grønne tak på, og designprinsippene kan bestå av monokulturer til komplekse naturalistiske blandinger (Dunnett o.a., 2011). Kategoriene under er basert på graden av sammensatthet.

MONOKULTURER

Monokulturer karakteriseres av at kun én enkelt art eller kultivar blir plantet. Arten kan bli plassert for seg selv eller ved siden av andre områder eller blokker med monokulturer (Dunnett & Kingsbury, 2008). Dette prinsippet kan

virke enkelt, men kan kreve et høyt nivå av vedlikehold hvis tanken er at den originale vegetasjonen skal bevares så lenge som mulig (Dunnett o.a., 2011). En annen ulempe med dette prinsippet er at alle plantene risikerer å visne, hvis alle blir utsatt for kraftig tørke eller sykdom. Grunnen til det er at de har de samme egenskapene (Dunnett & Kingsbury, 2008). Mange vil si at monokulturer er kjedelige eller lite varierte i forhold til tekstur, farger og blomstringsperiode (for eksempel Dunnett o.a., 2011).

Etter min mening kan monokulturer være vel så vakre som flere planter plassert sammen. Likevel vil jeg anbefale å heller benytte artssammensetninger, fordi det gir mer biologisk mangfold. Dette mener jeg er viktig å bevare.

ENKLE VEKSTKOMBINASJONER OG BLANDINGER

Dette prinsippet innebærer at beplantningen består av en blanding av noen få arter eller kultivarer. Ofte vokser plantene i enkle blandinger i samme hastighet, og har lik form. I mer sammensatte blandinger er det vanlig at plantene har ulike former, slik at beplantningens utseende og struktur varierer mer (Dunnett & Kingsbury, 2008). De ulike artene vil utvikle seg i forskjellig hastighet, og tilpasses mikroklimaet i vekstmediumet med større eller mindre grad av suksess (Snodgrass & McIntyre, 2010).

Dette prinsippet anbefales fordi bruken av flere arter øker sannsynligheten for at hvertfall noen av plantene vil trives i stedsforholdene, og utvikle seg raskt og enkelt. På denne måten kan en sikre seg mot arter som ikke trives med forholdene på stedet (Snodgrass & McIntyre, 2010).

PLANTESAMFUNN

Plantesamfunn etterlikner som oftest habitater som finnes i naturen. Plantene som blir valgt blir satt sammen omtrent slik deres forekomst i naturen er. En av fordelene ved dette designprinsippet er at plantene vanligvis klarer seg med et lavt nivå av vedlikehold. Dessuten passer plantesamfunn visuelt sett til alle slags situasjoner, bortsett fra de tilfellene der beplantningen må se ordentlig og ryddig ut (Dunnett & Kingsbury, 2008).

I forhold til det jeg har lært gjennom studietiden, er mitt inntrykk at dette prinsippet er det beste å bruke. Det er fordi det gir best mulighet for bevaring av biologisk mangfold, og naturlig utvalg av arter. Mitt synspunkt er at jo mer naturligt et anlegg kan lages, jo bedre er det.

PLANTEETABLERINGSMETODER

Det er viktig at vekstmediumet dekkes godt av plantene som er valgt, slik at det ikke blir utsatt for ugress eller erosjon. En god dekning er også viktig i forhold til estetikk, optimal fordrøynings-effekt og nedkjøling av overflatetemperatur på taket (Dunnett & Kingsbury, 2008). Plantene på et grønt tak utvikles og fungerer best over lengre tid når de plantes i ungdomsstadiet (Snodgrass & McIntyre, 2010).

Ifølge Newton o.a. (2007) innebærer etablering av grønne tak at vegetasjonen plantes bevisst av mennesker, eller koloniserer seg naturlig på egenhånd. Det er mulig å bruke flere metoder samme område (Dunnett o.a., 2011).

PREFABRIKERTE MATTER

Prefabrikerte vegetasjonsmatter fører til at 90-100% av takflaten blir dekket med vegetasjon rett etter plassering (Kolb & Schwarz, 1999). Metoden er mest vanlig for ekstensive grønne tak (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Den er ikke nødvendig for at vegetasjonen skal fungere effektivt, med mindre det er av estetiske eller praktiske grunner, slik som ved begrenset tid for vegetasjonsetablering (Dunnnett o.a., 2011). Metoden kan være nyttig for eksempel på steder det er vanskelig å plante fysisk (Dunnnett & Kingsbury, 2008). En ulempe ved denne metoden er at den er dyr. For maksimal effekt og å unngå at mattene blir tatt av vinden, må mattene legges raskt uten mellomrom og festes før røttene rekker å etablere seg (Kolb & Schwarz, 1999). Min anbefaling er å unngå denne metoden så lenge prisen er høy.

PLUGGPLANTNING

Plantene på et grønt tak kan etableres som plugg, som plantes direkte i vekstmediumet (se illustrasjon nr. 43). Plugg er planter som har vokst en stund i potter (Newton o.a., 2007). En fordel er at taket dekkes raskere ved at frø fra stauder eller sommerblomster sås i et stort antall. På den måten kan tomme områder fylles, mens pluggene etableres eller hvis nakne flekker forekommer (Snodgrass & McIntyre, 2010).

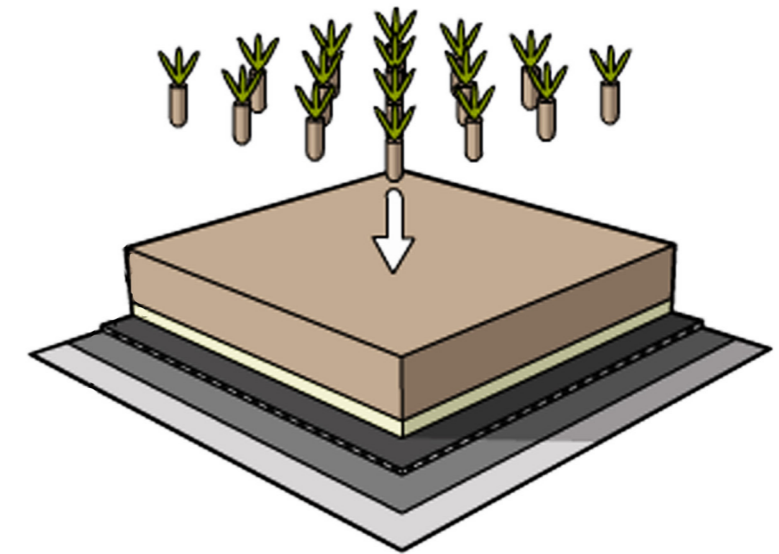
En ulempe med denne metoden er at vegetasjonen kan skades av fugler på jakt etter insekter i vekstmediumet. Dessuten kan det ta tid før vegetasjonen gir tilstrekkelig dekning, og plantene kan ha behov for vanning for å etablere seg (Newton o.a., 2007).

Etter min mening virker dette som en god metode, på tross av ulempene. I et forsøksanlegg kan det for eksempel bli forsket nærmere på hvordan fuglene kan holdes unna. Det kan også testes ut om vegetasjonsetableringen vil framskyndes i kombinasjon med en annen metode.

DIREKTE ETABLERING MED FRØ OG STIKLINGER

Frø og stiklinger kan fordeles for hånd direkte på takoverflaten, noe som gjør dette til en rimelig metode (Kolb & Schwarz, 1999). På større takoverflater kan de spres i en slam av gele og næring, som holder på fuktighet (Dunnnett o.a., 2011). Slammet fungerer slik at frøene holdes på plass, slik at det blir enklere for plantene å etablere seg (Kolb & Schwarz, 1999). Såing er en lite brukt metode i dag (Dunnnett o.a., 2011), men den er nyttig og rimelig på grønne tak som er større enn 20 kvadratmeter. Metoden passer spesielt til torvgressarter eller engvegetasjon fordi et helt plantesamfunn etableres (Dunnnett & Kingsbury, 2008). Jo flere planter som sås på en gang, desto raskere blir dekkingen med vegetasjon (Snodgrass & McIntyre, 2010).

En ulempe ved den er at det tar lang tid for plantene å etablere seg og at det dermed er lettere for ugress å overta (Snodgrass & McIntyre, 2010). Dessuten kan fugler forstyrre etableringen ved å dra opp plantene. I tillegg kan det være behov for vanning (Kolb & Schwarz, 1999). En annen ulempe er at en presis komposisjon av vegetasjonen ikke kan sikres på grunn av variasjonen i spiring fra år til år, og sted til sted (Dunnnett o.a., 2011). Mitt inntrykk er at denne metoden egner seg lite i tilfeller hvor utseende og estetikk har mye å si for anlegget, og det miljøet det er en del av.



Illustrasjon nr. 43. Pluggplantning. Pluggene finnes i ulike størrelser og dybder (Veg Tech, 2012). Brukt med tillatelse fra Veg Tech.

MODULER

I stedet for å anlegge planter og vekstmedium på et grønt tak direkte, kan moduler brukes (se illustrasjon nr. 44 på neste side). Det innebærer at prefabrikerte brett settes på plass på det vanntette laget på taket. Moduler er fleksible på den måten at de kan løftes, fjernes eller flyttes. I tillegg kan de gi en rask effekt og er enkle å lage (Dunnnett o.a., 2011). Moduler kan være nyttige ved reparasjoner på den måten at det er lettere å komme til skaden, enn når systemet er sammenhengende over hele taket (Dunnnett & Kingsbury, 2008).

En negativ side ved metoden er at beholderne er små, og hindrer rotvekst og plantespredning i større grad enn hvis de vokser på en sammenhengende grønn takflate. Derfor vil det være nødvendig å gjødsle anlegget over en lengre

periode (Dunnett o.a., 2011).

Etter min oppfatning er dette en god metode å bruke, på tross av ulempene. Den virker svært nyttig ved tilfeller av skade, i forhold til de andre metodene. Slik som for pluggplanter, kan metoden i et forsøksanlegg for eksempel testes ut i kombinasjon med en annen metode.

NATURLIG KOLONISERING

Naturlig kolonisering er den mest kostnadseffektive og økologisk riktige planteetableringsmetoden på grønne tak. Metoden går ut på at planter fraktes med vinden opp på takoverflaten på naturlig måte. På den måten kan beplantningen sikres et høyt biologisk mangfold. De etablerte plantene som overlever og trives vil være godt tilpasset til forholdene på taket (Dunnett, 2011).

Ulempen med denne metoden er at komposisjonen av vegetasjonen er mindre forutsigbar, og bare visse typer planter klarer å komme opp på taket. Dermed vil mange av de hardføre og pålitelige plantene ikke komme seg opp på taket. I tillegg kan utseendet bli ganske vilt og kanskje ikke så vakkert som et tak som er vegetert på andre måter. På en annen side kan enkelte interessante og uforventede arter utgjøre et unikt og særegent tak (Dunnett, 2011).

Ut ifra den lave prisen og muligheten for bevaring av biologisk mangfold, er min mening at denne metoden bør brukes der det er mulig og passende. For eksempel vil jeg ikke anbefale denne metoden i et eksklusivt forretningsmiljø, der uttrykket på vegetasjonen bør vise orden og eleganse.

VEGETASJON SPESIELT FOR HYBRIDE TAK

I følge FLL (2008) kan urter, ville stauder, gressarter, busker og kratt vokse på hybride grønne tak, slik som vist i tabellen i illustrasjon 3 på side 10. Også flere arter som vokser på ekstensive tak kan etableres på hybride tak, med mindre de utkonkurreres av mer konkurransedyktige arter (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Moser, lav og bregner

Moser er robuste arter som kan takle tøffe, næringsfattige forhold (Newton o.a., 2007) (se illustrasjon nr. 45). De veier lite og holder tilbake betydelige vannmengder (Dunnett, 2011). Mose og lav kan spontant begynne å vokse på uforstyrrede flislagte eller skifertekkete tak etter en viss tid. Slik vegetasjon kan leve på et veldig tynt vekstmedium. Bregner brukes sjelden på grønne tak på grunn av at de er lite robuste med tanke på tørre og varme forhold. På en annen side er mange bregner stress-tolerante og tilpasset tørre skyggefulle områder (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Løker

Lavtvoksende løker som opprinnelig kommer fra tørre klimaer kan passe til bruk på grønne tak, men dette bestemmes av forholdene på voksestedet og opprinnelsessted. Det beste er å velge arter som har evne til å dekke et ganske stort område gjennom veksts sesongen, for deretter å visne tilbake (Dunnett & Kingsbury, 2008). Løker kan gi et estetisk bidrag til et tak med sterke farger om våren (Snodgrass & McIntyre, 2010).

Urteaktige stauder

Variasjonen av urteaktige stauder som kan overleve på grønne tak øker når tykkelsen på vekstmediumet øker



Illustrasjon nr. 44. Et eksempel på moduler som planteetableringsmetode. Bildet er fra The Court at Upper Providence Shopping Mall i Royersford i USA.



Illustrasjon nr. 45. Mose på privat hus. Prosjektet er kalt Troy's Green Roof og anlegget befinner seg i Tacoma i USA.

(Dunnett, 2006). Staudene deles i tre etter hvilke minimale tykkelser på vekstmediumet de klarer å overleve i; stauder for 40-60 mm vekstmedium, stauder for 60-100 mm tykt vekstmedium og stauder for 100-200 mm tykt vekstmedium (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Stauder for 40-60 mm tykt vekstmedium består kun av arter som takler stress på tynne vekstmedium, slik som sukkulente planter. Sedum er en slik plante. Det er den mest brukte planten på grønne tak. Visuelt sett endrer planten seg gjennom hele vekstsesongen. Men en negativ side med den er at flere anser den til å ikke fremme biologisk mangfold. På den positive siden fremmes det biologisk mangfoldet på et slikt tak mer enn på et tradisjonelt tak (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Stauder for 60-100 mm tykt vekstmedium består av lave, puteformede eller spredte planter. Plantene blander seg slik at de blir vakre tepper med en variasjon i farger og tekstur (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Stauder for 100-200 mm tykt vekstmedium består av tørketolerante planter, slik som tørre engarter. De estetiske mulighetene for variasjon er flere enn ved tynnere vekstmedium. Variasjonene kan bestå av for eksempel bladtekstur, farge på blader og blomster, samt bomstringens varighet. Staudene passer godt i Norge, som har et kaldt klima og regn om sommeren (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Gressarter

Gressarter kan i seg selv dekke et grønt tak (Dunnett o.a., 2011) (se illustrasjon nr. 46). I Norge finnes det store variasjoner innen denne typen vegetasjon, både mer eller mindre tørketålende og sol- eller skyggetålende arter (Mossberg o.a., 2012). Jo tykkere vekstmediumet er, i

desto høyere grad vil artene overleve og dekke taket. På hybride tak kan regenererende gresstorv være hardfør (Dunnett & Kingsbury, 2008). Selvsående gressarter kan være harde konkurrenter på tak, og på den måten redusere variasjonen i vegetasjon. De er også lite robuste mot tørke og kan visne uten vanning (Dunnett o.a., 2011).

Busker

Busker kan trives og stå stødig på grønne tak så lenge vekstmediumet er tykt nok (Newton o.a., 2007). Det vil si når vekstmediumet er mer enn 150 mm tykt (Dunnett & Kingsbury, 2008). De krever mye vedlikehold og vanning for at utseendet skal opprettholdes (Newton o.a., 2007).

Sommerblomster (ettårige)

Sommerblomster gror, blomstrer og setter frø innen kun én vekstsesong (se illustrasjon nr. 47). Mange av artene selvsår hvert år, fyller åpne områder og dukker opp uventet (Dunnett o.a., 2011). De er tilpasset stressende tørre og varme forhold, og de plantene som passer best til bruk på grønne tak er de som selvsår hvert år (Dunnett & Kingsbury, 2008). Sommerblomster er fargerike innslag om våren og sommeren (Dunnett o.a., 2011).

En ulempe med sommerblomster er at de ikke dekker overflater tilstrekkelig. Dessuten kan det være vanskelig å balansere at en passende mengde sommerblomster oppnås hvert år, mens artene samtidig forhindres i å bli ugress. Hvis de ønskede artene blomstrer igjen hvert år, er det sannsynlig at uønskede arter eller ugress også gjør det (Dunnett & Kingsbury, 2008).



Illustrasjon nr. 46. Eksempel på prydgress - stipa pennata.



Illustrasjon nr. 47. Eksempel på sommerblomster. Foto: Green Estate Ltd.

MATERIALER

På grønne tak bør det ikke brukes materialer som kan forurense luften ved lekkasje, eller gi utslipp av gassaktige stoffer. Dessuten bør materialer som inneholder stoffer som er farlige for planter unngås. Det er anbefalt å bruke gjenvinnbare materialer (FLL, 2008). Permanente design elementer bør ha en lang varighet, slik at en slipper å skifte de ut ofte (Osmundson, 1999).

Det er viktig å tenke på hvordan materialene kan fraktes opp på et grønt tak, spesielt på eksisterende bygninger. Materialer som for eksempel teglstein er lettere, renere og rimeligere å frakte til taket med heis i en eksisterende bygning, enn våt betong. Ved bygninger som er i ferd med å bygges kan kraner og utendørs heiser frakte omtrent hva som helst opp på taket (Osmundson, 1999).

BELEGNING

Grønne tak som er tilgjengelige kan bli belagt med ulike dekker der folk skal gå. Mange typer materialer i ulike former kan brukes, og bare fantasi og smak kan sette grenser for hvordan de kan kombineres. Utseendet til belegningen kan være viktigere å ta hensyn til for eksempel hvis mennesker kan se det grønne taket fra omkringliggende bygninger (Osmundson, 1999).

Det er også viktig å velge belegning som reflekterer lite sollys slik at det ikke blander de som oppholder seg på taket. For eksempel betong som er farget mørk, fliser og teglstein er materialer som blander lite (Osmundson, 1999).

GRUS

Løs grus bør ikke brukes på grønne tak som er tilgjengelige fordi det lett sparkes rundt. Dette kan gi unødvendig ryddingsbehov, og problemer ved klipping av gress. Dessuten er materialet ubehagelig å gå på, og for eksempel rullestolbrukere og folk med barnevogn har vanskeligheter med å komme seg fram på det. Nedbrutt granitt har også gjerne støv på overflaten som vinden kan blåse rundt. Hvis støv som dette fester seg under skoene til folk kan det skrape opp finere gulv (Osmundson, 1999).

ASFALT

Det er mindre vanlig å bruke asfalt på grønne tak fordi det som oftest er upraktisk eller umulig å installere. Grunnen til det er at asfalt krever å bli valset av tungt utstyr. Asfalt kan imidlertid brukes dersom det er mulig å komme til på taket direkte fra gatenivå og konstruksjonen under tåler det (Osmundson, 1999).

PREFABRIKERTE HELLER

Prefabrikerte heller er praktisk å bruke på grønne tak, i og med at de lett kan fjernes ved reparasjon, eller rydding av overflaten under dem. I tillegg har det en viss permeabilitet ved at vann infiltrerer hulrommene mellom hellene, og deretter renner nedover det skrånende taket til slukene. Når det gjelder skjøre materialer er det ikke anbefalt å bruke betong på områder som er utsatt for rask nedfrysing og opptining, fordi materialet lett brykker i slike forhold (Osmundson, 1999).



Illustrasjon nr. 48. Grønne taks behov for vedlikehold varierer (Dunnnett, 2011).

VEDLIKEHOLD

Mengden vedlikehold på et grønt tak kan være relativt lett eller nærmere ikke-eksisterende (Dunnnett, 2011). Vedlikeholds nivået kan reduseres ved å plukke ut arter som er tilpasset det aktuelle miljøet (Newton o.a., 2007). Behovet varierer med type grønt tak som er valgt, hvilken oppbygning den har og miljøfaktorene på stedet, slik som nedbør, temperatur og sollys. Vedlikeholdsbehovet er dessuten vanligvis høyere i de første årene etter planting, for å sikre en rask og tilstrekkelig etablering. Behovet øker gjerne hvis designet på det grønne taket i større grad er rettet mot estetikk (Newton o.a., 2007).

UØNSKEDE ARTER OG UGRESS

Hvis ugress er uønsket bør næringsrike materialer unngås. Jo dypere vekstmediumet er, desto flere planter vil trives på systemet, noe som inkluderer ugress. For å holde ugresset unna kreves det vedlikehold (Dunnett o.a., 2011)

SKADEDYR OG SYKDOMMER

Skadedyr og sykdommer er et sjeldent problem på grønne tak. Grunnen til det er delvis at de artene som brukes som regel ikke er hardt rammet av problemer med skadedyr. Derimot kan det oppstå flekker på plantene på grunn av soppsykdommer. Dette skjer gjerne på høsten når det er vått og løv har samlet seg sammen. For å løse dette problemet kan en forsøke å forhindre at løvet samler seg (Dunnett & Kingsbury, 2008).

GJØDSLING

Det er anbefalt å gjødsle intensive grønne tak to år etter planting. På denne tiden har plantene etablert seg tilstrekkelig. Gjødslingen fremmer da som regel planteveksten og forbedrer anleggets utseende. Det finnes organiske gjødsel som er basert på produkter fra dyr, som for eksempel beinmel (Dunnett & Kingsbury, 2008). Ekstensive grønne tak trenger gjødsling sjeldnere, det vil si hvert tredje eller fjerde år (Framtidens byer, 2011a). Slik jeg forstår det er gjødslingsbehovet på hybride tak en middels stort, det vil si en mellomting mellom intensive og ekstensive tak.

Det kan være nødvendig å gjødsle grønne tak med vekst-

medier som har dårlig evne til å holde på næring. Slike vekstmedier er gjerne valgt fordi de er lette, og påvirker vektbelastningen på taket i liten grad (Cantor, 2008).

Ifølge Scandinavian Green Roof Association, (u.å.) kan jorda gjødsles med sakte frigjørende granulater, hvis et raskt og tilfredsstillende plantedekke er ønsket. En slik type gjødsling bør tilføres i små mengder. For ekstensive tak anbefales 15-20 gram per kvadratmeter og 40 gram per kvadratmeter for intensive tak (Dunnett & Kingsbury, 2008). Jeg foreslår at det kan foretas jordprøver, slik det er vanlig å gjøre på bakkenivå, for å finne ut hvilken type vekstmedium eller jord som passer til det grønne taket.

REFERANSEPROSJEKTER

I dette kapitlet har jeg studert to eksempler på hybride grønne tak i Sverige og Danmark. Det ene taket inneholder også andre typer grønne tak. Ved å studere to anlegg i land i nærheten av Norge ønsket jeg å få inspirasjon fra erfaringene fra anleggene som jeg kunne ta med meg i det videre arbeidet. På denne måten kunne jeg finne ut hva som kan være aktuelt å forske på i forhold til grønne tak på UMB campus. I utgangspunktet ville jeg inkludere eksempler fra Norge også. Men etter min erfaring er det få veletablerte hybride anlegg her til lands, og derfor valgte jeg å se på anlegg i de andre landene i Skandinavia, fordi de har kommet lenger i utviklingen med grønne tak.

Tanken bak studiet var å undersøke og presentere ulike muligheter til oppbygging og utforming av grønne tak, og hvilke positive og negative erfaringer som har blitt gjort i forbindelse med anleggene. Jeg valgte å studere anlegg som er relativt nyanlagte, innovative og spesielle, og som fungerer godt. Studiet er ikke tenkt som en dypstudie av de enkelte tilfellene.

De grønne takene jeg har valgt å studere er:

- Augustenborg Botaniske Takhage, Malmø - Sverige
- Det nye Rigsarkivet, København - Danmark

I forbindelse med en egen studietur har jeg besøkt anleggene. Augustenborg Botaniske Takhage består av et grønt tak til forsknings- og demonstrasjonsbruk, mens det grønne taket ved det nye Rigsarkivet er et semi-intensivt tak. Besøket har bidratt til en bedre forståelse av anleggene. I Augustenborg fikk jeg i tillegg informasjon av Louise Lundberg, som på den tiden var konsulent og grønn inspirator ved anlegget (Framtidens byer, 2011a).

VURDERINGSKRITERIER

For å få en mest mulig oversiktlig og objektiv vurdering, har jeg brukt noen tydelige kriterier for å vurdere hvert anlegg. Selv om tanken er at kriteriene skal være objektive, blir de likevel subjektive i og med at korrekte måleverdier ikke finnes. Vurderingskriteriene tar utgangspunkt i det som er viktig å vite for å kunne bygge grønne tak til forskningsbruk på den nye NVH.

SUKSESS

Under dette punktet ønsket jeg å vite om prosjektet er vellykket, og hvor godt folk trives der dersom taket er tilgjengelig for publikum. Er fordrøynings-effekten god? Hvor mye vann holder taket eller ulike deler av taket tilbake i året? Er vedlikeholdsbehovet lite? Er anlegget estetisk? Slik som tidligere nevnt, har estetikk mye å si for hvor vellykket et grønt tak er og hvor godt folk trives på anlegget, dersom taket er tilgjengelig. Frodig vegetasjon tyder på blant annet riktig plantevalg, tilstrekkelig vedlikeholdsmengde og -type, samt god balanse mellom fordrøyning og drenering. Et vakkert anlegg vil sannsynligvis tiltrekke seg flere mennesker til opphold enn et som er mindre estetisk. Selv om vurderingen av estetikk blir ganske individuell og subjektiv, tror jeg de fleste vil kunne være enig om hva som er estetisk og ikke. Det er interessant å vite hva som har gjort anlegget vellykket i forhold til at andre prosjekter kan forbedres ut ifra disse erfaringene.

TILGJENGELIGHET OG SIKKERHET

Hvor tilgjengelig er anlegget? Hvis anlegget er vanskelig å finne eller å bevege seg på, er det liten vits i at det er åpent for publikum. Jeg ønsket også her å vite hva som har blitt gjort for at mennesker trygt kan oppholde seg på

takene. Om anlegget er tilgjengelig eller ikke sier noe om bruken av anlegget.

STRUKTURELL OPPBYGNING

Hvordan er anlegget bygget opp? Hva er tykkelsen og vekten på oppbygningen? Hvordan et anlegg er bygget opp har noe å si for blant annet fordrøynings-effekt og plantetrivsel.

VARIASJON I BEPLANTNING

Hvilke plantetyper og -arter er brukt i anlegget? Jo større variasjonen er, jo større fordel for miljøet og flere dyre- og insektarter vil tiltrekkes anlegget. Plantenes størrelse og rotsystem, og tykkelse på røttene, vil være med å avgjøre hvor mye vann som absorberes, og hvor estetisk anlegget blir.

FORHOLD MELLOM BEPLANTNING OG TETTE FLATER

Hvor mye beplantning er det i anlegget i forhold til tette flater? Det er vanskelig å beskrive disse andelene nøyaktig, men meningen er å ha en viss oversikt, slik at en kan vurdere omtrent hvor økologisk rettet anlegget er. Er det mye beplantning vil fordelene ved grønne tak forsterkes. For eksempel vil luften og vannet renses i større grad, og mangfoldet av planter og dyreliv vil være større.

UTFORDRINGER OG ULEMPER

Har det vært eller er det noen spesielle utfordringer med anlegget? Hva har vært mindre vellykket? Har det for eksempel vært lekkasjer? Slik som grad av suksess er dette viktig å vite slik at andre prosjekter kan forbedres.

AUGUSTENBORG BOTANISKE TAKHAGE, SVERIGE

Augustenborg Botaniske Takhage er verdens første botaniske takhage (Augustenborg Botaniska Takträdgård, u.å.). Det er hovedanlegget for forskning og testing av grønne tak i Sverige, og fire universiteter er med på forskningen (Chrisman, 2005). Anlegget ble ferdigstilt i 2001 og måler 9 500 kvadratmeter (Augustenborg Botaniska Takträdgård, u.å.). Landskapsarkitekten i prosjektet var Pär Söderblom og anleggsgartneren var Veg Tech AB (Chrisman, 2005). Det grønne taket er ettermontert på næringsbygninger (Chrisman, 2005).

Hovedformålet med anlegget er å gi inspirasjon for å fremme bruken av grønne tak, samt oppnå ny kunnskap om systemenes funksjon, forbedringspotensiale og verdier grønne tak kan gi (Augustenborg Botaniska Takträdgård, u.å.). Anlegget gir mulighet for forskning, utdanning og inspirasjon. I ulike plantefelt eksperimenteres det med planteutvikling, fordrøyningseffekt, avrenning, planteetableringsmetoder, plantedesign, ulike typer vekstmedium, drenering, helninger, støyreduksjon og takets livslengde. Hvert felt demonstreres for en kortere tidsperiode (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). De ekstensive grønne takene gjødsles litt hvert annet år (Lundberg, personlig kommunikasjon, 07.05.12).

SUKSESS

De ekstensive feltene trenger lite vedlikehold i forhold til de hybride og intensive. En av grunnene til dette er at mange av de hybride og intensive feltene skal gi inspirasjon. Lundberg antar at de ekstensive grønne takene kan absorbere opptil 50 prosent av den årlige nedbøren, på grunn av forsøk utført av Veg Tech ved andre lignende



Illustrasjon nr. 49. Kupert grønt tak på Augustenborg Botaniske Takhage.

anlegg. Det er imidlertid ikke utgitt resultater om vannfordrøyning ved Augustenborg (Lundberg, personlig kommunikasjon, 07.05.12). Anlegget vant Scandinavian Green Roof Award i 2011, og har blitt støttet med 12 millioner svenske kroner av EU-Life og det svenske Miljøverndepartementet (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). I tillegg er anlegget vellykket på den måten at det har mange besøkende hvert år (Lundberg, personlig kommunikasjon, 07.05.12).

TILGJENGELIGHET OG SIKKERHET

Anlegget er et av de få grønne takene i verden som allmennheten kan besøke. Men det kan kun besøkes ved bestilling av omvisning. Ellers er anlegget universelt utformet med gangstier mellom og langs takene (Framtidens byer, 2011a). Gangstiene er sikret med gjerder mot kantene.



Illustrasjon nr. 50. Semi-intensivt grønt tak på Augustenborg Botaniske Takhage.

STRUKTURELL OPPBYGNING

I anlegget forskes det på mange ulike oppbygninger for alle typene av grønne tak. Noen felter har samme tykkelse på oppbygningen over hele feltet, mens andre felter har kupert form (se illustrasjon nr. 49). For eksempel har et felt oppbygning med 30-400 mm jord, noe som tilsvarer oppbygningstykkelsen til både ekstensive, hybride og intensive systemer. Et annet felt har 150 mm vekstjordlag, noe som tilsvarer et hybrid system (se illustrasjon nr. 50). Men det forskes mest på ekstensive oppbygninger (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). De ekstensive feltene veier 50 kg per kvadratmeter i vannmettet tilstand. Feltene med kupert terrengformer veier maksimalt 250 kg per kvadratmeter i vannmettet tilstand, og er bygget opp med isopor (Lundberg, personlig kommunikasjon, 08.05.12).

VARIASJON I BEPLANTNING

På taket finnes det ulike felter med moser, sukkulente arter, engplanter, urter, stauder, klatreplanter, arter som vokser på grusområder, vann-eng-planter og grønnsaker (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). Eksempler på arter i feltet med eng er *allium schoenoprasum*, *campanula rotundifolia*, *origanum vulgare*, *leucanthemum vulgare* og *helianthemum nummularium*. Eksempler på arter i feltet med stauder og urter er *allium schoenoprasum*, *campanula carpatica*, *lavandula angustifolia* og *nepeta faassenii*. Et område er tilrettelagt for utrydnings-truede plante- og dyrearter, med grus i stedet for beplantning. Grusen skaper habitat for sjeldne plantearter som vokser på for eksempel industriområder (Scandinavian Green Roof Association, u.å.). På de hybride og intensive feltene skiftes artene ut med jevne mellomrom for å kunne gi unike og spennende estetiske uttrykk til ulike tider (Lundberg, personlig kommunikasjon, 07.05.12).

FORHOLD MELLOM BEPLANTNING OG TETTE FLATER

Takene består for det meste av vegetasjon, mens det går en smal gangsti langs feltene.

UTFORDRINGER OG ULEMPER

Utfordringene med anlegget har ifølge Louise Lundberg (personlig kommunikasjon, 07.05.12) vært prisen og vektbegrensningene i forhold til at det ble bygget på en eksisterende bygning.

DET NYE RIGSARKIVET, KALVEBOD BRYGGE, KØBENHAVN, DANMARK

På det nye Rigsarkivet i København er det et åpent semi-intensivt parkanlegg. Parken kan benyttes til å gå gjennom istedenfor fortauet ti meter lavere (P. Malmos, e-post, 25.03.12). Anlegget ble ferdigstilt i 2009, er omtrent 1 kilometer langt (Klimatilpasning, u.å.). Størrelsen er 7200 kvadratmeter (København kommune, u.å.). Det er tegnet av Schønherr landskap og anlagt av P. Malmos A/S Anlæggsgartnermestre (P. Malmos A/S, u.å.). Hovedformålet med anlegget er rekreasjon (København kommune, u.å.). Det grønne taket og Rigsarkivet-bygningen består av en kombinasjon av kantete former. Det er plassert i et åpent rom mellom to bygninger. Det består av lave planter og stier, som brytes opp av stedvise oppholdsrom med plantekasser, sittebenker og pergolaer.

SUKSESS

Anlegget er populært og plantene ser ut til å trives. Det er stort og kan fordrøye mye vann (Klimatilpasning, u.å.). Målet er at anlegget skal oppta 60-80 prosent av regn-vannet og forsinke resten (Klimatilpasning, u.å.). Ifølge Per Malmos (e-post, 25.03.12) er det maksimalt 25 prosent avrenning fra taket. Det var dessverre ikke mulig å få informasjon om vedlikeholdsmengde og -type ved anlegget.

BYGGEPROSESS

Det grønne taket ble ferdigstilt rett etter at bygningen under ble bygget ferdig (Malmos, e-post, 25.03.12)

TILGJENGELIGHET OG SIKKERHET

Anlegget er offentlig og tilgjengelig for allmennheten, og har en gang- og sykkelsti (København kommune, u.å.).



Illustrasjon nr. 51. Det semi-intensive grønne taket på Kalvebod brygge. Dette bildet viser hovedstien gjennom parken, noen av plantekassene, benker og to av pergolaene med klatreplanter.

Det rammes inn av en bygning i nordvest og en i sørøst.

STRUKTURELL OPPBYGNING

Takets maksimale vannmettede belastningskapasitet er 500 kg per kvadratmeter. Dette er ikke inkludert snølast (Malmos, e-post, 08.05.12). Jorda inneholder blant annet teglstein (Klimatilpasning, u.å.). Området er relativt flatt og har en helning på minst 1:40 (P. Malmos, e-post, 25.03.12). Som illustrasjon nr. 51 og 52 viser er beplantningen plassert på samme nivå som stiene eller i opphøyde felter.

VARIASJON I BEPLANTNING

Av vegetasjon finnes det bunndekkende, tørketålende planter (P. Malmos A/S, u.å.). Jeg har også observert gress, plantekasser, samt pergolaer uten tak med klatreplanter. Mer enn 40 forskjellige plantearter er brukt



Illustrasjon nr. 52. Det semi-intensive grønne taket på Kalvebod brygge. Beplantningen blomstrer vakkert. Brukt med tillatelse fra Schønherr Landskab.

(Klimatilpasning, u.å.). Eksempler på plantearter er thymus vulgaris, allium sphaerocephalon, origanum vulgare og sedum spurium (Malmos, e-post, 08.05.12).

FORHOLD MELLOM BEPLANTNING OG TETTE FLATER

Anlegget inneholder mye vegetasjon. Ved siden av vegetasjonen finnes det en hovedsti av asfalt gjennom parken, samt mange grusstier som krysser hovedstien flere ganger (P. Malmos A/S, u.å.).

UTFORDRINGER OG ULEMPER

Belastningskapasiteten på taket har vært den største utfordringen for både landskapsarkitektene og anlægsgartnerne. Dette har styrt utformingen på hele prosjektet på den måten at det måtte brukes andre maskiner enn de som er vanlig å bruke til grøntanlegg på bakkenivå. En

annen utfordring var at den underliggende konstruksjonen og membranen ikke måtte skades. Derfor er anleggets elementer frittstående og ikke fastmontert i selve konstruksjonen (Klimatilpasning, u.å.).

Ifølge anleggsgartnerfirmaet var det også krevende å planlegge et slikt anlegg i en såpass lang avstand fra gatenivået. Grunnen til det var at maskinene som vanligvis blir brukt til firmaets arbeid med slike tak, ikke kunne brukes og gjorde arbeidet tyngre. Takets belastningskapasitet var ikke høy nok til å tåle det (P. Malmos A/S, u.å.).

VURDERING

De to anleggene har til felles at de fungerer godt, er tilgjengelige for allmennheten, og har en stor variasjon i beplantning. Spesielt plantefeltene som skal gi inspirasjon på Augustenborg er vakre å se på, og det er også hele det danske anlegget.

Forskjellene mellom de grønne takene er at formålet med anlegget i Augustenborg er forskning, demonstrasjon og utdanning for å finne fram til nye og bedre løsninger, mens det danske anlegget er en statisk løsning som blant annet er ment for rekreasjon og tryggere overvannshåndtering. Anlegget i Augustenborg har mange felter med ulike oppbygninger som gir ulike avrenningsmålinger, mens det grønne taket ved nye Rigsarkivet har en semi-intensiv oppbygning med lav beplantning som gir maksimalt 25 prosent avrenning. Det svenske anlegget er ettermontert på en eksisterende bygning, og stiene er laget av treverk. Det danske anlegget ble planlagt og bygget samtidig med bygningsprosjektet under, og stiene er laget av asfalt og grus.

Anleggene viser at god og nøyaktig planlegging har gitt positive resultater og god planteutvikling. Kunnskapen jeg har tilegnet meg i dette studiet ville jeg ta med meg videre i arbeidet med oppgaven. Dette gjelder spesielt hvilke aspekter ved grønne tak som kan forskes på, hvordan slike anlegg kan bygges opp og utformes estetisk, hvilke planter og plante-sammensetninger som kan utprøves, hvordan gangstier kan utformes, samt hvilke utfordringer og ulemper som kan oppstå på et grønt tak. Anlegget i Augustenborg gav spesielt inspirasjon til utforming av et grønt tak til forskningsbruk i Norge.

OPPSUMMERING

Dette kapitlet har vist at det kreves en god del kunnskap for å kunne lage et velfungerende og vakkert utformet grønt tak. For å få det til er det først og fremst viktig å finne ut hvilke faktorer som kan hindre at et grønt tak fungerer optimalt og vurdere hvor stor påvirkning de kan ha på anlegget. Ved å sørge for en riktig oppbygning vil også anlegget vare lenger og fungere godt.

Når det gjelder design er det klart at tilgjengelige ressurser og økonomi kan sette begrensninger for hvor mye kreativitet som kan legges i anleggets størrelse, form og utseende. Men her finnes det også en lang rekke muligheter med tanke på plantenes egenskaper, som for eksempel farge og tekstur. Således finnes det grønne tak i mange ulike prisklasser.

Augustenborg Botaniske Takhage og det grønne taket på det nye Rigsarkivet kan ses på som forbilder på hvordan grønne tak kan bygges opp og utformes med positive utfall. Augustenborg er et godt eksempel og kan gi inspirasjon i forhold til hvordan ulike aspekter ved grønne tak kan testes ut.

Selv om det finnes lite kunnskap om og erfaringer med grønne tak i Norge ennå, kan det som har kommet fram i dette kapitlet testes ut i et forsøksanlegg, slik at det er lettere å vite hva som fungerer og ikke.

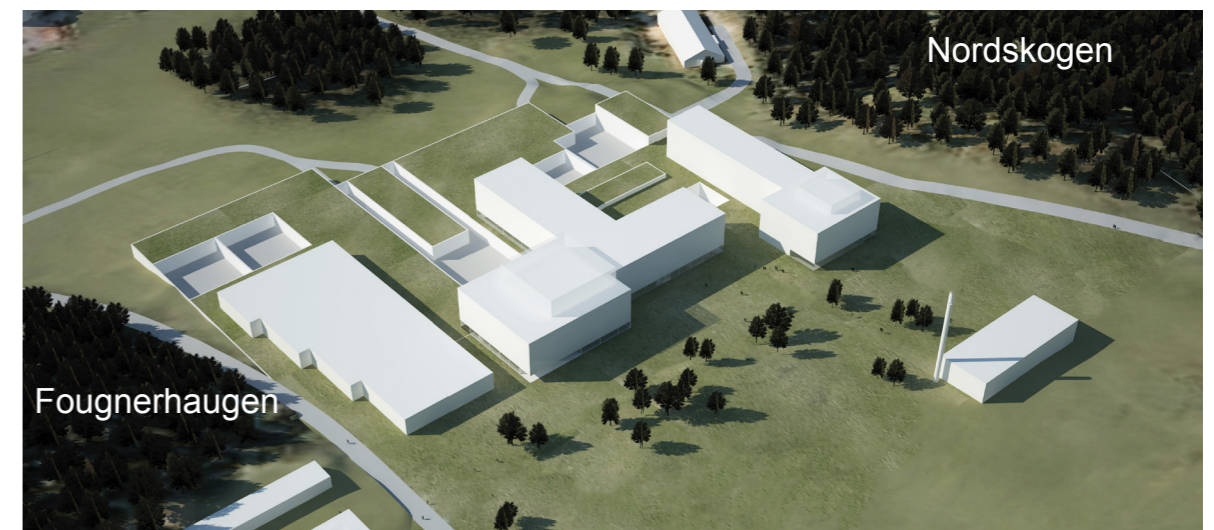
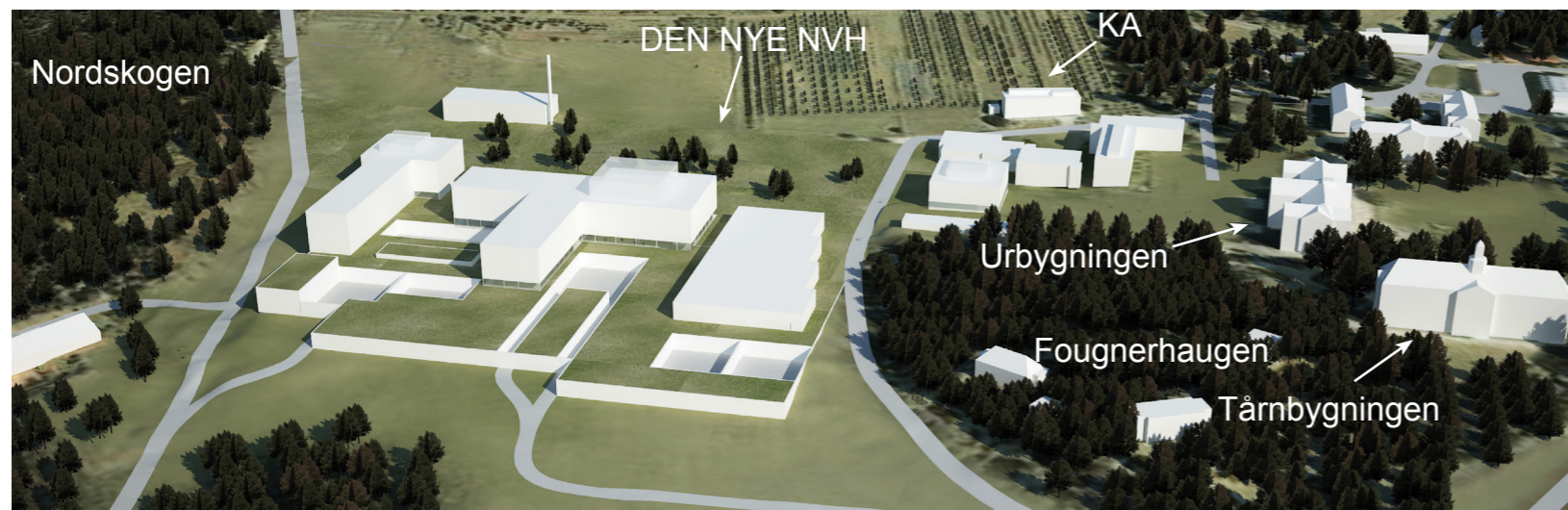


Illustrasjon nr. 53. Ifølge Scandinavian Green Roof Association (u.å.) er det mulig å etablere vegetasjon på hellende tak. Dette bildet er fra 8-tallet i Ørestad i Danmark.

DEL 4

HVORDAN KAN GRØNNE TAK TIL
TVERRFAGLIG FORSKNINGSBRUK UTFORMES
PÅ DEN NYE VETERINÆRHØGSKOLEN I ÅS?

INTRODUKSJON



Illustrasjon nr. 54 (til venstre) og 55 (til høyre). Prosjektskisser for den nye NVH ved UMB sett fra sørvest (til venstre) og fra øst (til høyre). Skissene er utgitt 1. november 2011 og viser at det i starten av prosjekteringen ble vurdert hvor det skulle anlegges ekstensiv vegetasjon på bygningens tak. Etter hvert er det blitt bestemt at dette skal gjennomføres på fem av takene (Annikе Refvem, e-post, 2012). Prosjektskissene er brukt med tillatelse fra Henning Larsen Architects.

BAKGRUNN FOR VALG AV PROSJEKT

Tidlig i prosessen med denne oppgaven hadde jeg et møte med Kirsten Lunde, som deltar i parkstyret ved UMB, og min veileder, Ingrid Merete Ødegård. De hadde begynt å se på mulighetene for å anlegge grønne tak til tverrfaglig forskningsbruk på den nye Veterinærhøgskolen (NVH), som i følge Elton (2011) skal bli samlokalisert med UMB på Ås innen 2018. Jeg var interessert i å videreføre idéen. Jeg har forsøkt å trekke inn og bruke den innhentede teorien i de foregående kapitlene så mye som mulig i denne delen av oppgaven.

HENSIKT

Grønne tak til tverrfaglig forskningsbruk ved UMB kan bidra til å øke oppmerksomheten rundt grønne tak og kunnskapen om det. Det vil også knytte den nye NVH tettere til resten av UMB, synliggjøre universitetets interesse for moderne bærekraftig utvikling, være et forbilde for fremtidige prosjekter, og gi grunnlag for standarder og retningslinjer som aktører i bransjen kan ha nytte av i byer og tettsteder. De grønne takene er kun tiltenkt forsknings- og undervisningsbruk, da takene i bygningsprosjektet i utgangspunktet er tiltenkt lite eller ingen menneskelig aktivitet (Aaby, personlig kommunikasjon, 2012).

Selv om bygningen skal ligge i et landlig område, der behovet for overvannshåndtering er mindre, vil den nye bygningen medføre et kraftig inngrep i landskapet, og en mye tette flater. De grønne takene kan, ved siden av forskningsbruken, bidra til å forsinke avrenningen i området.

MÅLGRUPPE

Forelesere, forskere og studenter fra ulike institutter ved UMB kan ha nytte av vegeterte tak til forskningsbruk. Dette gjelder først og fremst:

- Institutt for landskapsplanlegging (ILP)
- Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM)
- Institutt for matematiske realfag og teknologi (IMT)
- Institutt for plante- og miljøvitenskap (IPM)

Instituttene kan for eksempel forske på eller studere ulike typer vekstmedium, biologi, hydrologi, byggeteknikk og dyrkning av mat. Jo flere faggrupper anlegget kan gagne, desto mer kan interessen rundt slike anlegg øke. Hvis studenter får sjansen til å lære mer om klimatiltak og grønne tak, kan de bli bedre rustet til å imøtekomme utfordringer med bærekraftig utvikling når de skal ut i arbeidslivet.

REGISTERING



Illustrasjon nr. 56. Kart over hvor Ås ligger i Norge. Kartet er omarbeidet fra wikipedia. Ute av målestokk.

HVORFOR FORSØKSTAK VED UMB?

Det er mange grunner til å velge UMB som base for forskning på grønne tak. Ifølge hjemmesiden til Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB), omtales lærestedet som “det levende universitetet” (Rybakken, 2008) og “det moderne universitetet” (UMB, 2010). Ifølge Rybakken (2008) fokuserer “UMB sin virksomhet om alt som lever og gror”. Universitetet har i tillegg “samfunnsengasjerte, innovative og konkurransedyktige fagmiljøer som ønsker å fremme bærekraftig utvikling”. Ingen andre universiteter i Norge enn UMB har inkludert ordet “miljø” i navnet (Haug, u.å.).

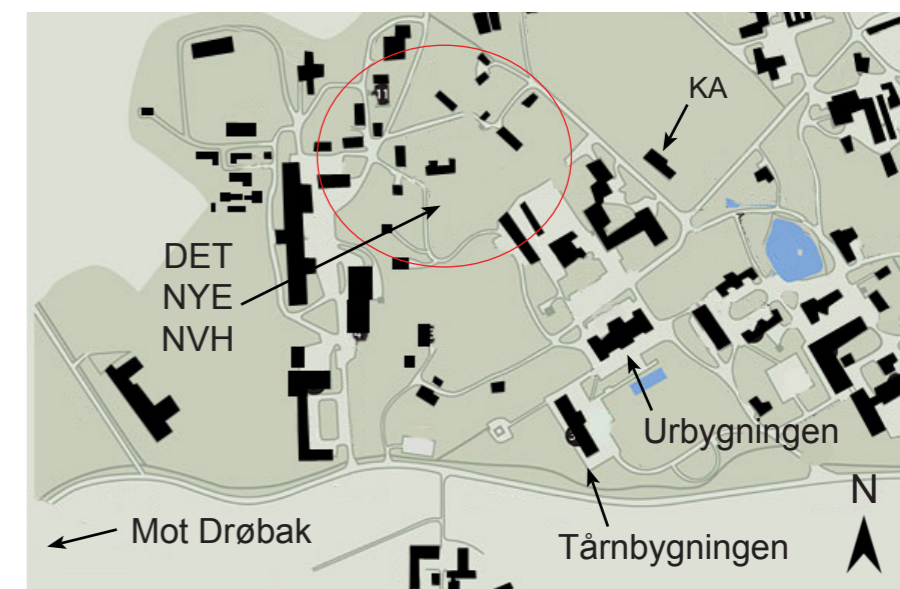
UMB går for å være et universitet som er rettet mot fri og uavhengig forskning, som kan komme samfunnet til gode. Forskningen ved UMB har sitt grunnlag i universitetets



Illustrasjon nr. 57. Kart over Ås. Kartet er omarbeidet fra google maps. Ute av målestokk.

strategi, som blant annet innebærer at “det faglige grunnlaget for undervisningen skal utvikles”, at “forskningen rundt klimatilpasning skal koordineres og synliggjøres”, samt at “forskningen skal tilrettelegges og koordineres for å møte politisk prioriterte områder”. Strategien inkluderer også insentiver for å få frem kvalitet og kvantitet i forhold til forskningen (Aakra, 2011).

Blant annet i forbindelse med den nye NVH vil det innen noen år tilsammen etableres nybygg med et samlet areal på minimum 100 000 kvadratmeter på UMBs Campusområde (Dammen, 2011). Dette vil føre til en stor økning i mengden tette overflater, noe som vegetasjon på forsøks-takene kan være et tiltak mot.



Illustrasjon nr. 58. Kart over UMB. Den røde innrammingen indikerer området der den nye NVH skal bygges.

KARTGRUNNLAG

På grunn av at den nye NVH ikke er prosjektert ferdig ennå, har takplanen i forprosjektet blitt brukt som kartgrunnlag. Bygningen vil mest sannsynlig se annerledes ut enn det forprosjektet viser i dag. Jeg har fått kartgrunnlag og informasjon om taket fra Annike Refvem, som er landskapsarkitekt i Link Landskap, og Nils Petter Aaby, som er rådgivende ingeniør i Multiconsult. Begge er med i prosjekteringen av NVH bygningen.



Illustrasjon nr. 59. Bilde tatt 23.03.12 mot området der den nye NVH skal bygges. Det er tatt fra Fougnerhaugen mot Nordskogen (oppe til venstre). Ifølge prosjektskissene på side 58 skal NVH-bygningen strekke seg fra ridebanen fram til Nordskogen.

TAKETS OPPBYGNING OG UTSEENDE

For å kunne prosjektere på taket til den nye NVH har jeg først sett nærmere på bygningens innhold, og takenes oppbygning, funksjon og utseende.

TYPE TAK

Takene på bygningen består av en bærekonstruksjon, et isolasjonslag over det og en vanntett membran, i form av takpapp, på toppen. Taket er et varmt tak.

STØRRELSE

Bygningen kommer til å dekke et areal på 63 000 kvadratmeter (Elton, 2011).

VEKTBELASTNING

Ifølge Nils Petter Aaby (personlig kommunikasjon, 2012) har de takdelene, som det er mulig å bygge grønne tak på, en total belastningskapasitet på 720 kg per kvadratmeter. Dette innebærer at vekten på taket ikke trenger å være jevnt fordelt. Så lenge den totale gjennomsnittlige vekten på taket ikke overstiger 720 kg per kvadratmeter vil taket være sterkt nok. Slik jeg har forstått det inkluderer den totale vekten eventuell belastning fra snø.

INNSYN OG UTSYN

Bruken av forsøksanlegget kan noen steder være forstyrrende for de som befinner seg i bygningen, spesielt de som jobber med operasjoner av dyr, nærmere bestemt i nærheten av "smittegården" (kan ses på neste side). Det er derfor viktig å sørge for minst mulig innsyn fra de grønne takene til disse innendørs arbeids- eller undervisningsrommene.

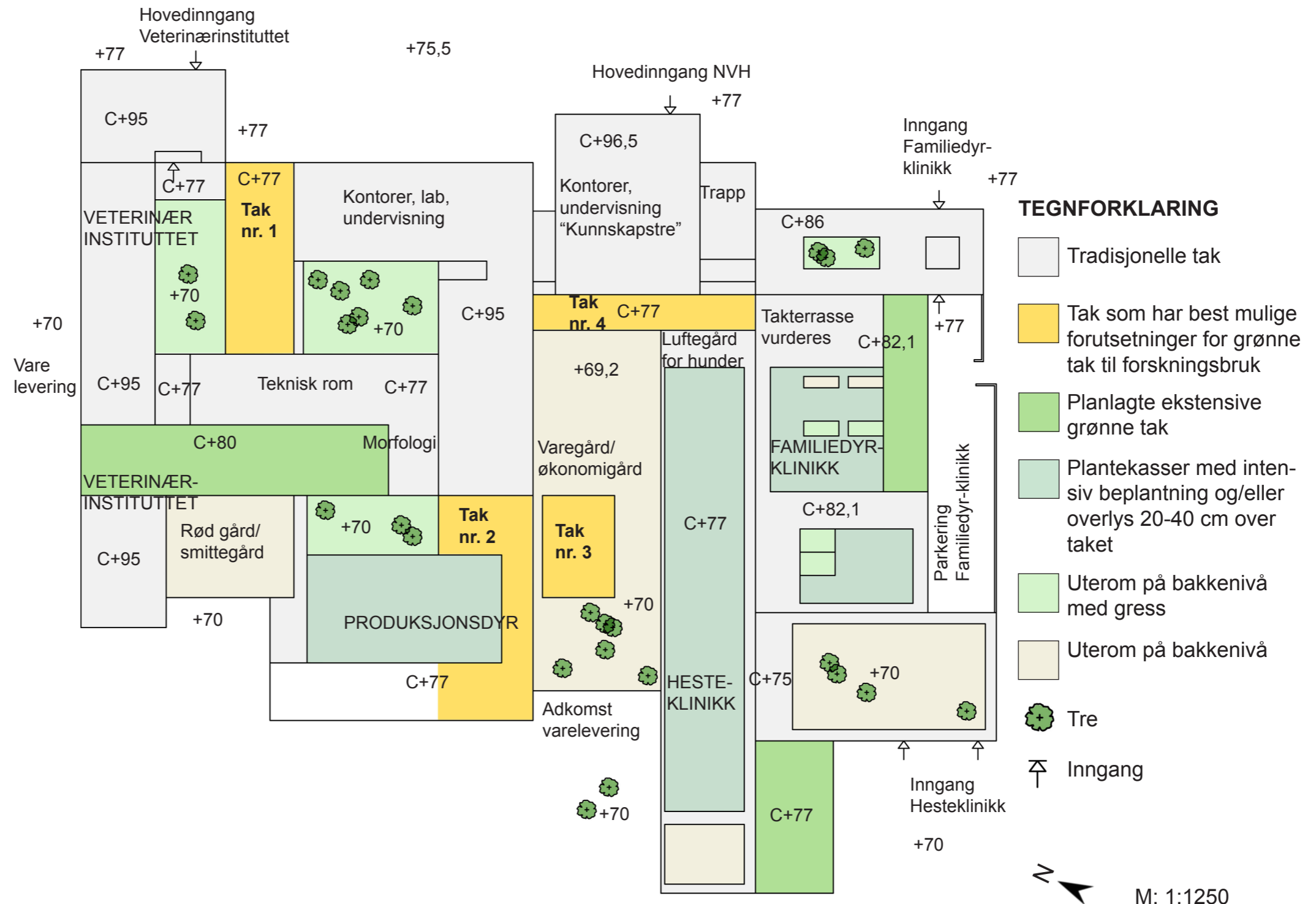
TAKETS UTSEENDE, takplan

Planen til høyre viser hvilke funksjoner de ulike takene skal ha når bygningen er ferdigstilt. Registreringen er basert på takplanen i forprosjektet til bygningen. Ifølge Nils Petter Aaby (personlig kommunikasjon, 2012) er det noen få tak på NVH som i realiteten kan brukes til forskning på grønne tak. På dem er det ingen tekniske installasjoner, og taket gir ikke sjenerende innsyn, som kan hindre en slik bruk. Disse takene er nummerert på planen.

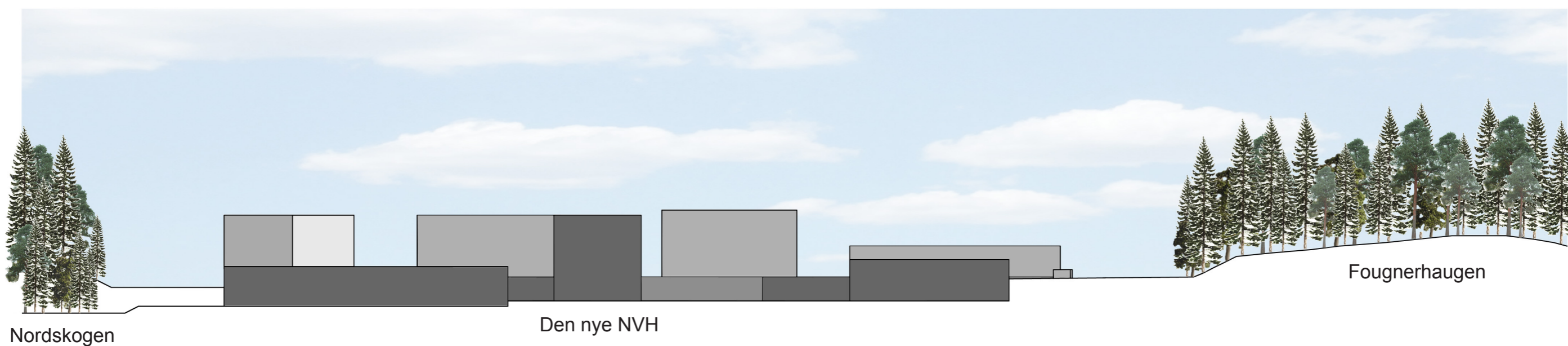
I forprosjektet er det planlagt noen ekstensive grønne tak og plantekasser med intensiv beplantning. Tak nr. 1 og 4 er tiltenkt ekstensiv beplantning, men her foreslår jeg heller at det kan forskes på grønne tak, på grunn av at disse takene er av de mest aktuelle for den type bruk.

Kun to av takene er planlagt for regelmessig bruk:

1. Det mindre inngangspartiet til venstre for tak nr. 1. Dette er tenkt som et lunsjsted eller lignende for de som er i bygningen.
2. Sørvest for tak nr. 4 skal det være en luftgård for hunder (Refvem, personlig kommunikasjon, 2012).



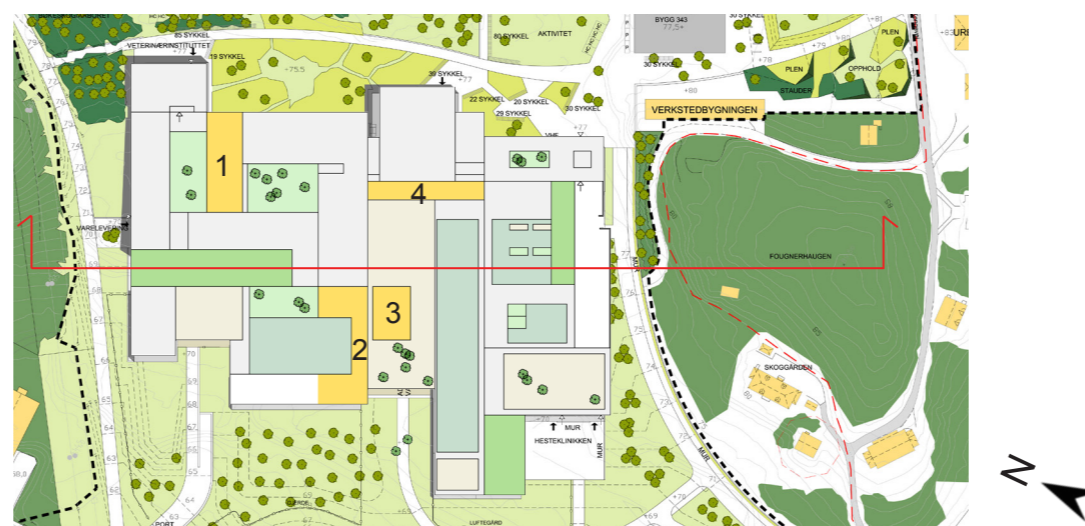
TAKETS UTSEENDE, oppriss



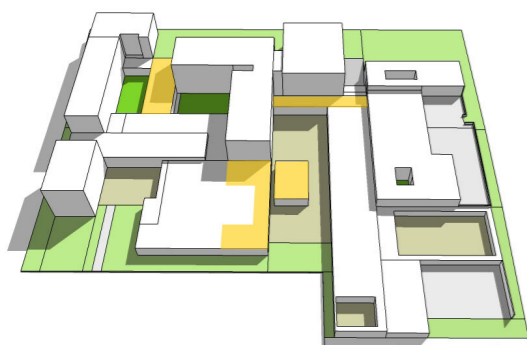
M: 1:1250

Illustrasjon nr. 60. På grunn av at jeg har brukt pdf og ikke har hatt muligheten til å få dwg som kartgrunnlag for arbeidet mitt, har jeg valgt å lage et oppriss som viser NVH-bygningen med terrenget i sørøst og nordvest, retning nordøst.

Illustrasjon nr. 61. Kartet til høyre er ment som en omtrentlig oversikt over hvor Fougnerhaugen ligger i forhold til bygningen. Kartet består av takplanen lagt over landskapsplanen fra forprosjektet til bygningen, på grunn av at landskapsplanen inkluderer landskapet rundt bygningen. Den røde streken viser opprisset (retning nordøst). Kartet er ute av målestokk.



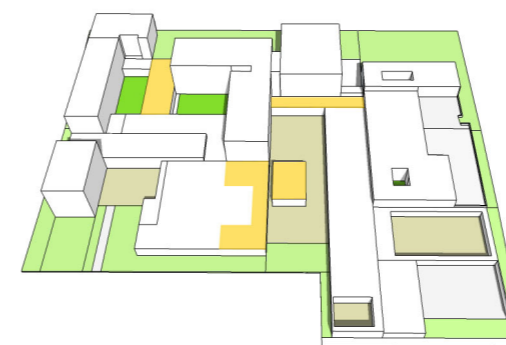
KLIMAFORHOLD PÅ STEDET: Sol-skyggeforhold



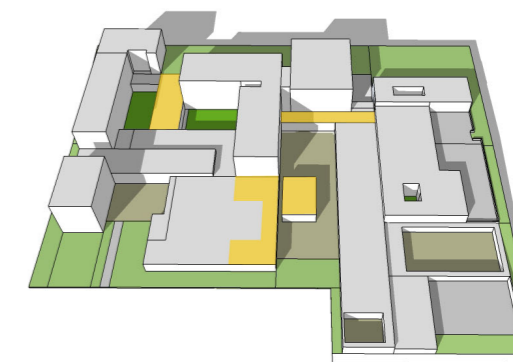
Illustrasjon nr. 62. Solforhold sommervormiddag kl 9



Illustrasjon nr. 63. Solforhold sommervormiddag kl 12



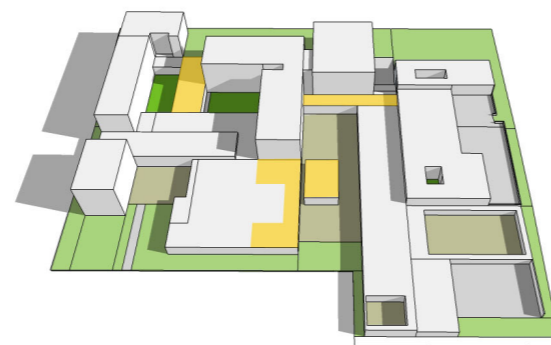
Illustrasjon nr. 64. Solforhold sommervormiddag kl 15



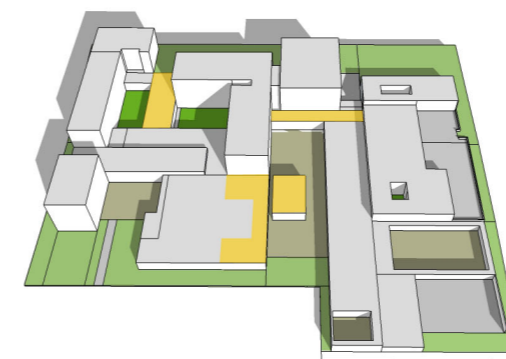
Illustrasjon nr. 65. Solforhold sommervormiddag kl 18



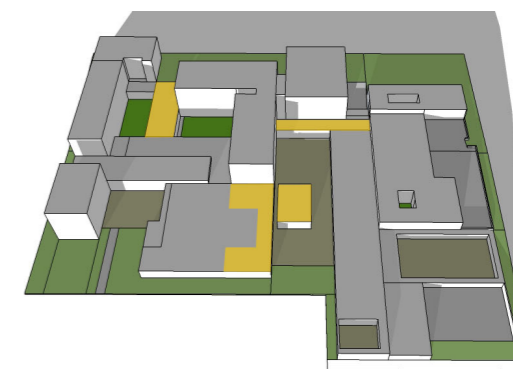
Illustrasjon nr. 66. Solforhold høst- og vårjevndøgn kl 9



Illustrasjon nr. 67. Solforhold høst- og vårjevndøgn kl 12



Illustrasjon nr. 68. Solforhold høst- og vårjevndøgn kl 15



Illustrasjon nr. 69. Solforhold høst- og vårjevndøgn kl. 18

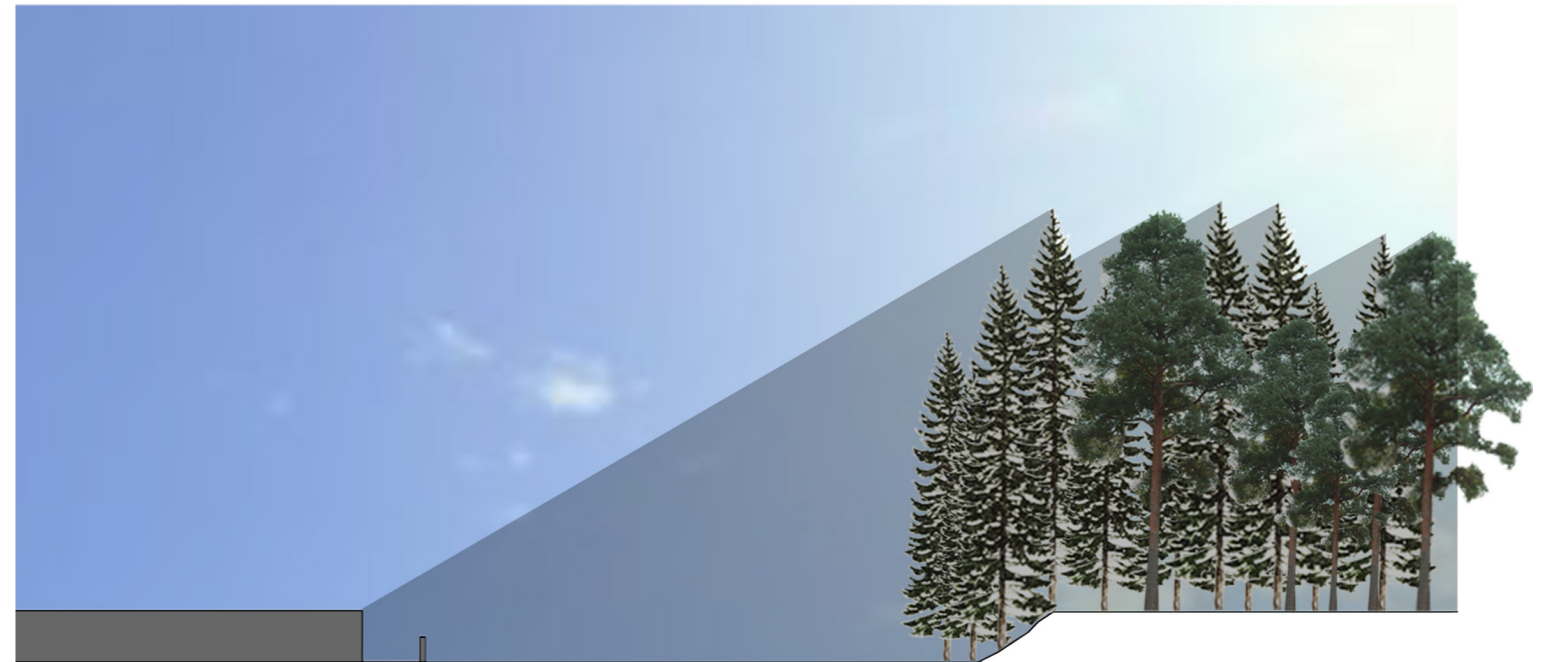
Før bestemte planter kan velges ut til å vokse på et sted, er det viktig å finne ut hvordan klimaforholdene er på stedet. I dette tilfellet inkluderes sol-skyggeforhold, nedbørmengde, snødybde og vindforhold.

De ulike takhøydene på bygningen gjør at sol- og skyggeforholdene blir forskjellige på de aktuelle takene for vegetasjonsetablering. Analysen viser at tak nr. 1 ofte delvis skygges lengst nordøst. Tak nr. 2, 3 og 4 er stort sett soleksponert, med unntak av en liten del i sørøst på tak nr. 2. Ved sommervormiddag er det lite skygge på takene. Taknumrene er nevnt på de to foregående sidene.



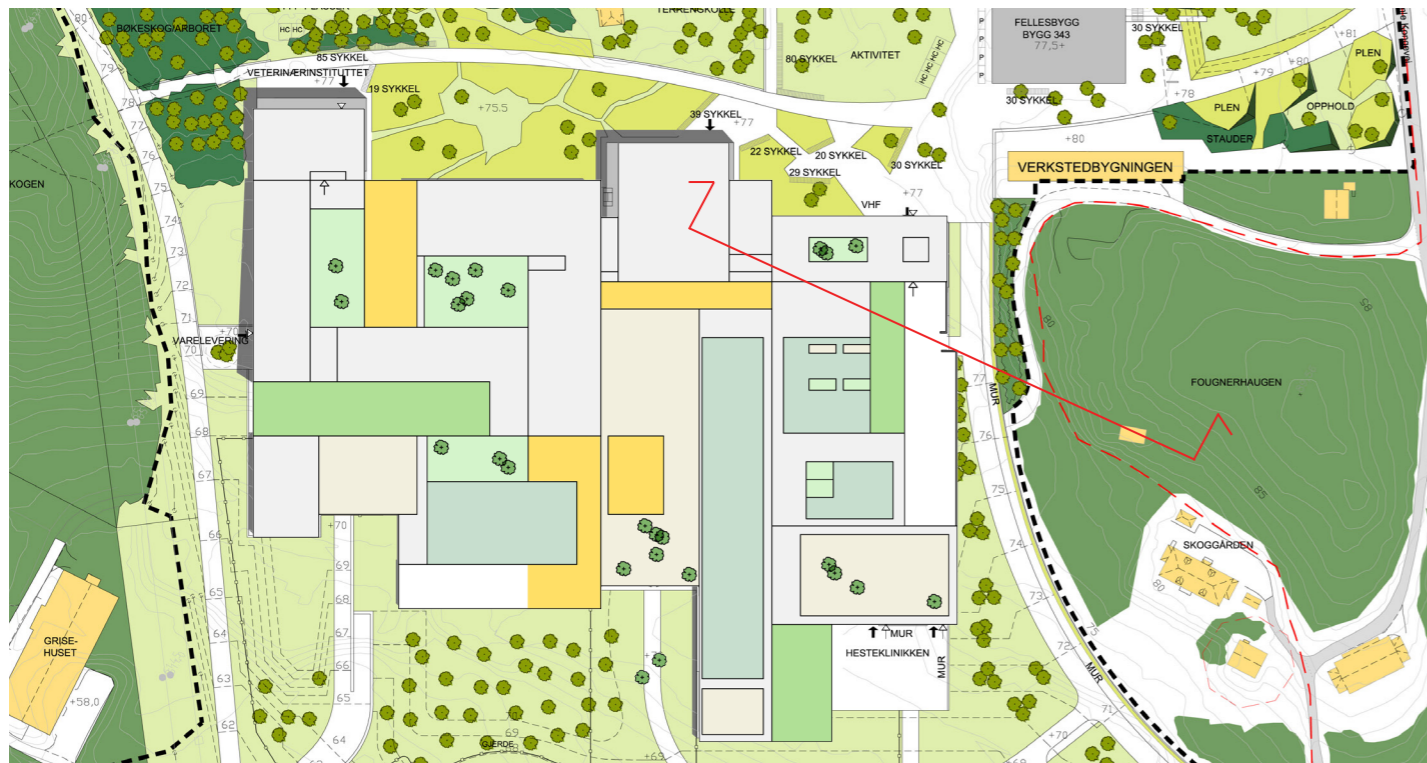
KLIMAFORHOLD PÅ STEDET: Sol-skyggeforhold

På grunn av at sola står 30 grader på himmelen og skinner mot nord klokken 12 ved høst- og vårjevndøgn, ville jeg finne ut om de oppmot 40 meter høye trærne på Fougnerhaugen vil gi skygge til takene på bygningen. Klokken 15 ved høst- og vårjevndøgn vil ikke Fougnerhaugen skygge bygningen på grunn av at solen skinner fra sørvest. Derfor har jeg ikke laget noe snitt av situasjonen kl 15 ved høst- og vårjevndøgn.



Illustrasjon nr. 70. Vår- og høstjevndøgn kl 12. Snittet viser at trærne ikke vil skygge for takene på bygningen.

M:1:750

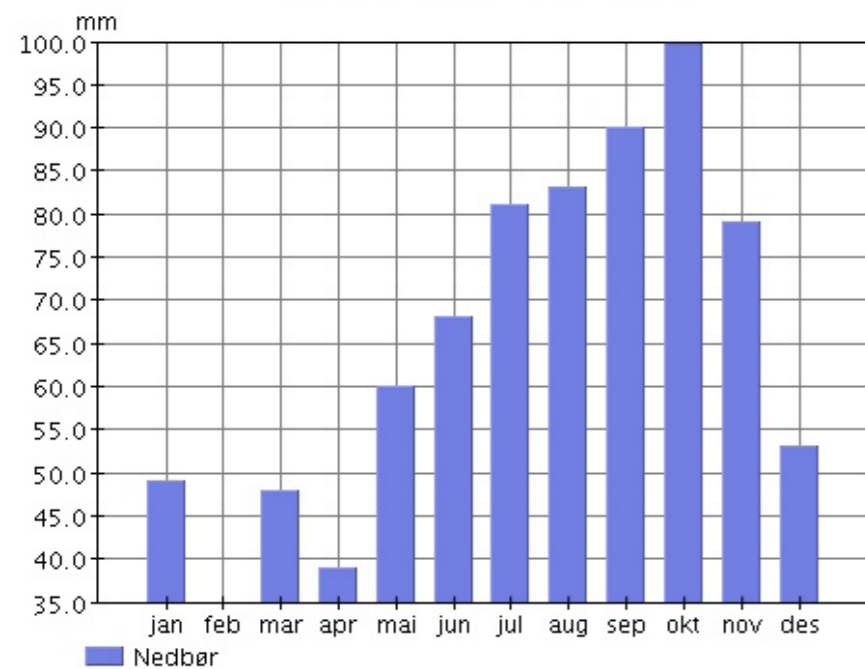


Illustrasjon nr. 71. Kartet til venstre består av takplanen lagt over landskapsplanen i forprosjektet til bygningen, slik som kartet på side 62. Bygningen ligger omtrent som kartet viser i forhold til Fougnerhaugen. Den røde streken viser et snitt for å se om trærne på Fougnerhaugen vil gi skygge på bygningen klokken 12 ved vår- og høstjevndøgn. Trærne vil kanskje gi skygge på bygningen nordøst for streken. Men dette får lite å si da de aktuelle takene ikke får skygge. Planen er ute av målestokk.



KLIMAFORHOLD PÅ STEDET: Nedbør, snø og vind

NEDBØRSFIGUR

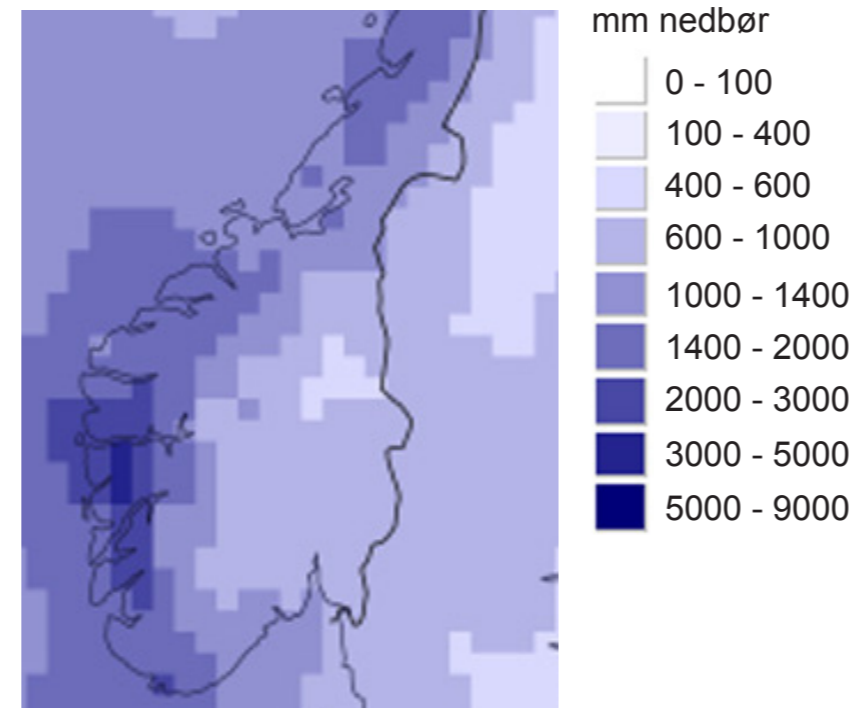


Illustrasjon nr. 72. Figuren viser normalverdiene for nedbør (millimeter per år) i årene 1961-1990 for Ås.

NEDBØR: Illustrasjon nr. 73 viser at Ås er i et område som har en av de laveste nedbørsmålingene i Norge. Noe nedbør kommer vanligvis som snø.

SNØDYBDE: Ifølge Eklima (u.å.), som er portalen til Meteorologisk institutts klimadatabase, finnes det ikke snødata fra Ås de fra 1988 og frem til i dag. Men den midlere snødybden for januar i årene 1957 - 1988 var 21,2 cm. For februar var dybden 33 cm. Høyeste målte snødybde som er målt i Ås mellom disse årene var 96 cm i 1966.

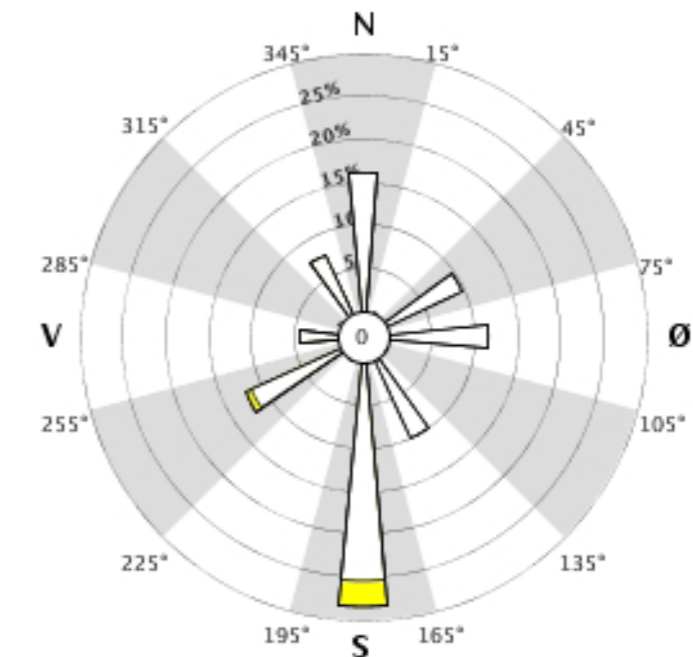
NEDBØRSKART



Illustrasjon nr. 73. Kartet viser den gjennomsnittlige årlige nedbøren i Norge i årene 1961 - 1990. Dataene er samlet inn fra omtrent 27 000 målestasjoner i hele verden. Kartet er hentet fra Climate Research Unit (CRU) - University of East Anglia, Norwich Center for Climatic Research, Department of Geography - University of Delaware.

VIND: Vindrosen til høyre viser at vinden stort sett kommer fra sør om sommeren i Ås og er ganske svak. Rundt den nye NVH er landskapet relativt åpent, noe som tyder på at vinden ikke stoppes av noe før den når bygningen. Tak nr. 2 og 3 er mest utsatt for vind, mens tak nr. 1 og 4 beskyttes litt av høyere bygninger sør for dem. Men vinden vil stort sett påvirke vekstene på taket i mindre grad.

VINDROSE



Frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°
Frekvensfordeling av vindhastighet i %

Vindhastighet (m/s)

■	>20,2	År: 1998-2008
■	15,3 - 20,2	Juli
■	10,3 - 15,2	Tidspunkt:
■	5,3 - 10,2	1,7,13,19
□	0,3 - 5,2	NMT

Stille (%)



Illustrasjon nr. 74. Vindrose for Ås i juli.

KONSEPT OG OVERORDNET IDÉ

TYPE GRØNT TAK

Slik som nevnt i innledningen, fokuserer denne oppgaven mest på forskning på hybride grønne tak. Grunnen til det er at det ikke er anlagt noen hybride grønne tak i Norge (Sundby, personlig kommunikasjon, 2012) og at det ikke er forsket mye på denne typen i Norge (NVE, 2010). På grunn av at hybride systemer har tykkere vekstmedium og en større variasjon i plantearter enn ekstensive tak, kan anlegget være mer interessant for landskapsarkitekter i forhold til utforming og utseende, enn ekstensive tak. Det kan også gi flere fordeler for miljøet, som for eksempel større fordrøyningseffekt, noe som kan være interessant for andre faggrupper ved UMB i forhold til forskning. I tillegg til hybride systemer foreslår jeg at det på ett av takene skal være ekstensive oppbygninger, slik at det kan være mulig å sammenligne hybride og ekstensive løsninger. I mitt forslag skal tak nr. 1-4 være forsøksområder med ulike systemoppbygninger.

Mitt forslag er at også de ekstensive grønne takene, som allerede er planlagt i bygningsprosjektet, også kan forskes på. Men disse takene vil jeg ikke fokusere på i denne oppgaven, på grunn av at det blir for mye å ta for seg, i tillegg til de takene som er mest aktuelle for forskning.

FORSØKSOMRÅDENES AVGRENSNINGER

Jeg har valgt å prosjektere grønne tak på nr. 1, 2, 3 og 4. Disse takene ligger maksimum to etasjer over bakkenivå. Forsøksområdets avgrensning har blitt valgt med bakgrunn i opplysningene om taket som jeg har fått fra Nils Petter Aaby og Annike Refvem. På tak nr. 1 har jeg foreslått at feltene kan ha kuperte, organiske former. Etter

min mening kan det være interessant å finne ut hvordan denne typen oppbygning fungerer på et grønt tak. I tillegg kan det gi et mer variert estetisk inntrykk enn flate felter. På de andre tre takene har jeg valgt å bruke moduler med målene 3x3 meter, slik at det kan være lettere å sammenligne resultatene av forsøkene, for eksempel fordrøyningseffekten fra felt til felt. På tak nr. 4 har jeg foreslått at det kan dyrkes mat.

TILGJENGELIGHET OG SIKKERHET

I bygningsprosjektet er det bestemt at det skal være minimalt med menneskelig aktivitet på takene på den nye NVH. Grunnen til det er smittevern mellom dyr og mennesker. I og med at det har blitt planlagt noen ekstensive grønne tak på bygningen, er det derimot lagt opp til at disse områdene skal kunne vedlikeholdes av og til. Jeg har i denne oppgaven valgt å se bort i fra smittevernet, fordi de grønne takene ikke trenger å være åpne for allmennheten - kun til undervisning og forskning for små grupper mennesker, i tillegg til vedlikehold.

Mitt forslag er at grupper på omtrent 10 mennesker kan besøke anlegget på samme tid. Da blir det antakelig ikke altfor mye aktivitet på taket. Taket må tåle vekten fra mennesker og alt av materialer som er oppå taket, samt snø og tungt og langvarig regnfall. For å beskytte det vanntette laget på taket foreslår jeg at det kan anlegges gangstier rundt feltene.

Per dags dato er det ikke bestemt nøyaktig hvor inn- og utganger eller nødutganger på de aktuelle takene skal være. Men etter informasjon jeg har fått om bygningens forprosjekt skal de aktuelle takene, unntatt tak nr. 3, være




















tilgjengelig for vedlikehold eller hundelufting. Derfor har jeg plassert inn- og utgangene der de mest sannsynlig vil bli i det mer detaljerte stadiet av bygningsprosjekteringen. Samtidig har jeg plassert dem i forhold til hvor det passer i forhold til dette prosjektet. Nødutganger har jeg ikke tatt for meg i oppgaven på grunn av at jeg, med min bakgrunn, ikke har nok erfaring til å avgjøre hvordan disse skal prosjekteres.

I mine forslag er det rekkverk mot ytterkantene på takene der det er betydelig høydeforskjell ned til neste nivå, samt mellom forsøktakene og områder der det ikke skal være forsøksaktivitet. De vegeterte områdene bør ha en brannsikker avstand til kanter og vegger på bygninger. Det vil si minimum 0,5 meter, slik som tidligere nevnt.

KOSTNAD

Selv om denne oppgaven er ment å være så realistisk som mulig, ser jeg bort fra kostnadene ved å bygge grønne tak på den nye NVH. Ved å planlegge grønne tak samtidig med resten av bygningsmassen vil ekstrautgiftene utgjøre noen få prosent. Selve forskningen vil til dels kunne dekkes opp gjennom forskningsmidler. Det viktigste er at det blir tatt med og tatt hensyn til i den helhetlige prosjekteringen. Jeg vil med mitt forslag gi en idé for bruk av denne unike muligheten.

PRINSIPPSKISSER

FAGGRUPPE	FORSKNINGSOMRÅDE	PRINSIPPSKISSER					
Institutt for landskapsplanlegging (ILP)	<ul style="list-style-type: none"> • Design (estetikk) • Grøntanleggsteknikk • Konstruksjon • Biologi (økologi, botanikk, plantefysiologi) • Jordlære, vekstmedium • Etablering, skjøtsel og forvaltning av planter • Plantervern 	Vegetasjon 	Vekstmedium 	Variert landskap 	Belegning 	Vedlikehold 	
Institutt for plante- og miljøvitenskap (IPM)	<ul style="list-style-type: none"> • Biologi (botanikk, økologi, plantefysiologi, mikrobiologi, genetikk, zoologi) • Planteproduksjon, -bioteknologi, -diversitet, -vern • Etablering, skjøtsel og forvaltning av planter • Jordlære, vekstmedium • Matproduksjon • Hydrologi • Kjemi 	Vegetasjon 	Vekstmedium 	Grønnsaker 	Vann 		
Institutt for matematiske realfag og teknologi (IMT)	<ul style="list-style-type: none"> • Byggteknologi • Materiallære • Hydrologi, vannteknikk • Kjemi • Biologi • Renseteknikk 	Belastning 	Kanter 	Gjerde 	Brannteknikk 	Sluk 	Vann 
Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM)	<ul style="list-style-type: none"> • Biologi (genetikk, cellebiologi, mikrobiologi, molekylærbiologi, kjemi, biokjemi, botanikk, cellebiologi) • Matproduksjon 	Vegetasjon 	Grønnsaker 	Dyr 	Insekter 		

Illustrasjon nr. 75. Tabellen viser hvilke aspekter ved grønne tak ulike faggrupper ved UMB kunne hatt mest interesse av å forske på.

FORSKNINGSSPØRSMÅL

Forskningen på takene på den nye NVH bør etter min mening ha fokus på naturvitenskapelige og estetiske aspekter ved grønne tak. Det kan legges til rette for videre forskning på og utvikling av eksisterende løsninger og materialer i forhold til slike anlegg. Derfor har jeg utarbeidet noen problemstillinger som det kan være aktuelt å søke svar på i anleggene. Spørsmålene er overordnet i og med at det ble for omfattende å ta for seg mer detaljerte aspekter ved forskningen.

Jeg har vært i kontakt med Tormod Aurlen, som er professor ved IMT, og Eva Vike, som er førsteamanuensis ved IPM, for å høre hvordan interessen ved ulike institutter er for grønne tak til forskningsbruk ved universitetet. Begge stiller seg positive til ideén, og forskningsspørsmålene er delvis basert på ulike aspekter som de kan tenke seg at det er aktuelt å forske på.

SPØRSMÅL 1: HVORDAN ER EFFEKTEN AV DE GRØNNE TAKENE PÅ CAMPUS ÅS?

Det kan være aktuelt å forske på hvordan effekten av grønne tak er i Norge, og hvordan den kan optimaliseres. Innen dette kan det for eksempel forskes på hvilke oppbygninger som gir størst og minst avrenning. Mange land som har kommet langt i utviklingen av grønne tak, har ikke like mye snø eller nedbør som i Norge. Det er derfor viktig å teste ut hvilke løsninger som fungerer best mulig her til lands. Det kan også være interessant å se på hvordan ulike helninger for eksempel påvirker effekten av ulike anlegg i Norge.

Slik som tidligere nevnt avhenger fordrøynings-effekten på grønne tak delvis av hvor mye vann planter kan absorbere

gjennom røtter. Det kan derfor være nyttig å teste ut hvilke planter som tar opp mest vann.

SPØRSMÅL 2: HVORDAN UTVIKLER ULIKE PLANTER SEG PÅ DE GRØNNE TAKENE?

Det kan være interessant å finne ut hvilke planter fra norsk flora som vil trives på grønne tak, spesielt fra lokalmiljøet. Dette kan innebære å forske på både monokulturer og ulike artssammensetninger. Ved å finne ut hvilke arter som er dominerende og hvilke arter som har lett for å forsvinne, er det større sannsynlighet for å oppnå vellykkede vegetasjonsdekker i andre anlegg. Det kan også være fordelaktig å teste ut ulike typer og grader av vedlikehold, slik at en kan finne ut vedlikeholdet som kan forventes ved valg av bestemte arter i andre anlegg.

SPØRSMÅL 3: HVORDAN KAN UTRYDNINGSTRUEDE ARTER BEVARES PÅ DE GRØNNE TAKENE?

Etter min mening er det viktig å kunne ta vare på og fremme biologisk mangfold når muligheten byr seg. Forsøkstakene på den nye NVH kan gi muligheten til å forske på utrydningstruede plantearter. Et slikt anlegg kan brukes til å finne ut hvordan de utvikler seg, og hvorfor noen forsvinner lettere enn andre.

Det kan også være aktuelt å forske på ulike typer kratt. Etter min erfaring er kratt noe som oppfattes som mindre estetisk og uønsket i offentlige anlegg. Slik som mer estetiske vegetasjonstyper, er også kratt et viktig habitat for bestemte arter, og bør derfor ikke overses. Det kan for eksempel forskes på hvordan det kan brukes på grønne

tak uten at det blir for tungt for konstruksjonen. På hvilket tidspunkt i utviklingen bør de for eksempel beskjæres?

SPØRSMÅL 4: HVILKE TYPER FRUKT OG GRØNNSAKER KAN DYRKES PÅ TAKENE?

Forsøkstakene kan gi muligheten til å teste ut hvilke frukttyper og grønnsaker som kan trives på tak i norske forhold. Sannsynligvis vil slike produkter være mindre truet av dyr og insekter på tak enn på bakkenivå. Men en kan likevel følge med på om anleggene tiltrekker og forstyrres av dem. Eventuelt kan det testes ut hvordan de kan holdes unna.

UTPRØVING AV FORSKNINGSSPØRSMÅLENE

For å teste ut forskningsspørsmålene kan det være aktuelt å variere oppbygningene på det grønne taket. Dette kan innebære variasjon i materialtyper, høyde og vekt på de ulike lagene i oppbygningen, type vegetasjon, plantearter og plantesammensetninger. Variasjon i vedlikeholdstyper og intensitet kan også være aktuelt. Moduler av samme størrelse kan brukes for å gjøre det lettere å sammenligne feltene for eksempel når det gjelder fordrøyningssevne. Ulike helninger på oppbygningene kan dessuten være interessant å se nærmere på. I et eventuelt mer detaljert nivå i prosessen med forsøkstakene kan det være nyttig å måle avrenningen fra hvert felt. Men dette er noe som kan være aktuelt for de med en mer teknisk utdannelse.

GENERELL BESKRIVELSE AV TEKNISKE ASPEKTER

Ettersom jeg skulle prosjektere fire tak på forskjellige steder på den nye NVH, har jeg valgt å gi en generell beskrivelse av det tekniske her. For hvert tak har jeg gitt en mer spesifikk teknisk beskrivelse, under prosjekteringsdelen. Dette er på grunn av at detaljene som regel varierer fra tak til tak.

OPPBYGNING

Som prinsippoppbygning av de grønne takene har jeg tatt utgangspunkt i Newton og andres (2007) system (basert på FLL, 2002), som er beskrevet tidligere. Dette er vist i illustrasjon nr. 30-32 på side 35. Mer detaljert har jeg valgt å bruke materialer fra tre forskjellige leverandører i de ulike feltene på takene. På denne måten vil det være mulig å se hvilke løsninger som passer best til forholdene på stedet. Jeg har variert tykkelse på vekstmedium, dreneringslag og geotekstil. I tillegg har jeg noen steder inkludert et vannabsorberende lag. Ifølge sivilarkitekt Lasse Brøgge, som er med på bygningsprosjektet, skal isolasjonen i taket i gjennomsnitt være 500 mm tykk (Brøgge, personlig kommunikasjon, 2012).

Når det gjelder de hellende modulene er mitt forslag at de er fleksible på den måten at helningen kan stilles inn etter ønske.

PLANTER

Min anbefaling er at anleggene kan bestå av både plantesamfunn og monokulturer, slik at det for eksempel er mulig å se hvordan en bestemt plante utvikler seg både

alene og sammen andre planter. Jeg ønsker også at plantene på takene skal være stedegne eller lokale i den grad det er mulig. Mitt forslag til planter på takene går derfor først og fremst ut på å bruke arter fra Oslo og Akershus som er oppført i Norsk Rødliste. Artene som er foreslått er plukket ut fra listen i vedlegg 1 på side 110, fra nettsiden til artsdatabanken (u.å.). Dette gjelder tak nr. 1-3, da tak 4 er foreslått som et tak for grønnsak- og fruktdyrking. Ifølge Artsdatabanken (u.å.) er rødlistearter i større eller mindre grad i ferd med å forsvinne fra bestemte områder. Det viser seg at de fleste artene i denne listen er truet av ulike typer arealendringer, noe som innebærer påvirkning av mennesker.

Det kan være nyttig å plante rødlistede arter på forsøksstakene av flere grunner. For det første kan de bevares bedre ved at de isoleres fra bakkenivå, og kan vokse mer kontrollert, og i fred fra påvirkninger fra mennesker og dyr. For det andre kan det testes ut hvilke arter som vil overleve, dominere og forsvinne, samt å finne grunnene til det. Dermed kan en finne ut hvordan artene kan bevares på best mulig måte. Ved å gi biologisk mangfold og rødlistearter et større fokus, kan kunnskapen om viktigheten og nødvendigheten av disse lettere spres.

Jeg har delt inn rødlisteartene i hvert felt i ulike habitater, for lettere å finne ut hvilke arter som passer på samme sted, og hva slags vedlikehold de trenger. I forbindelse med dette har jeg sett på inndelingene som er foretatt av Artsdatabanken (u.å.). Eksempler på habitater er kulturmark, fastmarksskogmark og konstruert fastmark. Artsdatabanken bruker ikke hele habitatnavnet i artslista, men isteden bokstaver som representerer habitatene. Derfor har jeg satt bokstaven som hører til hvert habitatnavn i parentes bak habitatnavnet. Jeg har forsøkt å sette



Illustrasjon 76 - 81. Forslag til materialer som kan brukes i anlegget.

sammen artene slik de forekommer i deres naturlige habitat. Etter min mening bør anlegget være fleksibelt på den måten at det kan være mulig å bytte ut plantearter. Sannsynligvis vil enkelte arter ikke trives på taket, og da er det viktig å ha den muligheten.

Jeg har spesifisert foreslåtte plantearter i de feltene jeg har tegnet prinsippsnitt. Grunnen til at jeg ikke har spesifisert arter for de andre feltene, er at det for denne oppgaven ble for omfattende å bestemme arter i alle feltene.

MATERIALER

Min anbefaling er at materialene på takene bør være naturlige eller resirkulerte. Det kan være aktuelt at også materialene er utskiftbare, slik at det er mulig å teste ut

hva som fungerer godt på grønne tak. For eksempel kan det testes ut om gjerder bør være transparente, vindgjennomtrengelige. I mitt forslag består gangstiene av belegningsstein i betong og terrassebord i furu. Forslagene viser også at gjerdene kan bestå av stål og glass, og være 1,2 meter høyere enn den vanntette membranen ved kanter. Denne høyden har jeg valgt fordi byggeteknisk forskrift (TEK 10) anbefaler en rekkverkshøyde på minimum 1 meter for bygninger som er mindre enn 10 meter høye (SINTEF Byggforsk, u.å.). Etter det jeg har lært er stål relativt dyrt, men jeg mener det er viktig å ha et visst pent uttrykk på gjerdene ettersom bygningen er ny og moderne. Jeg foreslår at kanten av cortenstål som skiller vegetasjonsoppbygningen fra oppbygningen av stiene, bøyes og sveises på stedet.

AVRENNING OG FALL

På det tidspunktet jeg begynte å prosjektere de grønne takene, var ennå ikke slukene planlagt på detaljnivå i bygningsprosjektet. Jeg har derfor plassert slukene der jeg mener det kan være hensiktsmessig for denne oppgaven. Mest sannsynlig ville mitt forslag til plassering av sluk vært annerledes, dersom takene på den nye NVH allerede hadde hatt sluk i den tekniske planen for bygningen. Jeg har foreslått et fall på 1:60 mot slukene. Dette tilsvarer 2 % og samme fall som det, etter min erfaring fra landskapsarkitektur-studiet, vanligvis er krav om på bakkenivå.

UNIVERSELL UTFORMING

I mitt forslag vil det være lett for alle å komme seg rundt på takene, også de med spesielle behov. Jeg har forutsatt at inngangsdørene er brede nok for de med spesielle behov. Jeg forutsetter at det skal finnes heiser inne i bygningen fordi den er ny og moderne. Jeg har satt bredden på gangstiene til å være 1,8 meter mer eller mindre, noe som er nok til at rullestolbrukere kan bruke området, ifølge boken *Universell utforming: byer, hus, parker og transport for alle* (Asmervik, 2009).

VEDLIKEHOLD

VANNINGSMULIGHETER

På de tekniske planene for hvert tak har jeg grovt tegnet inn områder som kan ha behov for vanning. Men det er meningen at dette systemet skal være fleksibelt, slik at vanningsmengden i hvert felt kan testes ut. Vanningen kan for eksempel bestå av dryppvanning som plasseres i vekstmediumet. Leverandøren vil detaljere vanningssystemet ytterligere. Vannkraner er ikke planlagt i bygningsprosjektet ennå, men det må ivaretas for de grønne takene. Sannsynligvis vil det bli vannkraner i nærheten av de planlagte grønne takene. Minst en vannkran skal kunne kobles til vanningssystemet på takene jeg planlegger vegetasjon på. Dersom det i utgangspunktet ikke skal være plassert vannkraner i nærheten av anleggene, må dette installeres.

SKJØTSEL FOR ØVRIG

På de ekstensive takene foreslår jeg at det gjødsles hvert

tredje år. På de hybride takene er mitt forslag at det gjødsles hvert annet år. Men jeg anbefaler også at skjøtselen kan variere avhengig av det som er aktuelt å forske på til en hver tid.

På de hybride takene, det vil si tak nr. 1, 2 og 4, foreslår jeg at det lukes for å få vekk uønsket vegetasjon. Etter som jeg har fått inntrykket av at ekstensive tak med sedum trenger svært lite vedlikehold, forutsetter jeg at det er lite eller ikke noe behov for lusing på de feltene hvor dette finnes.

MÅKING AV SNØ

Det kan være aktuelt å måle fordrøynings-effekten vegetasjonen har om vinteren på takene. Derfor foreslår jeg at det kan måkes snø i den grad at forskere og andre kommer seg fram på taket når det er behov.

BELYSNING

De grønne takene skal ikke belyses. Grunnen til det er at anlegget kun skal brukes på dagen i undervisnings- eller arbeidstiden.

OVERSIKTSSNITT OG TEKNISKE PRINSIPPSNITT

På de tekniske planene er det markert hvor ulike oversiktssnitt og tekniske prinsippssnitt er hentet fra.

DESIGNFORSLAG FOR TAK NR. 1



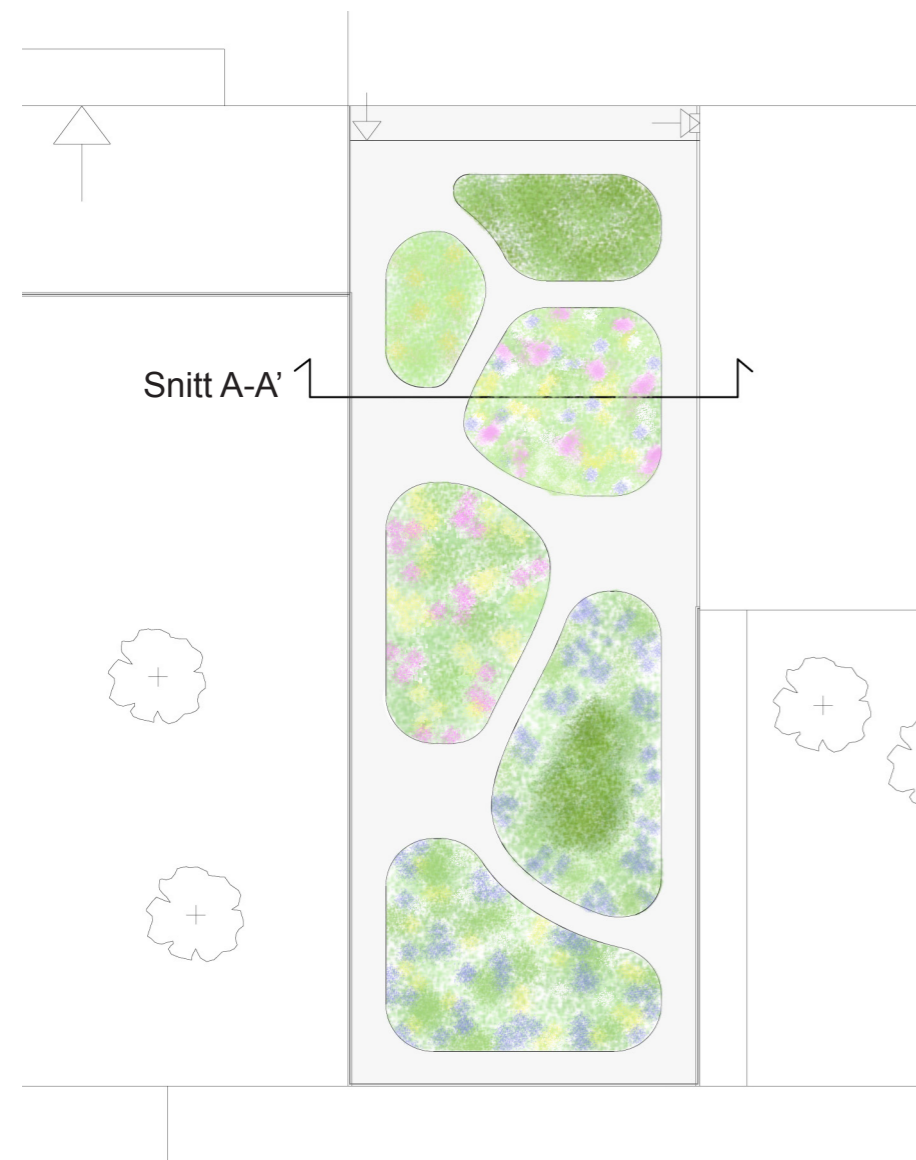
Mitt forslag til utforming av tak nr. 1 innebærer at det skal ha en overordnet utforming, og systemoppbygninger i feltene, som kan være spesielt interessant for landskapsarkitekter. For å vise at det finnes flere muligheter til design på det grønne taket, har jeg kommet fram til tre ulike utforminger. Denne skisseringen er overordnet, i og med at jeg vil detaljprosjekttere det forslaget jeg velger.

På disse forslagene er det en sti i ytterkanten av de vegeterte områdene av flere grunner. Denne løsningen gir mindre risiko for brannspredning, enn hvis vegetasjonen plasseres helt inntil kantene og veggene. Dessuten vil jeg tro at det vil være mindre forstyrrende for de som er inne i bygningene at de på taket ser innover mot anlegget enn utover og mot bygningene. Tilgjengeligheten vil også lette vedlikeholdet, i forhold til om feltene ligger inntil kantene på taket.

Jeg har valgt å detaljere forslag C. I forhold til forslag A er denne utformingen mer funksjonell på grunn av at det er lettere å komme seg rundt på et anlegg med avrundede hjørner. Mitt forslag er at hvert felt skal bestå av spesielt sammensatte plantesamfunn. Flere mindre felter gir flere forskningsmuligheter, enn få store felt. Derfor har jeg valgt forslag C framfor B.

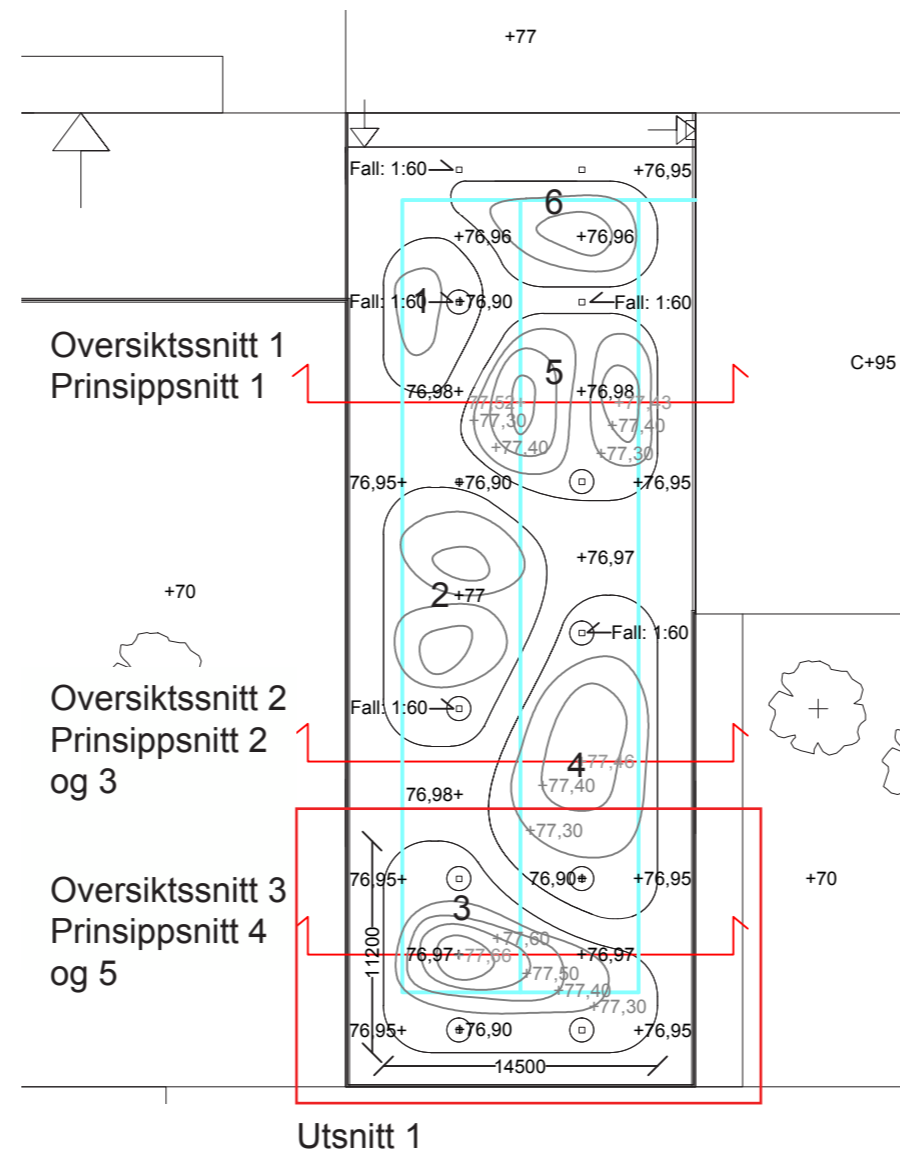
PROSJEKTERING AV TAK NR. 1

ILLUSTRASJONSPLAN



N
M:1:400

TEKNISK PLAN








N
M:1:400

FORKLARING

TILGJENGELIGHET OG SIKKERHET: Ved dette taket er det i bygningsprosjektet allerede planlagt innganger og nødutganger i bygningene (se piler på planer). Det er derimot ikke planlagt nøyaktig hvor inngangen på bygningen sørøst for taket skal være. Derfor har jeg plassert den der det var hensiktsmessig for denne oppgaven. For besøkende kan taket være tilgjengelig fra det åpne området i nordøst. For å hindre fall ned mot de grønne områdene på bakkeplan i sørøst og nordvest, og hindre at uvedkommende kommer inn fra nordøst, bør det settes opp gjerder i ytterkant av hele det aktuelle taket.

OPPBYGNINGER OG MATERIALER: I mitt forslag består taket av kuperte former i forskjellige høyder. For å få til høydene anbefaler jeg å bruke glasopor på grunn av dets stabiliserende evne. I feltene kan det være interessant å se hvordan glasoporlaget gir et balansert forhold mellom fordrøyning og drenering av vann. Stiene kan for eksempel bestå av belegningsstein i betong, og rekkverk av stål og glass.

TEGNFORKLARING

-  Belegningsstein i betong, 200x100x60 mm
-  Vegetasjon
-  Vanningsanlegg
- +77 Punkthøyde
- C+95 Takhøyde
-  Sluk, 300x300x300 mm
-  Sluk med 400 mm bred remse med småstein rundt

ILLUSTRASJONSSNITT



SNITT A-A'
M: 1:50

Dette snittet er hentet fra felt 5 sett mot nordøst, og viser at terrenget er kupert. Selve terrenget har en relativt svak helning, men plantene bidrar til å forsterke den kupert formen.

VEGETASJON PÅ TAK NR. 1

Feltene på tak nr. 1 kan for eksempel bestå av rødlistede arter fra kulturmark og fastmarksskog, samt planter som er vanlig å plante i hagen. På dette taket kan det være større fokus på estetikk i form av terrengformer og plantesammensetninger enn de andre takene. Vegetasjonen i forslaget består av kratt, bunndekker og stauder. Jeg foreslår at plantene på taket kan ha blå, hvite, gule og rosa blomster, og at disse fargene kan varieres fra felt til felt. På den måten blir det ikke altfor mange fargeinntrykk på ett og samme tak. På to av takene kan det for eksempel plantes kratt. Mitt forslag er at dette hentes fra Nordkogen like ved bygningen, for å bruke lokale plantearter.

Jeg har spesifisert foreslåtte plantearter i de feltene jeg har tegnet prinsippsett, det vil si felt 3-5.

Felt 1: Prydgress

Felt 2: Hageplanter

Felt 3: Kulturmark (K)

- *Alchemilla subglobosa* (10%)
- *Androsace septentrionalis* (20%)
- *Campanula cervicaria* (20%)
- *Crepsis praemorsa* (10%)
- *Galium sternerii* (20%)
- *Viola hirta* (20%)

Felt 4: Kratt, naturlig bunndekker og fastmarksskogmark (S)

- *Asarum europaeum* (25%)
- *Alchemilla subglobosa* (10%)

- *Campanula cervicaria* (40%)
- *Sorbus aria* (25%)

Felt 5: Fastmarksskogmark (S)

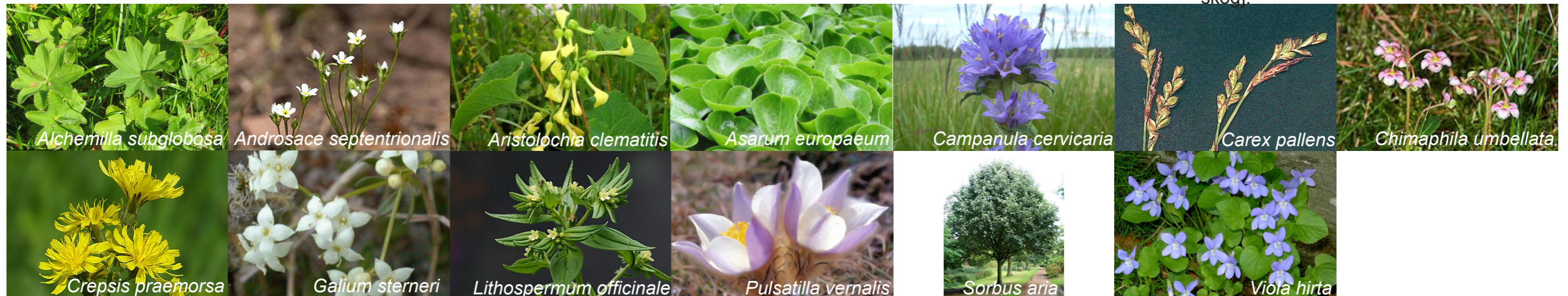
- *Aristolochia clematitidis* (10%)
- *Carex pallens* (30%)
- *Chimaphila umbellata* (20%)
- *Crepsis praemorsa* (10%)
- *Lithospermum officinale* (20%)
- *Pulsatilla vernalis* (10%)

Felt 6: Kratt og bunndekker

Naturtypebasens (u.å.) beskrivelse av ulike naturtyper:

Kulturmark: "Kulturmarkseng er engpregete, åpne eller tresatte økosystemer som er formet av ekstensiv ('tradisjonell') hevd (beite og slått, eventuelt også avsviing) gjennom lang tid, ofte hundrer av år. De inkluderer et stort artsmangfold fra mange organismegrupper."

Fastmarksskogsmark: "Dette omfatter alle fastmarksarealer som tilfredsstill skogsmarksdefinisjonen med unntak av flomskogsmark. [Skogsmark er skogbærende arealer og arealer som i nær fortid har båret og i nær framtid forventes å bære skog]."

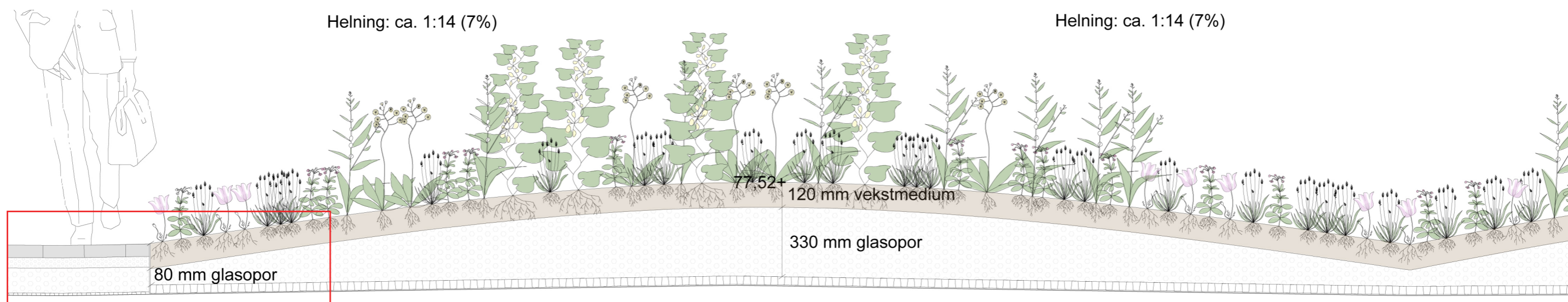


Illustrasjon nr. 82-94. Vegetasjonspalett for tak nr. 1.

PLANTELISTE FOR TAK NR. 1

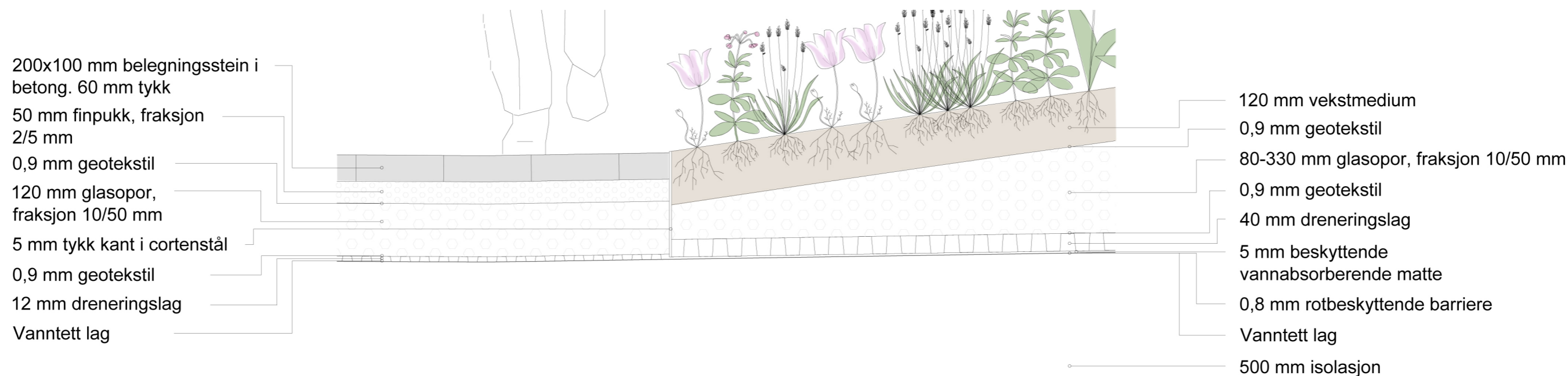
LATINSK NAVN	NORSK NAVN	KRAV TIL VOKSEPLASS	HØYDE	BLOMSTRINGSTID	KOMMENTAR	SKJØTSEL
KRATT						
<i>Sorbus aria</i>	Hvitasal	Fuktig/tørt, kalkholdig jord	6-12 m som tre	Mai-juni		Beskjæres når tykkelsen på kvistene er for eksempel 1 cm i diameter, slik at krattet ikke blir for belastende for taket
STAUDER						
<i>Alchemilla subglobosa</i>	Vollmarikåpe	Ganske vanlig	15-40 cm	Mai-juni		Slås en gang i året og fjernes
<i>Androsace septentrionalis</i>	Smånøkkel	Åpent, tørt, kalkholdig jord	5-30 cm	Mai-juni		Slås en gang i året og fjernes
<i>Aristolochia clematitis</i>	Pipeurt	Tørt, kalkholdig jord	30-110 cm	Juli-september		Slås en gang i året og fjernes
<i>Asarum europaeum</i>	Hasselurt	Skyggefullt	5-15 cm	Mai-juni	Krypende, danner bestand, finnes bl.a. i hekker	Slås en gang i året og fjernes
<i>Campanula cervicaria</i>	Stavklokke	Åpent, kalkholdig jord	40-90 cm	Juli-august	Finnes bl.a. i kratt	Slås en gang i året og fjernes
<i>Chimaphila umbellata</i>	Bittergrønn	Tørt, lite næring, halvskygge	10-25 cm	Juli-august	Vintergrønn	Slås en gang i året og fjernes
<i>Crepis praemorsa</i>	Enghaukeskjegg	Åpent, tørt, kalkholdig jord	20-70 cm	Mai-juli		Slås en gang i året og fjernes
<i>Galium sternerii</i>	Bakkemaure	Tørt, kalkholdig jord	8-15 cm	Juni-juli		Slås en gang i året og fjernes
<i>Lithospermum officinale</i>	Legesteinfrø	Tørt, kalkholdig jord	30-80 cm	Juni-juli		Slås en gang i året og fjernes
<i>Pulsatilla vernalis</i>	Mogop	Tørt, mager jord	5-20 cm	April-juni	Vintergrønn	Slås en gang i året og fjernes
<i>Viola hirta</i>	Lodnefiol	Åpent, tørt, kalkholdig jord	5-15 cm	April-mai		Slås en gang i året og fjernes
GRESSARTER						
<i>Carex pallens</i>	Åsstarr	Tørr, veldrenert jord	10-25 cm	Mai-juni		Slås en gang i året og fjernes

TEKNISKE PRINSIPPSNITT



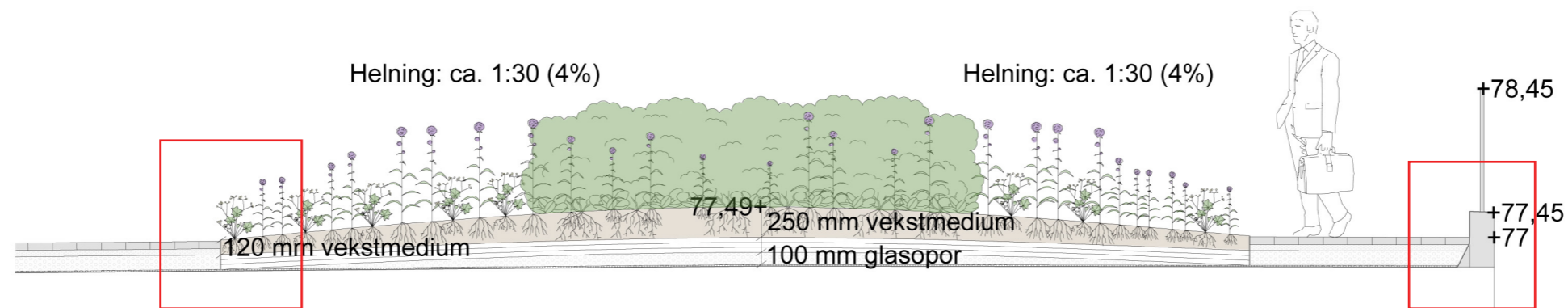
OVERSIKTSSNITT 1
M: 1:20

Dette snittet viser oppbygningen av felt 5. Vegetasjonen består av arter som er vanlig å finne i fastmarksskogmark. Vekstmediumets tykkelse i feltet er 120 mm. Glasoporlagets høyde varierer mellom 80 og 330 mm. Det markerte området viser hvor prinsippsnitt 1 er hentet fra.



PRINSIPPSNITT 1
M: 1:10

Snittet viser overgangen mellom stier med belegning og plantefelt. Mellom områdene er det en kant i cortenstål. Alle feltene på alle takene avgrenses fra stier med cortenstålscant. Belegningens overflate er relativt tett, og derfor er det meningen at overvann kan renne fra overflaten på belegningen og ned i plantefeltet. I dette feltet har jeg foreslått at for eksempel en tynn beskyttende vannabsorberende matte fra Zinco (Zinco Norge AS, u.å.c) kan testes ut, for å se om den bidrar til å balansere fuktigheten i systemet på en god måte. Et lag med geotekstil mellom finpukk og glasopor, glasopor og dreneringslag, og vekstmedium og glasopor er inkludert for å hindre blanding av partikler av ulik størrelse. Isolasjonstykkelsen har jeg fått informasjon om fra Lasse Brøgge (se side 69).



OVERSIKTSSNITT 2
M: 1:50

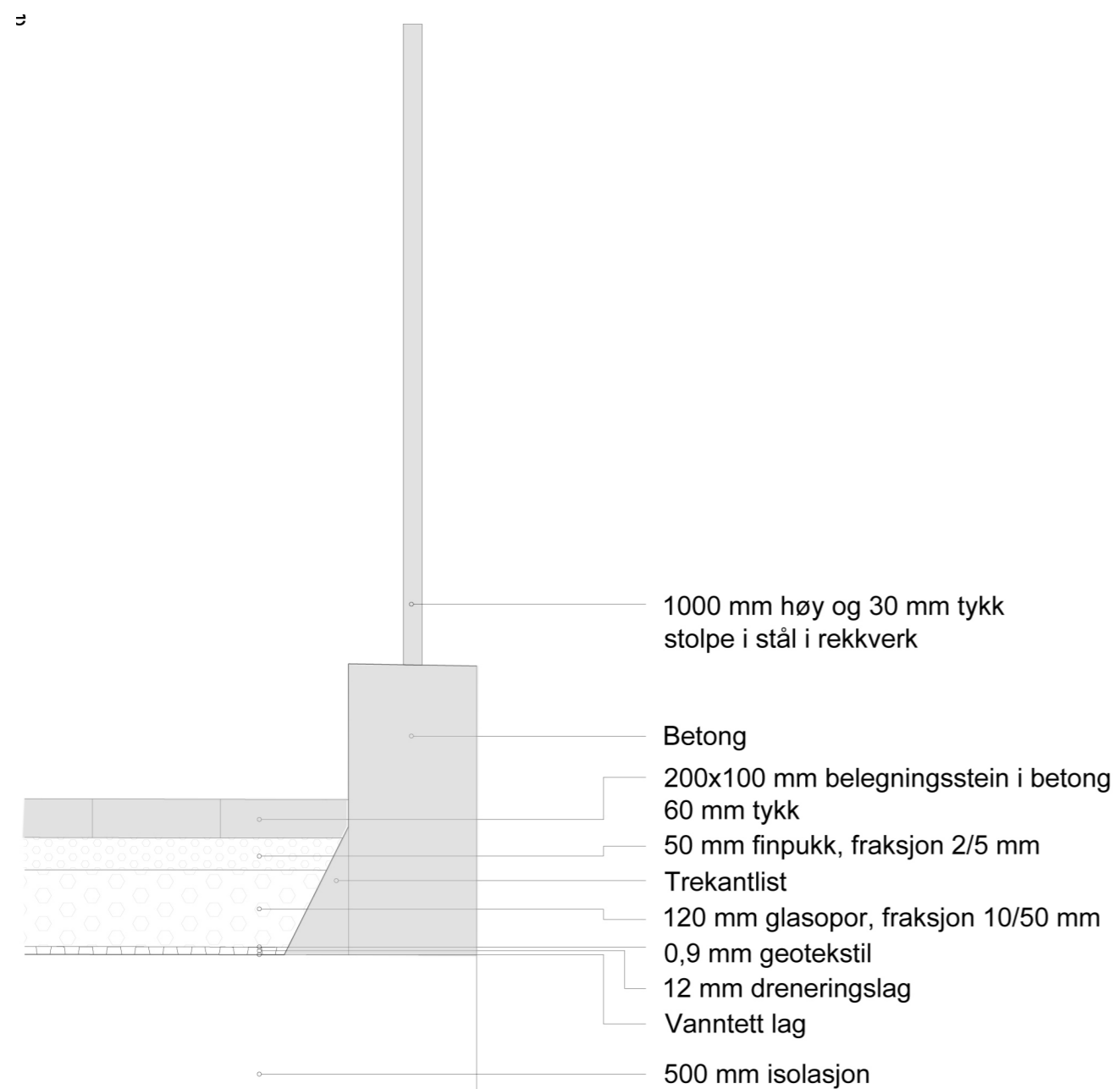
Dette snittet viser oppbygningen av felt 4. Vegetasjonen består av arter som vanligvis finnes i fastmarksskogmark. De markerte områdene viser hvor prinsippsnitt 2 og 3 er hentet fra.



PRINSIPPSNITT 2
M: 1:10

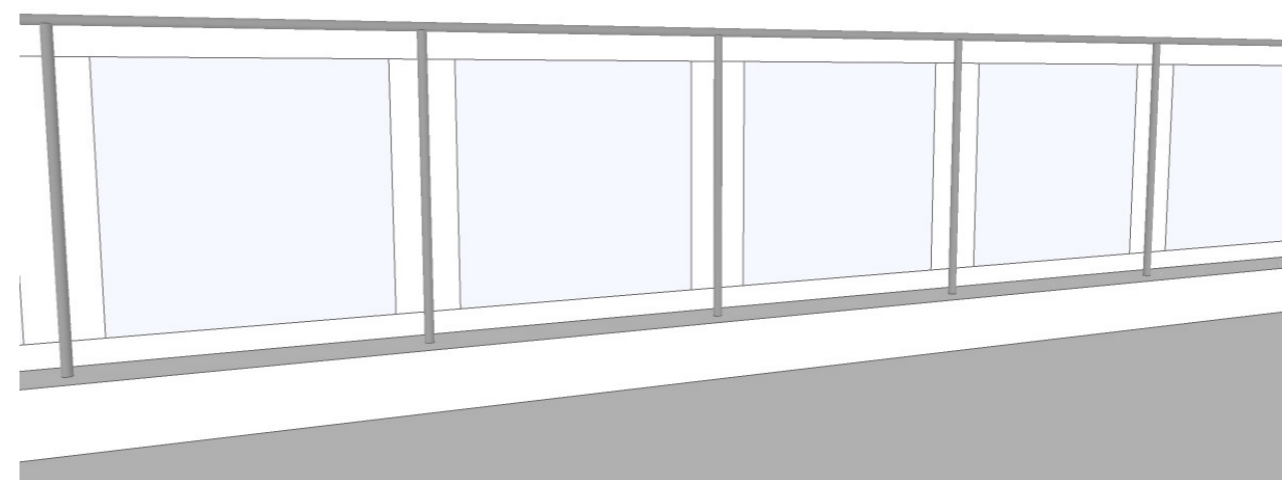
Dette feltet er bygget opp på en annen måte enn prinsippsnitt 1. Vekstmediumlaget varierer her mellom 120 og 250 mm i tykkelse, og det er størst tykkelse under krattet fordi røttene på det trenger en del plass i forhold til staudene. Samtidig er glasoporlaget tynnere, mens det inkluderes 3 vannabsorberende lag fra for eksempel Veg Tech (Veg Tech, 2012). Det kan være interessant å se hvordan plantene blir påvirket av at en del vann holdes tilbake i oppbygningen, det vil si om det vil hjelpe plantene fra å tørke ut, eller om det vil være et unødvendig ekstra lag. Jeg mener at det er unødvendig å ha en geotekstil under vekstmediet på grunn av at de vannabsorberende lagene vil holde vekstmediet unna dreneringselementet. Isolasjonstykkelsen har jeg fått informasjon om fra Lasse Brøgge (se side 69).

REKKVERK OG BELEGNING

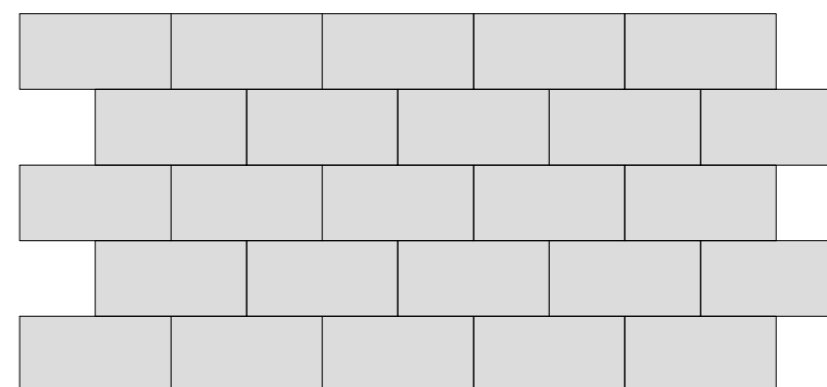


PRINSIPPSNITT 3
M: 1:10

Dette snittet viser et prinsipp for hvordan overgangen mellom takene og lavere nivåer utenfor takene kan gjøres. Isolasjonstykkelsen har jeg fått informasjon om fra Lasse Brøgge (se side 69).

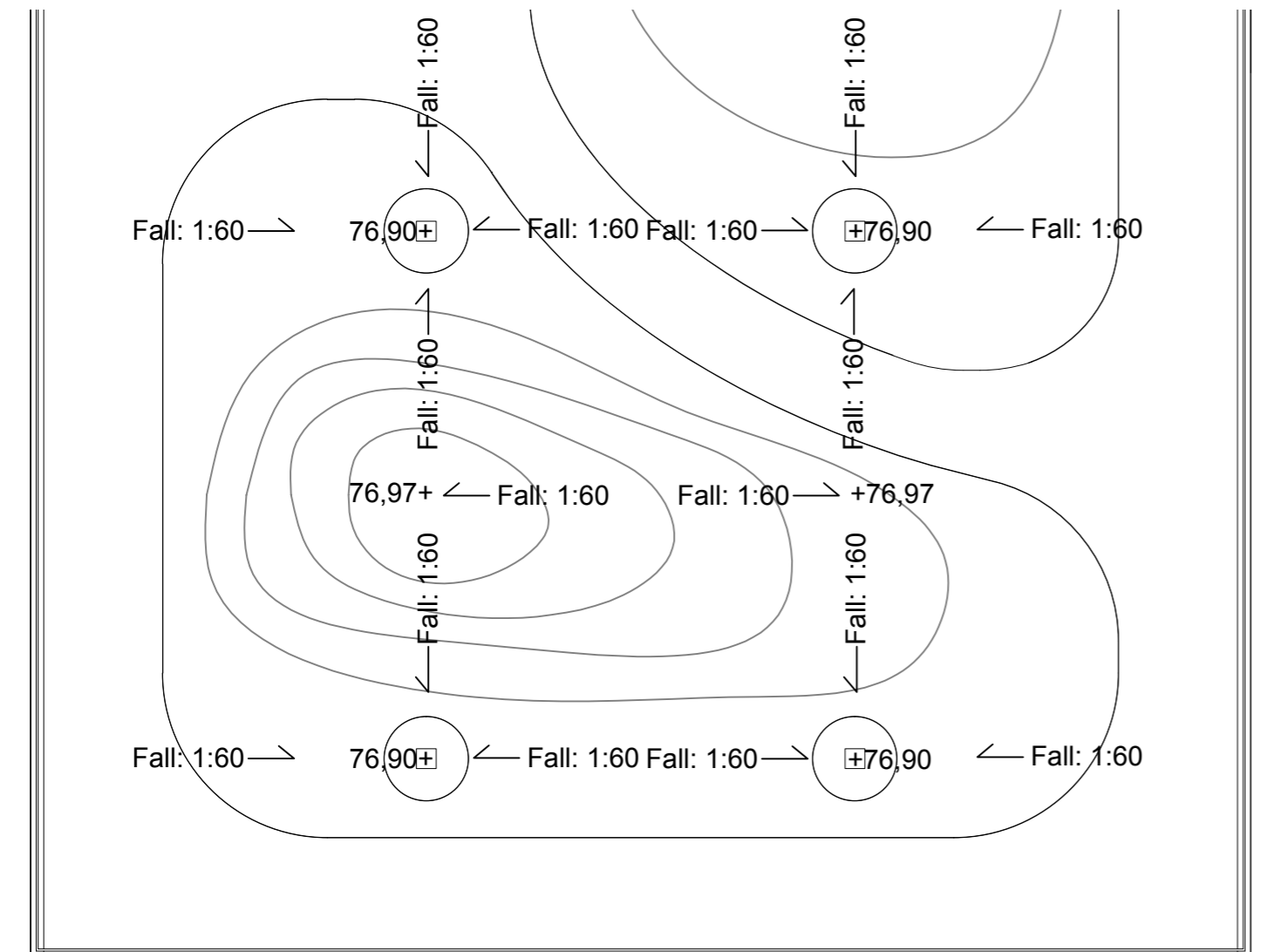


Illustrasjon nr. 95. Illustrasjon av rekkverk som kan brukes i anleggene. Min tanke er at det er viktig å ha noen åpninger i gjerdene, der noe av vinden kan komme gjennom, for å unngå vindvirvler. Glassene gjør at det vil være mulig for de som er inne i bygningene rundt å se på anlegget, noe som kan være positivt for dem.



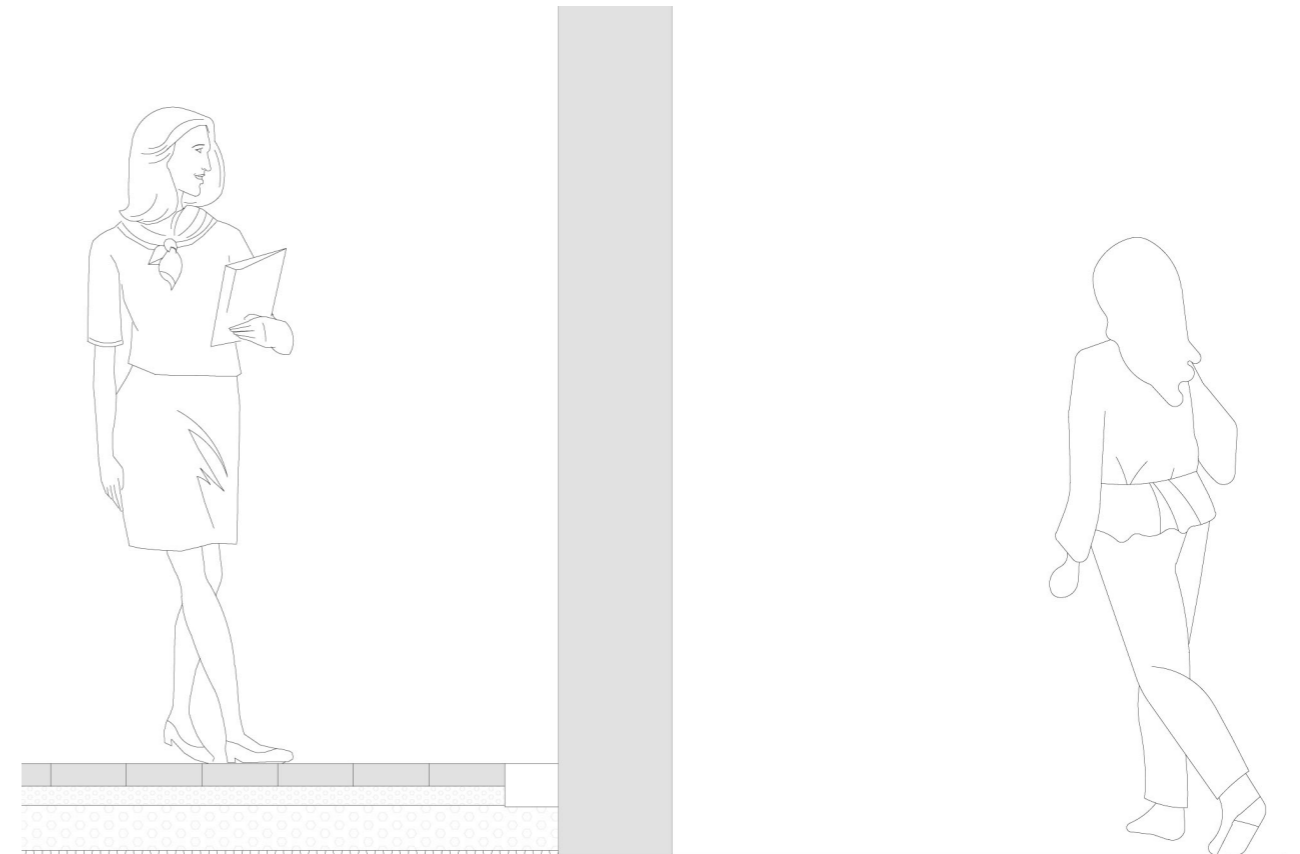
Illustrasjon nr. 96. Belegningsmønsteret i betong sett i plan. 200x100x60 mm. Dette mønsteret er også brukt på tak nr. 2.
M: 1:10

VANNETS VEI PÅ TAKET



UTSNITT 1
M: 1:100

Prinsipplan for regnvannets fallretning på takene. Utsnittet er hentet fra felt 3 på tak nr. 1. Punkthøydene er tatt ut ifra det vanntette laget på taket.



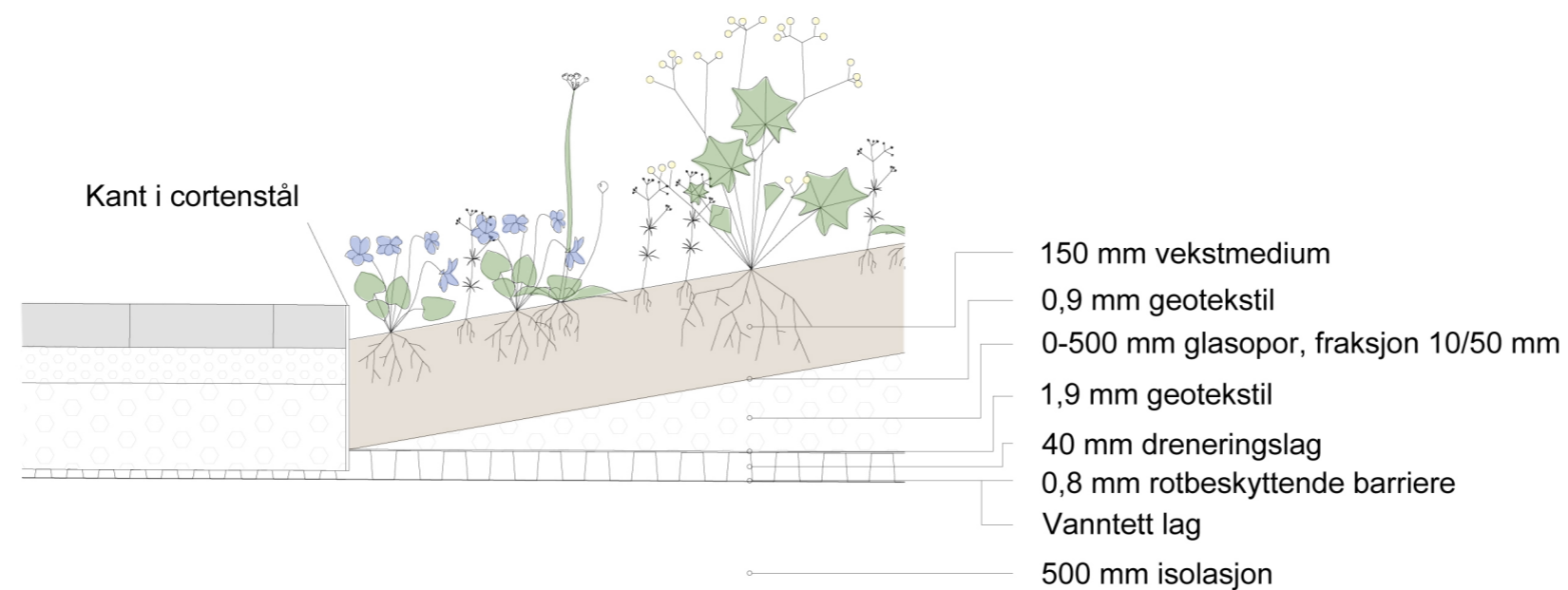
Snitt 1. Dette prinsippssnittet viser omtrent hvordan forholdet mellom gulvet inne i bygningen og ute på taket vil bli med mitt forslag. Forslaget innebærer at oppbygningen av dekket på taket får flere lag oppå den vanntette membranen på taket. Dette vil medføre at gulvet ute vil være på et høyere nivå enn gulvet inne (ca. 24 cm). Dette må tas hensyn til under prosjekteringen av bygningen og/eller det grønne taket, slik at ikke oppbygningen ute stenger for inngangsdører og nødutganger på bygningen.

M: 1:20



OVERSIKTSSNITT 3
M: 1:50

Dette snittet viser oppbygningen av felt 3. Vegetasjonen består av arter som trives på kulturmark. Som snittet viser er ikke det høyeste punktet i feltet midt på feltet, noe som skiller dette feltet fra felt 4 og 5. Oppbygningen gjør at feltet har ulike helninger på nordvest- og sørøst-siden. Det markerte området viser hvor prinsippsnitt 4 og 5 er hentet fra.



PRINSIPPSNITT 4
M: 1:10

Dette feltet har en annen tykkelse på vekstmediet enn felt 4 og 5. Mitt forslag er at det for eksempel her kan testes ut en geotekstil som er 1,9 mm tykk fra for eksempel Diadem (u.å.) mellom glasoporlaget og dreneringslaget, og ikke 0,9 mm som stort sett er foreslått i anlegget. I forslaget er glasoporlaget opptil 500 mm tykt. Isolasjonstykkelsen har jeg fått informasjon om fra Lasse Brøgge (se side 69).

ILLUSTRASJON AV TAK NR. 1



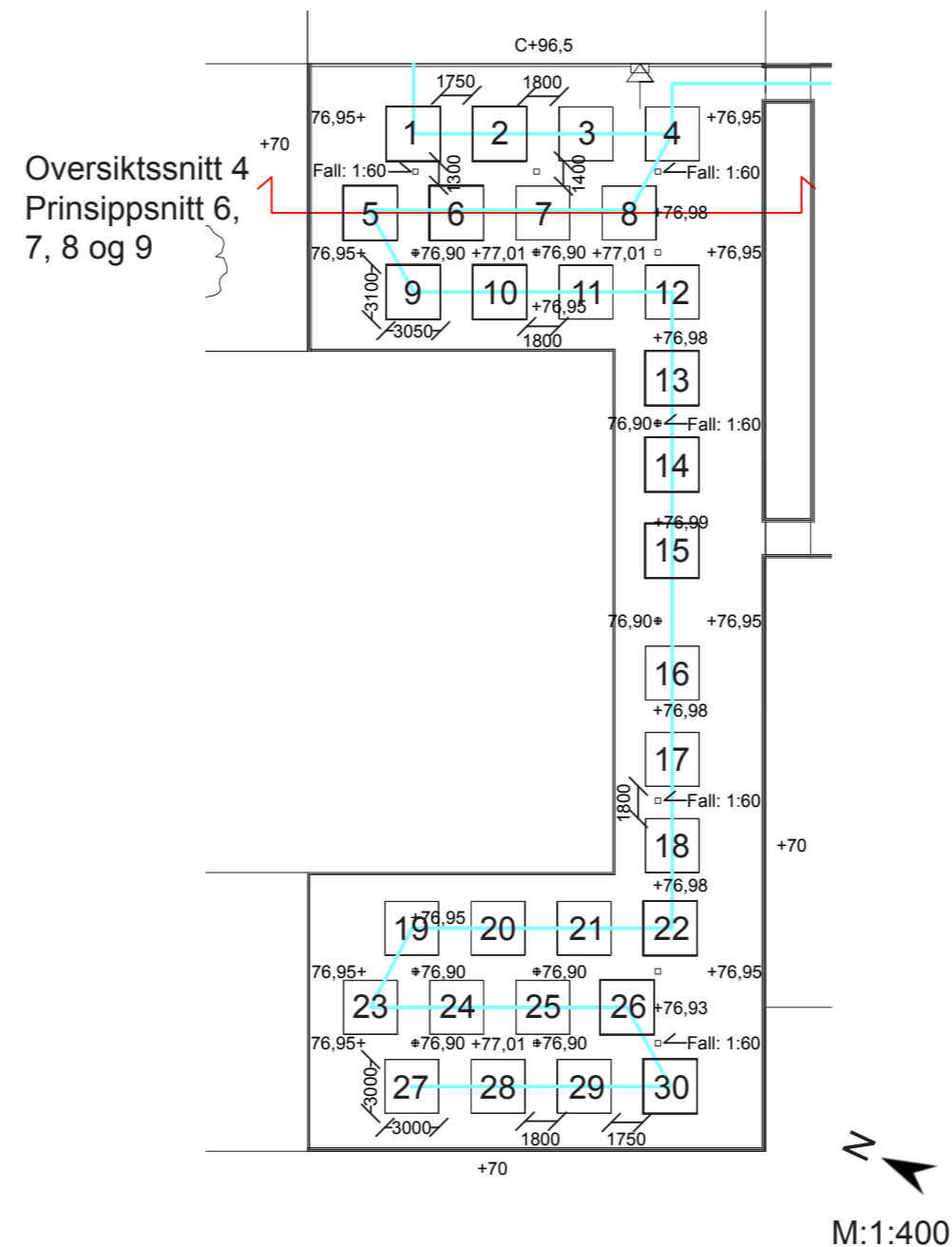
Illustrasjon nr. 97. Tak nr. 1 sett mot nordøst.

PROSJEKTERING AV TAK NR. 2

ILLUSTRASJONSPLAN



TEKNISK PLAN





FORKLARING

TILGJENGELIGHET OG SIKKERHET: Taket kan sannsynligvis være tilgjengelig fra bygningen i nordøst. Det er nødvendig å sikre taket mot fall med gjerder ned mot de lavere områdene i sørøst og nordvest. I tillegg bør forsøksområdet skilles fra områdene med plantekasser og belysning (se takplan side 61), med for eksempel gjerder.

OPPBYGNINGER OG MATERIALER: Mitt forslag er at dette taket kan bestå av moduler med hybride oppbygninger. Modulene er både flate og hellende. For å støtte opp de hellende modulene kan det for eksempel plasseres stolper i stål på to av sidene på modulene. Jeg foreslår at stolpene kan ha hakk, slik at det er mulig å stille inn ønsket helning. Det kan være aktuelt å teste ut moduler med helninger på 1:4 og 1:10. Det kan være interessant å studere forskjellen mellom hellende og flate felter som har lik oppbygning og samme artssammensetninger. Stiene kan for eksempel bestå av belegningsstein i betong.

TEGNFORKLARING

-  Belegningsstein i betong, 200x100x60 mm
-  Vegetasjon
-  Vanningsanlegg
- +77 Punkthøyde
- C+95 Takhøyde
- Sluk, 300x300x300 mm

ILLUSTRASJONSSNITT



SNITT B-B'
M: 1:100

Snittet viser felt 5, 6, 7 og 8 med flate og hellende moduler sett mot nordøst. Felt 5 og 7, og 7 og 8 har de samme oppbygningene og plantene, men det som skiller dem er at felt 5 og 6 er hellende, mens 7 og 8 er flate.

VEGETASJON PÅ TAK NR. 2

Feltene på tak nr. 2 kan for eksempel bestå av rødlistede arter fra åker, kunstmarkeng, konstruert fastmark og kulturmark. Jeg har spesifisert foreslåtte plantearter i de feltene jeg har tegnet prinsippsnitt, det vil si felt 5-8. Vegetasjonen i forslaget består av kratt, prydgress, bunndekkere og stauder.

Felt 1-4: Åker og kunstmarkeng (Å)

Felt 5: Konstruert fastmark (Ko)

- *Nepeta cataria* (20%)
- *Lappula myosotis* (20%)
- *Trifolium campestre* (40%)
- *Allium scorodoprasum* (20%)

Felt 6: Konstruert fastmark (Ko)

- *Hyssopus officinalis* (100%)

Felt 7: Konstruert fastmark (Ko)

- *Nepeta cataria* (20%)
- *Lappula myosotis* (20%)
- *Trifolium campestre* (40%)
- *Allium scorodoprasum* (20%)

Felt 8: Konstruert fastmark (Ko)

- *Hyssopus officinalis* (100%)

Felt 9-12: Konstruert fastmark (Ko)

Felt 13-18: Kulturmark (K)

Felt 19-30: Åker og kunstmarkeng (Å)

Naturtypebasens (u.å.) beskrivelse av ulike naturtyper:

Kulturmark: "Kulturmarkseng omfatter engpregete, åpne eller tresatte økosystemer som er formet gjennom ekstensiv ("tradisjonell") hevd (beite og slått, eventuelt også avsviing) gjennom lang tid, ofte hundrer av år. Artssammensetningen i kulturmarkseng indikerer at fôr- og matvekster ikke er tilsådd, og at arealene ikke har vært gjødslet eller sprøytet. Kulturmarksenger kan huse et stort mangfold av arter fra mange organismegrupper, særlig karplanter, sopp og insekter."

Konstruert fastmark: "Fastmarkssystemer som har oppstått ved fjerning eller vesentlig endring av den opprinnelige marka, eventuelt også erstatning av denne med ny mark med nye livsmiljøer. Det finnes et stort mangfold av konstruert mark, for eksempel steinbrudd, veganlegg, idrettsanlegg, boligområder og industriutbyggingsområder."

Åker og kunstmarkeng: "Åker og kunstmarkseng omfatter fastmarksarealer tilrettelagt for eller utsatt for et intensivt hevdregime. Størstedelen av arealene som tilhører denne hovedtypen er tilsådd eller tilplantet med kulturvekster, gjerne i monokultur (åker), gjødslet og sprøytet."

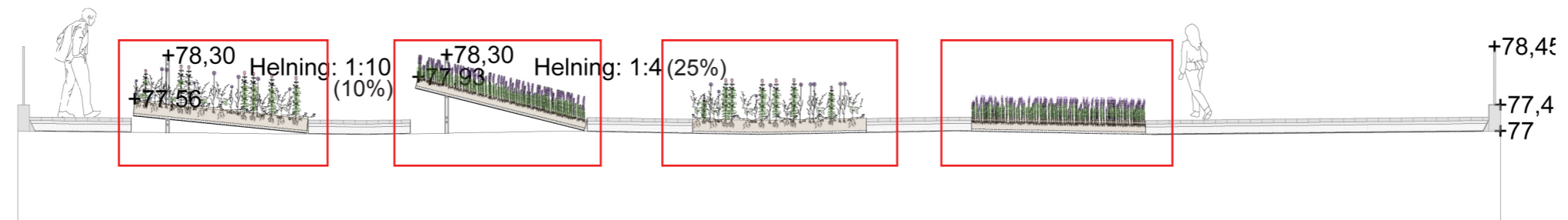


Illustrasjon nr. 98-102. Vegetasjonspalett for tak nr. 2.

PLANTELISTE FOR TAK NR. 2

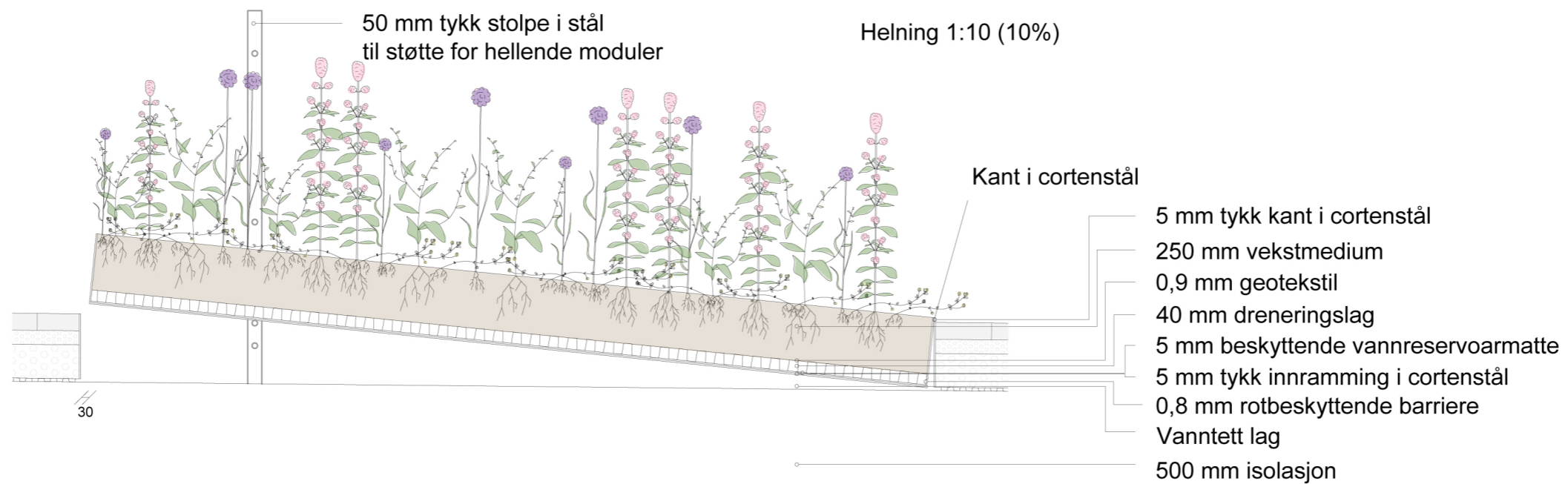
LATINSK NAVN	NORSK NAVN	KRAV TIL VOKSEPLASS	HØYDE	BLOMSTRINGSTID	SKJØTSEL
STAUDER					
<i>Allium scorodoprasum</i>	Bendelløk	Frisk moldjord	40-100 cm	Juli-august	Slås en gang i året og fjernes
<i>Hyssopus officinalis</i>	Isop	Trives i sol	20-50 cm	Juli-september	Slås en gang i året og fjernes
<i>Lappula myosotis</i>	Sprikepiggrø	Trives i sol, tørt, nitrogenrik jord. Ofte tilfeldig	10-40 cm	Juni-august	Slås en gang i året og fjernes
<i>Nepeta cataria</i>	Legekattemynte	Tørt, næringsrik jord	20-100 cm	Juli-september	Slås en gang i året og fjernes
<i>Trifolium campestre</i>	Krabbekløver	Åpent, tørt, litt næring	5-25 cm	August-september	Slås en gang i året og fjernes

TEKNISKE PRINSIPPSNITT



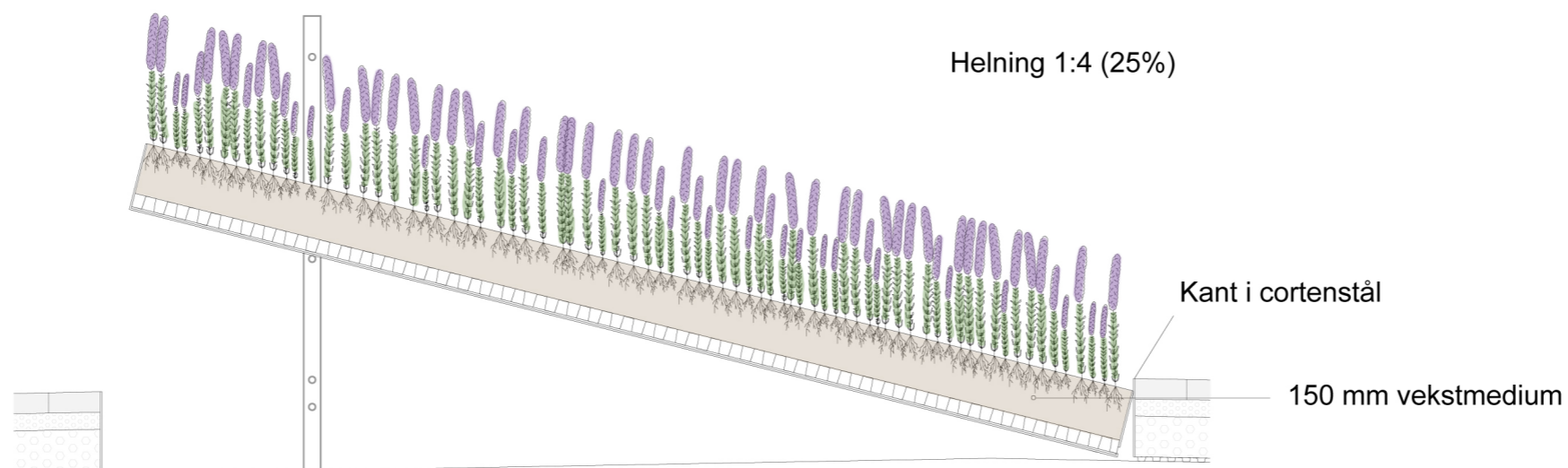
OVERSIKTSSNITT 4
M: 1:100

Snittet viser oppbygningen av felt 5, 6, 7 og 8. Vegetasjonen i de fire feltene består av arter som trives på konstruert fastmark. Felt 5 og 7 består av monokulturer, altså kun en planteart, mens de andre feltene inneholder plantesamfunn, med en blanding av arter. De markerte områdene viser hvor prinsippsnittene av feltene er hentet fra.



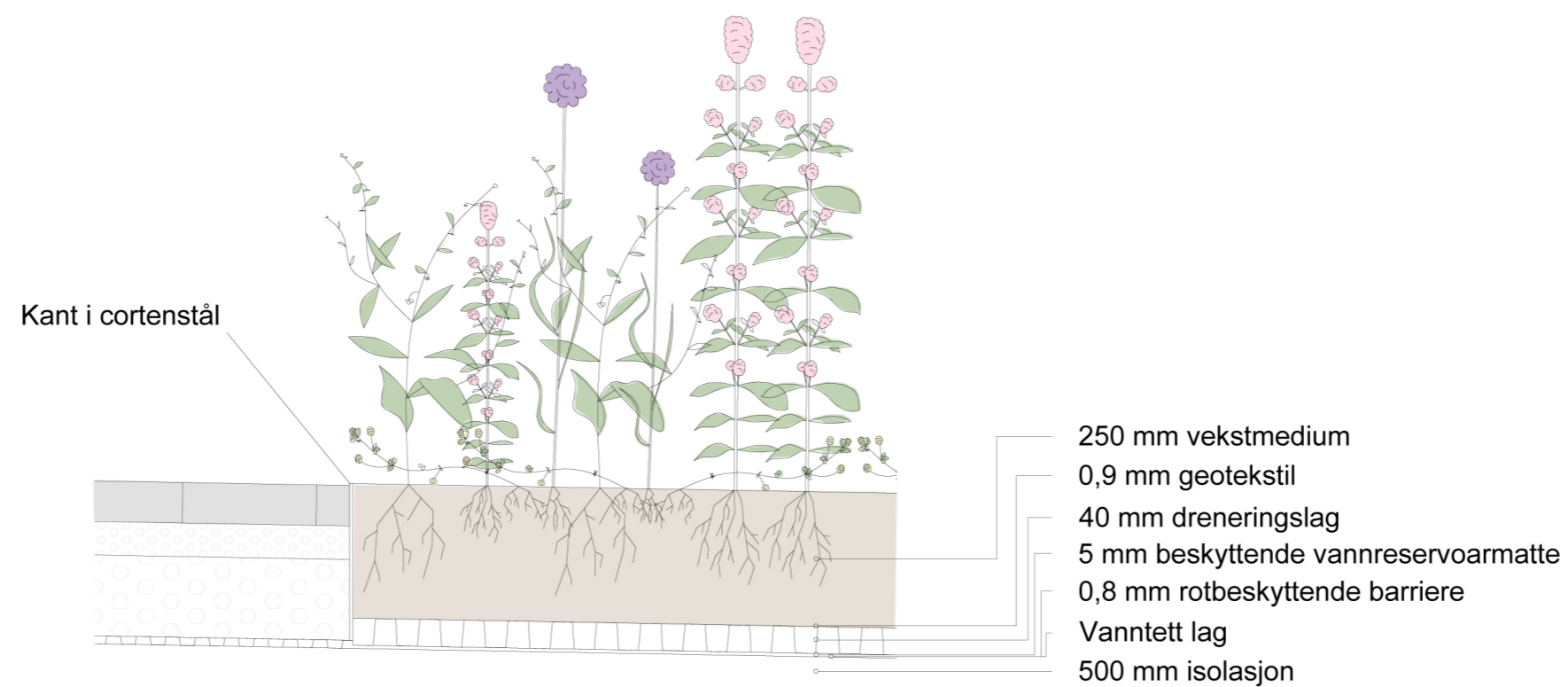
PRINSIPPSNITT 5
M: 1:20

Dette snittet viser oppbygningen av felt 5. Som snittet viser er modulen plassert i en beholder av cortenstål. En slik beholder er brukt i alle de andre hellende moduler på forsøks-takene. Slik som i felt 5 på tak nr. 1 har jeg i dette feltet foreslått at for eksempel en tynn beskyttende vannabsorberende matte fra Zinco (Zinco Norge AS, u.å.c) kan testes ut for å se om den bidrar til å balansere fuktigheten i systemet på en god måte. Isolasjonstykkelsen har jeg fått informasjon om fra Lasse Brøgge (se side 69).



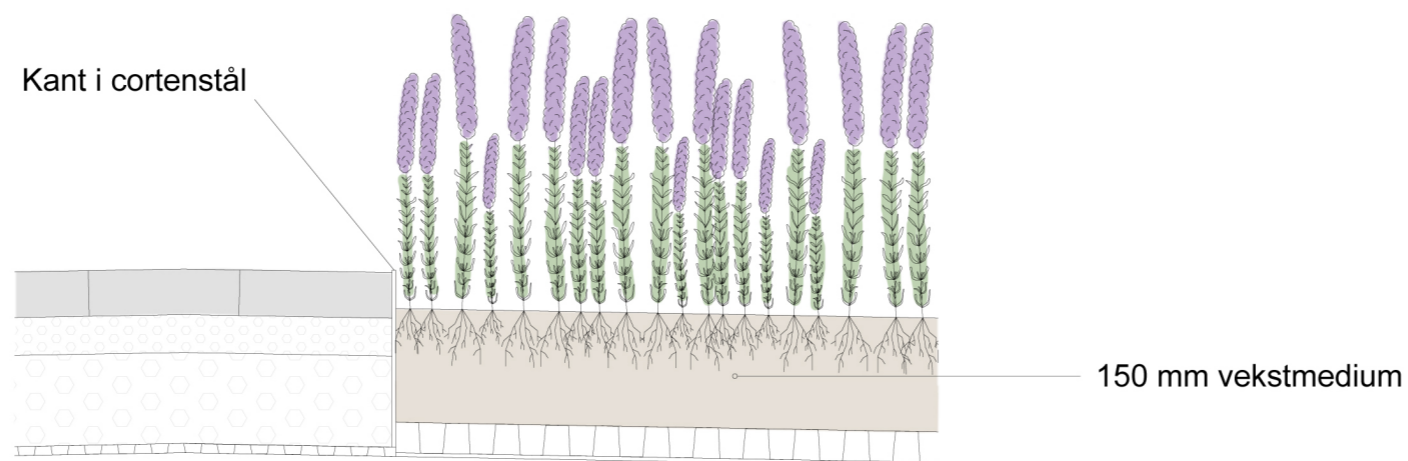
PRINSIPPSNITT 6
M: 1:20

Dette snittet viser oppbygningen av felt 6. Feltet har nesten samme oppbygning som felt 5, bortsett fra at dette feltet har et tynnere vekstmedium.



PRINSIPPSNITT 7
M: 1:10

Dette snittet viser oppbygningen av felt 7. Det er likt som felt 5, bortsett fra at dette feltet er flatt. Isolasjonstykkelser har jeg fått informasjon om fra Lasse Brøgge (se side 69).



PRINSIPPSNITT 8
M: 1:10

Dette snittet viser oppbygningen av felt 8. Feltet er likt som felt 6, bortsett fra at dette feltet er flatt.

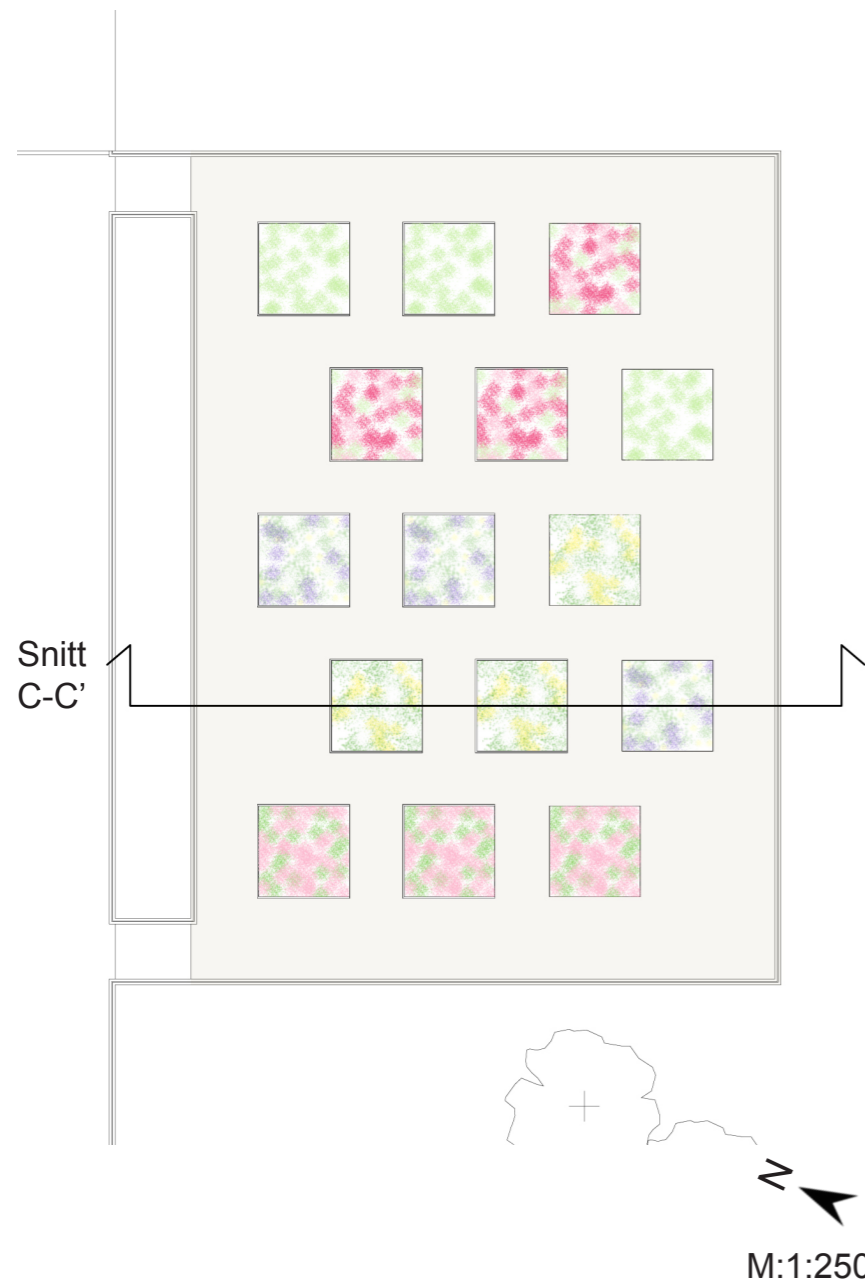
ILLUSTRASJON AV TAK NR. 2



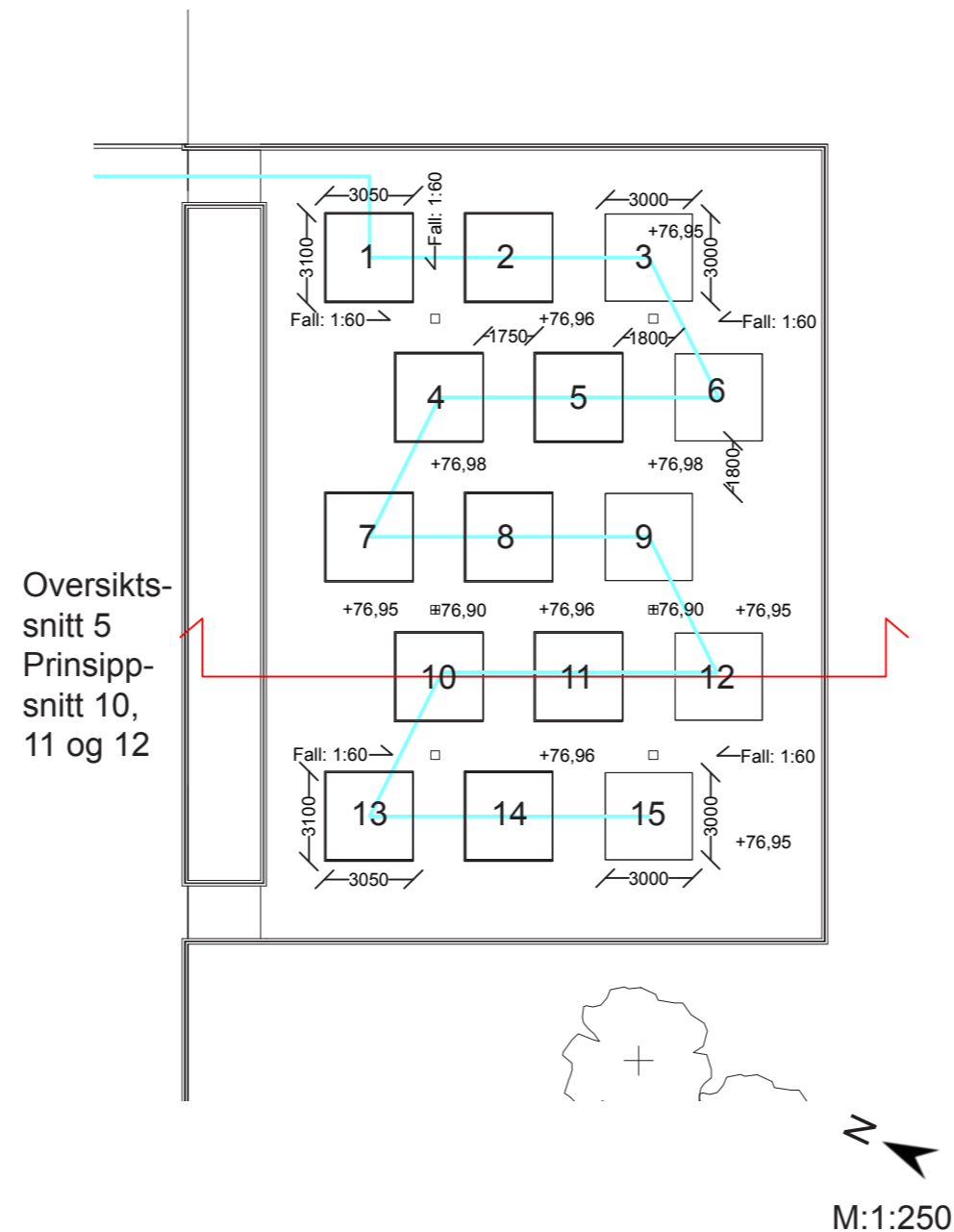
Illustrasjon nr. 103. Tak nr. 2 sett mot nord.

PROSJEKTERING AV TAK NR. 3

ILLUSTRASJONSPLAN



TEKNISK PLAN






FORKLARING

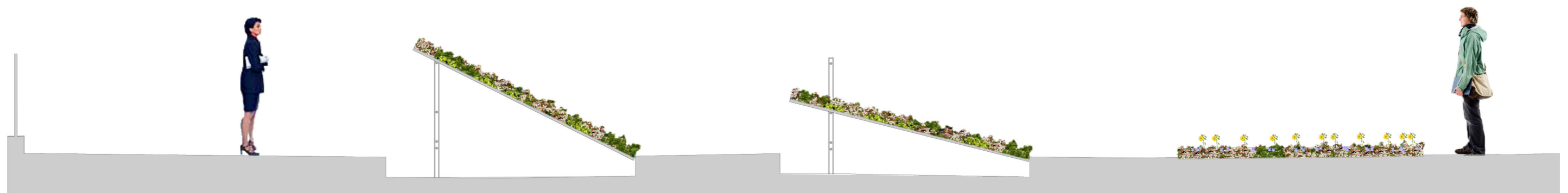
TILGJENGELIGHET OG SIKKERHET: Dette taket er i utgangspunktet ikke tilgjengelig for forsøksbruk. For å kunne oppholde seg på taket ser jeg for meg at det kan lages to broer mellom tak nr. 2 og nr. 3. Taket må sikres mot fall med gjerder rundt hele taket.

OPPBYGNINGER OG MATERIALER: Mitt forslag er at dette taket kan bestå av moduler med ekstensive oppbygninger. Modulene er både flate og hellende. Slik som på tak nr. 2 har jeg foreslått å støtte opp de hellende modulene med stolper i stål. Det kan være aktuelt å teste ut moduler med helninger på 1:2 og 1:4, på grunn av at det ikke er vekstmedium i modulene. Det kan være interessant å studere forskjellen mellom hellende og flate felter som har lik oppbygning og samme artssammensetninger. Stiene kan for eksempel bestå av terrassebord i furu.

TEGNFORKLARING

-  Terrassebord, 98x22 mm
-  Vegetasjon
-  Vanningsanlegg
- +77 Punkthøyde
- C+95 Takhøyde
- Sluk, 300x300x300 mm

ILLUSTRASJONSSNITT



SNITT C-C'
M: 1:100

Snittet viser felt 10, 11 og 12 med flate og hellende moduler sett mot nordøst. Felt 10 og 11 er like, bortsett fra at de har ulik helning.

VEGETASJON PÅ TAK NR. 3

Feltene på tak nr. 3 kan for eksempel bestå av sedum, mose, stauder som er rødlistet og andre stauder. Jeg har spesifisert foreslåtte plantearter i de feltene jeg har tegnet prinsippsnitt, det vil si felt 10-12. Feltene i prinsippsnittene er ikke rødlistet.

Felt 1: Sedum-mose-staude

Felt 2: Sedum-mose-staude

Felt 3: Sedum-mose

Felt 4: Sedum-mose

Felt 5: Sedum-mose

Felt 6: Sedum-mose-staude

Felt 7: Sedum-staude

Felt 8: Sedum-staude

Felt 9: Sedum

Felt 10: Sedum

- Sedum acre (30%)
- Sedum album (40%)
- Sedum annuum (30%)

Felt 11: Sedum

- Sedum acre (30%)
- Sedum album (40%)
- Sedum annuum (30%)

Felt 12: Sedum-staude

- Viola hirta (40%)
- Helianthemum nummularium (20%)
- Sedum album (40%)

Felt 13: Sedum-mose-staude

Felt 14: Sedum-mose-staude

Felt 15: Sedum-mose-staude

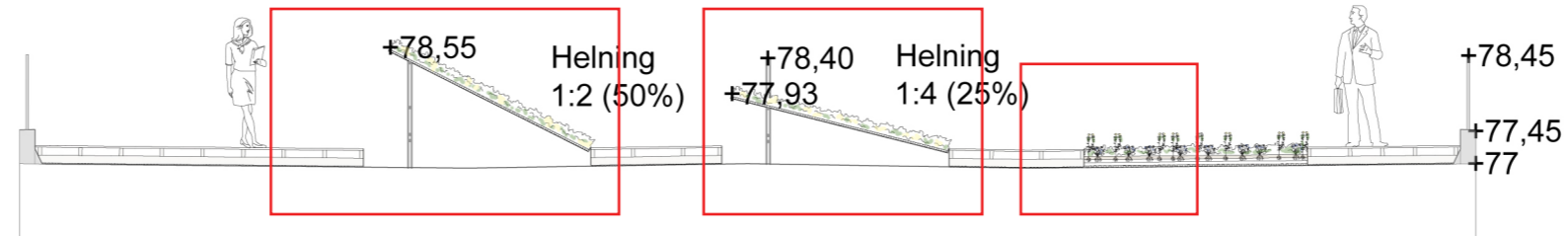


Illustrasjon nr. 104 - 108. Vegetasjonspalett for tak nr. 3.

PLANTELISTE FOR TAK NR. 3

LATINSK NAVN	NORSK NAVN	KRAV TIL VOKSEPLASS	HØYDE	BLOMSTRINGSTID	KOMMENTAR	SKJØTSEL
SEDUM						
<i>Sedum acre</i>	Bitterbergknapp	Åpent, tørt, kalkholdig jord	3-12 cm	Juni-juli	Sedum tåler vind godt (Sundby, e-post, 07.05.12)	Kan trenge vanning i tørre periode pga. helningen i felt 10 og 11 (Scandinavian Green Roof Association, u.å.)
<i>Sedum album</i>	Hvitbergknapp	Åpent, tørt, kalkholdig jord	5-15 cm	Juni-august		
<i>Sedum annuum</i>	Småbergknapp	Åpent, tørt, tynt jorddekke	3-10 cm	Mai-juli	Blir rød til rødbrun om vinteren (Cantor, 2008)	Se beskrivelse over
STAUDER						
<i>Helianthemum nummularium</i>	Solrose	Åpent, tørt	10-30 cm	Juni-juli		
<i>Viola hirta</i>	Lodnefiol	Åpent, tørt, kalkholdig jord	5-15 cm	April-mai		Slås en gang i året

TEKNISKE PRINSIPPSNITT



OVERSIKTSSNITT 5
M: 1:100

Dette snittet viser oppbygningen til felt 10, 11 og 12. Felt 10 og 11 består kun av sedumarter, mens felt 12 består av sedum og stauder. Det kan være aktuelt å teste like felter med ulike helninger for å finne ut hvilke som gjør at plantene holder seg på plass og ikke. De markerte områdene viser hvor prinsippsnitt 9, 10 og 11 er hentet fra.

- 22x98 mm terrassebord i furu
- 5 mm mellomrom
- Royalbehandlet, brunt fargepigment
- 45x105 mm trebjelke i furu
- Royalbehandlet, brunt fargepigment
- 45x105 mm trebjelke i furu
- Royalbehandlet, brunt fargepigment
- 12 mm dreneringslag
- Vann tett lag

Kant i cortenstål

50 mm tykk stolpe i stål
til støtte for hellende moduler

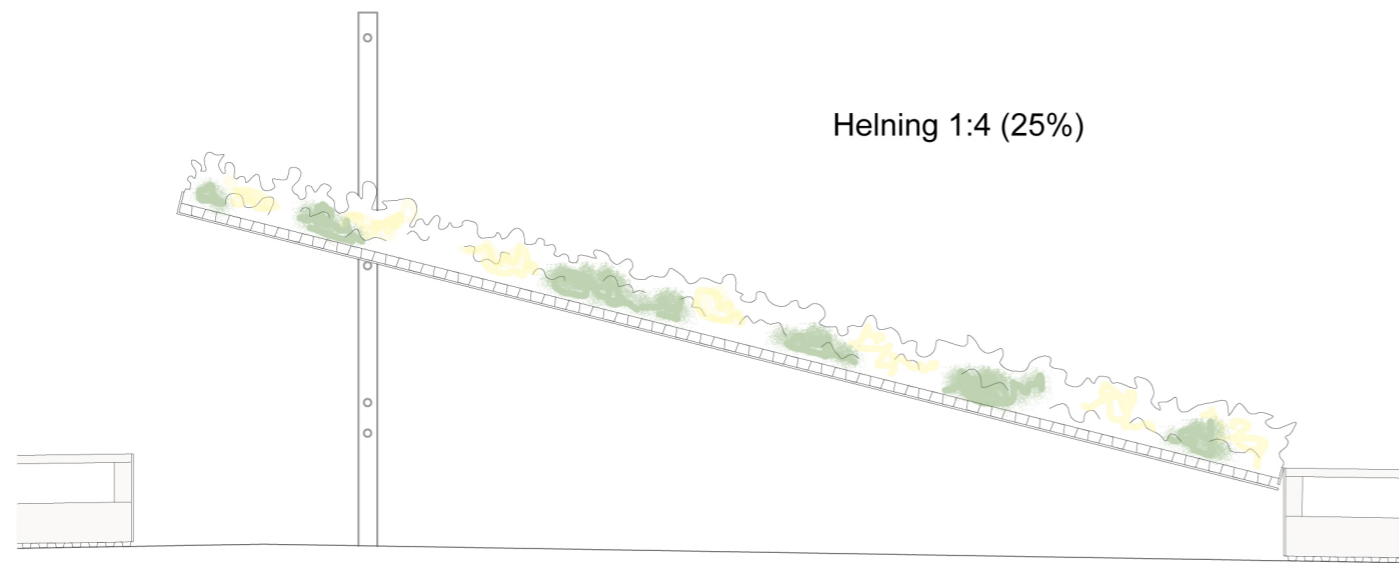
Helning 1:2 (50%)

25 mm dreneringslag

5 mm innramming
i cortenstål

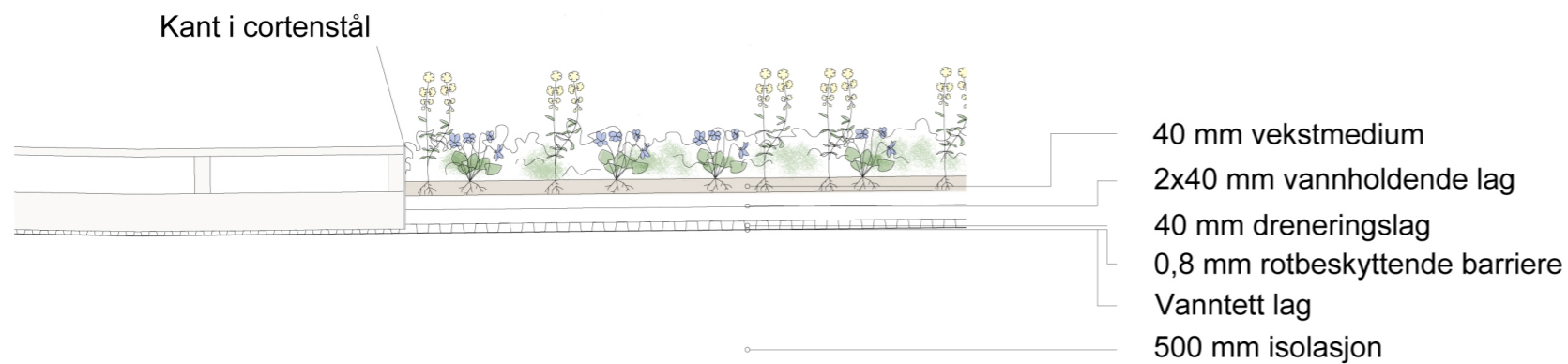
PRINSIPPSNITT 9
M: 1:20

Dette snittet viser oppbygningen av felt 10 og hvordan feltet møter oppbygningen av terrassebordet på taket. I dette feltet kan det for eksempel testes ut om vegetasjonen trenger vekstmedium eller ikke. Derfor er ikke vekstmedium eller geotekstil inkludert i feltet. Feltet har en helning på 1:2.



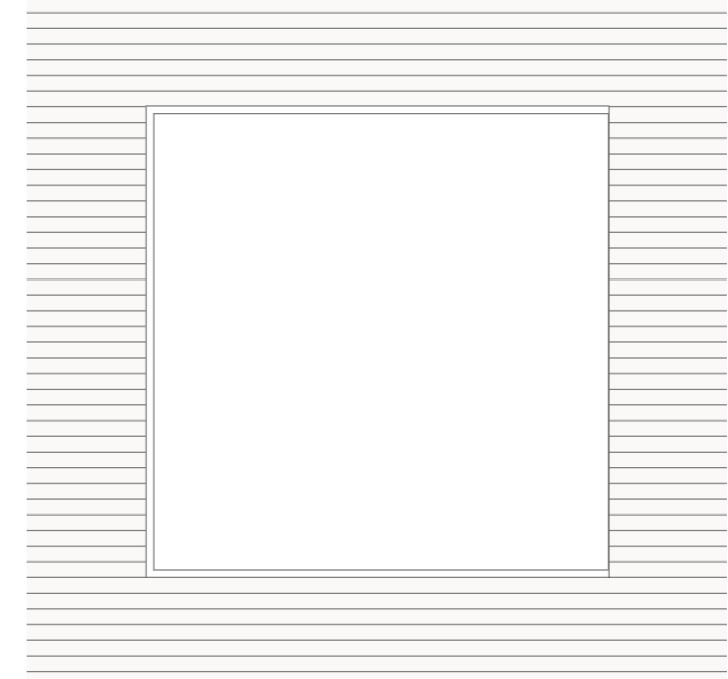
PRINSIPPSNITT 10
M: 1:20

Feltet har den samme oppbygningen som feltet i prinsippsnitt 9. Det eneste som skiller dem er at helningen på dette feltet er 1:4.



PRINSIPPSNITT 11
M: 1:20

Dette feltet skiller seg fra felt 10 og 11 ved at det har vekstmedium og to vannabsorberende lag fra for eksempel Veg Tech (Veg Tech, 2012) i oppbygningen. I dette feltet kan det forskes på om vekstmediumtykkelsen er passe og om det er nyttig at plantene får ekstra fuktighet fra det vannabsorberende laget. Isolasjonstykkelsen har jeg fått informasjon om fra Lasse Brøgge (se side 69).



Illustrasjon nr. 109. Illustrasjonen viser prinsipp for hvordan terrassebordet møter et hellende plantefelt i plan. Dette mønsteret er også brukt på tak nr. 4.
M: 1:50

ILLUSTRASJON AV TAK NR. 3



Illustrasjon nr. 110. Tak nr. 3 sett mot nord.

PROSJEKTERING AV TAK NR. 4

ILLUSTRASJONSPLAN

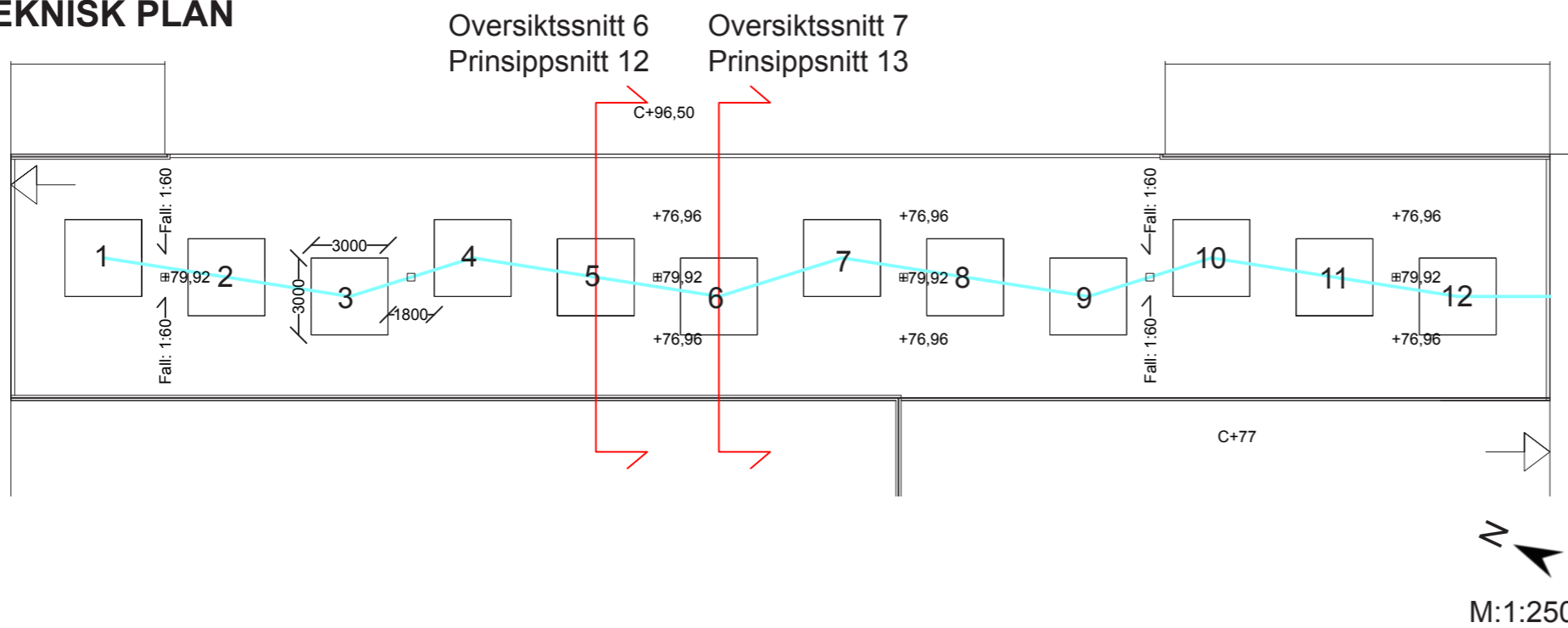


FORKLARING





TILGJENGELIGHET OG SIKKERHET: Taket vil sannsynligvis være best tilgjengelig fra bygningen i sørøst, på grunn av at det skal foregå hundelufting på taket rett sørøst for dette anlegget. Ellers kan det også være mulig å komme til taket gjennom bygningen i nordvest. Taket må sikres mot fall med gjerder mot nordøst og sørvest. Dessuten vil det være hensiktsmessig å avgrense anlegget mot området for hundelufting med et gjerde eller lignende.

OPPBYGNINGER OG MATERIALER: Mitt forslag at også dette taket kan bestå av moduler. Jeg har foreslått at disse feltene er flate. Stiene kan for eksempel bestå av terrassebord i furu.

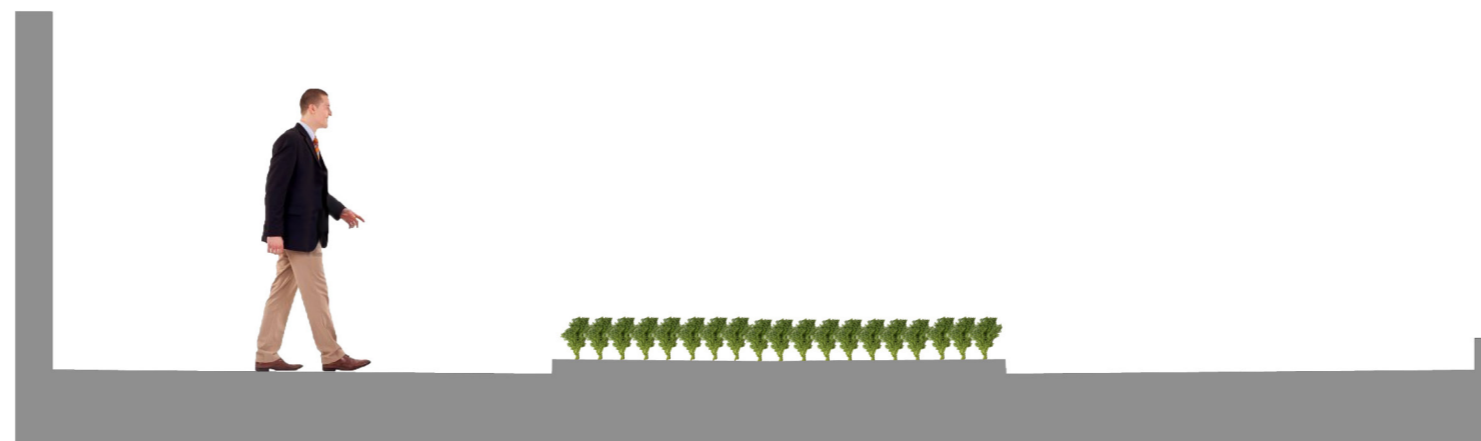
TEKNISK PLAN



TEGNFORKLARING

-  Terrassebord, 98x22 mm
-  Vegetasjon
-  Vanningsanlegg
- +77 Punkthøyde
- C+95 Takhøyde
-  Sluk, 300x300x300 mm

ILLUSTRASJONSSNITT



SNITT D-D'
M: 1:50

Dette snittet viser felt 5 sett mot sørøst. Feltene på dette taket skiller seg fra feltene på de andre takene ved at det er foreslått matdyrking i dem.

VEGETASJON PÅ TAK NR. 4

Feltene på tak nr. 4 kan for eksempel bestå av forskjellige typer grønnsaker og bær. Jeg har spesifisert foreslåtte plantearter i de feltene jeg har tegnet prinsippsnitt, det vil si felt 5 og 6. Ifølge mesterhagen.no, en nettside for dyrking av grønnsaker, anbefales det at planteartene i hvert felt byttes ut med andre plantearter for eksempel hvert andre år, slik at risikoen for sykdommer reduseres (Mesterhagen, u.å.). Mitt forslag er at dette gjennomføres på dette taket.

Felt 1: Grønnsaker

Felt 2: Grønnsaker

Felt 3: Grønnsaker

Felt 4: Grønnsaker

Felt 5: Grønnsaker

- *Daucus carota*

Felt 6: Bær

- *Fragaria x ananassa*

Felt 7: Bær

Felt 8: Bær

Felt 9: Bær

Felt 10: Bær

Felt 11: Bær

Felt 12: Bær

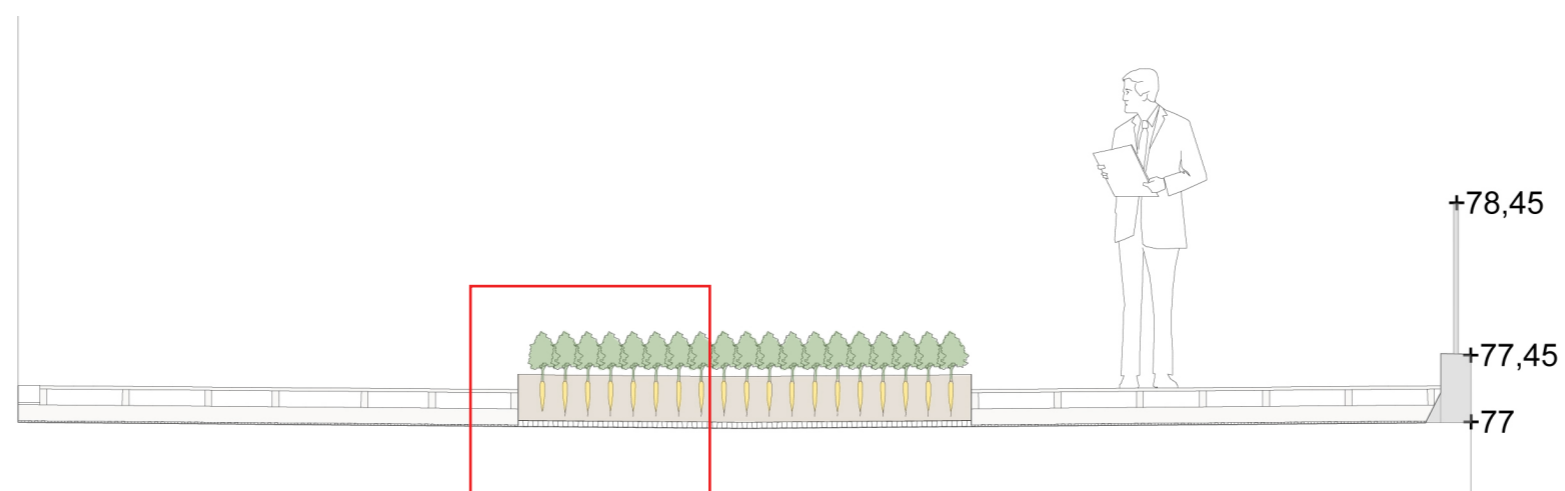


Illustrasjon nr. 111-112. Vegetasjonspalett for tak nr. 3.

PLANTELISTE FOR TAK NR. 4

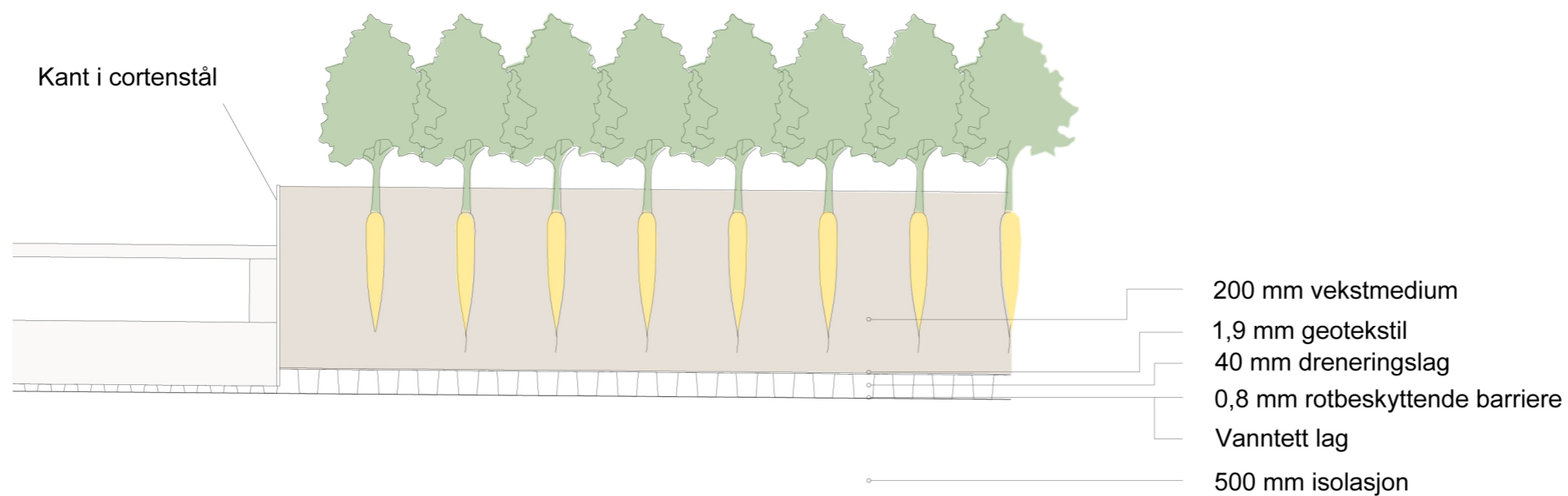
LATINSK NAVN	NORSK NAVN	KRAV TIL VOKSEPLASS	HØYDE	INNHØSTINGSTID	KOMMENTAR	SKJØTSEL
GRØNNSAKER <i>Daucus carota</i>	Villgulrot	Åpent, tørt, næringsrikt	30-80 cm	Juli-oktober		Lukes slik at plantene får nok lys (Mesterhagen, u.å.)
BÆR <i>Fragaria x ananassa</i>	Hagejordbær	Ofte forvillet	15-40 cm	Juli	Det legges nett over plantene for å unngå at fugler spiser modne bær (Mesterhagen, u.å.)	Plantene fornyes hvert tredje til fjerde år på grunn av plantenes reduksjon i produktivitet (Mesterhagen, u.å.)

TEKNISKE PRINSIPPSNITT



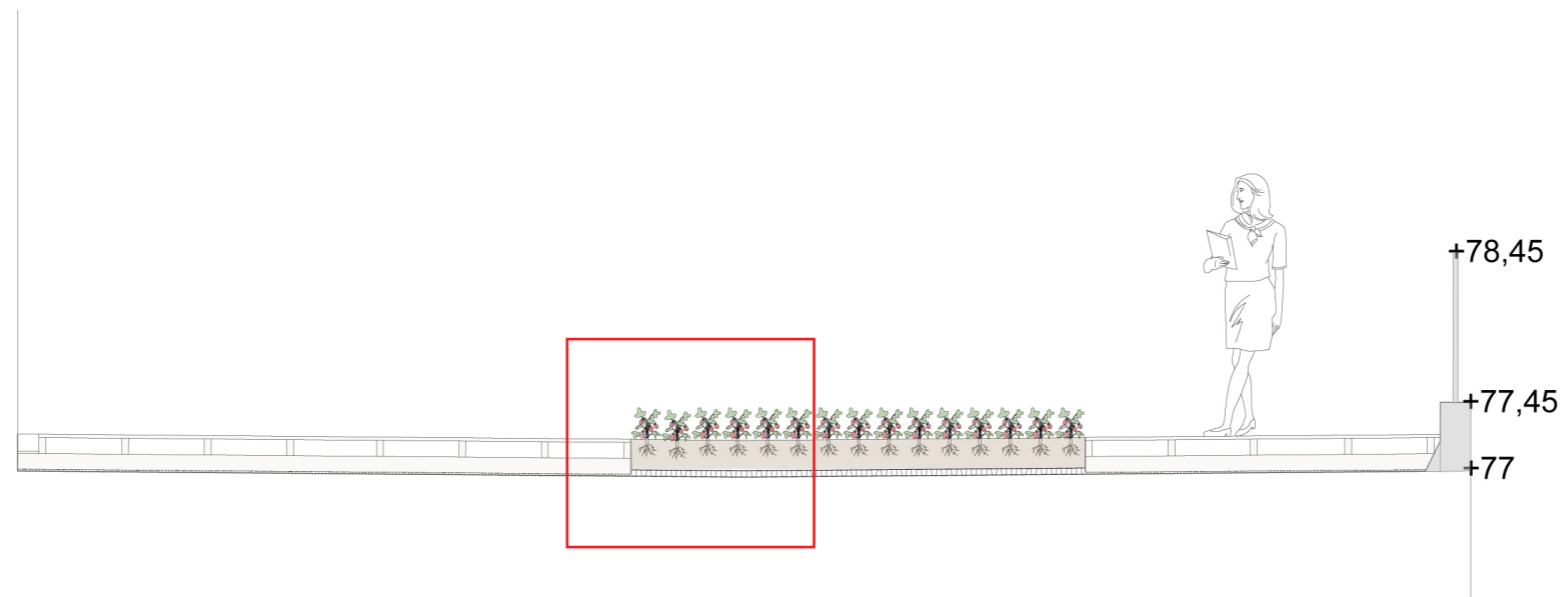
OVERSIKTSSNITT 6
M: 1:50

Dette snittet viser oppbygningen til felt 5. I dette feltet kan det for eksempel dyrkes gulrøtter. Det markerte området viser hvor prinsippssnitt 12 er hentet fra.



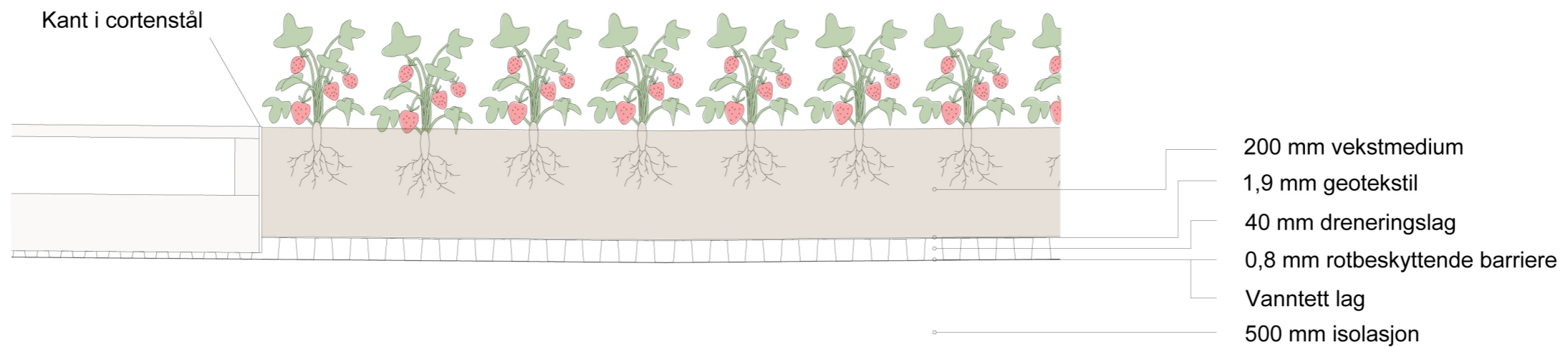
PRINSIPPSNITT 12
M: 1:10

Dette snittet viser nærmere oppbygningen av felt 5. Slik som i felt 3 på tak nr. 1, har jeg foreslått at det i dette feltet kan testes ut en geotekstil som er 1,9 mm tykk fra for eksempel Daidem (u.å.) for å se om det gir en annen effekt enn en 0,9 mm tykk geotekstil, som ellers er foreslått i de fleste feltene på takene. Isolasjonstykkelsen har jeg fått informasjon om fra Lasse Brøgge (se side 69).



OVERSIKTSSNITT 7
M: 1:50

Dette snittet viser oppbygningen av felt 6. I dette feltet kan det for eksempel dyrkes hagejordbær. Det markerte området viser hvor prinsippsnitt 13 er hentet fra.



PRINSIPPSNITT 13
M: 1:10

Dette snittet viser nærmere oppbygningen av felt 6 der det for eksempel kan dyrkes hagejordbær. Dette feltet har samme oppbygning som felt 5. Også her kan det testes ut en geotekstil med en tykkelse på 1,9 mm. Isolasjonstykkelsen har jeg fått informasjon om fra Lasse Brøgge (se side 69).

ILLUSTRASJONER AV TAK NR. 4



Illustrasjon nr. 113. Tak nr. 4 sett mot nordvest. Hundeluftingsområdet er planlagt til venstre for taket.

GROV VEKTBEREGNING

TAK NR. 4

MATERIALE	VEKT	AREAL	VEKT
Vegetasjon; stauder	ca. 10 kg/m ² , vannmettet	453 m ²	ca. 4530 kg
Vegetasjon; kratt	ca. 20 kg/m ² , vannmettet	29 m ²	ca. 580 kg
Vekstmedium, 200-250 mm tykt lag	ca. 338 kg/m ² , vannmettet	84 m ²	ca. 28 392 kg
Vekstmedium, 150 mm tykt lag	ca. 250 kg/m ² , vannmettet	114 m ²	ca. 28 500 kg
Vekstmedium, 120 mm tykt lag	ca. 200 kg/m ² , vannmettet	85 m ²	ca. 17 000 kg
Geotekstil, 0,9 mm tykt lag	ca. 0,175 kg/m ² , vannmettet	1868 m ²	ca. 327 kg
Dreneringslag 40 mm høyde	ca. 19 kg/m ² , vannmettet	342 m ²	ca. 6498 kg
Dreneringslag 12 mm høyde	ca. 2 kg/m ² , vannmettet	596 m ²	ca. 1192 kg
Vannabsorberende lag, 40 mm tykt lag	ca. 120 (40x3) kg/m ² , vannmettet	116 m ²	ca. 14 268 kg
Rotbeskyttende barriere, 0,8 mm tykt lag	ca. 0,76 kg/m ² , vannmettet	482 m ²	ca. 366 kg
Cortenstål, 240 mm høyde	ca. 2112 kg/m ²	3,3 m ²	ca. 6970 kg
Stål i gjerde	ca. 5280 kg/m ²	3 m ²	ca. 15 840 kg
Renne i galvanisert stål, 115 mm høyde	ca. 920 kg/m ²	4 m ²	ca. 3680 kg
Småstein, 300 mm tykt lag	ca. 570 kg/m ²	9,6 m ²	ca. 5472 kg
Finpukk, 50 mm tykt lag	ca. 80 kg/m ²	442 m ²	ca. 35 360 kg
Glasopor i feltene, ca. 150 mm tykt lag i gjennomsnitt	ca. 27 kg/m ²	482 m ²	ca. 13 496 kg
Glasopor i dekket, 120 mm tykt lag	ca. 22 kg/m ²	442 m ²	ca. 9724 kg
Glass i gjerde	ca. 2400 kg/m ²	1 m ²	ca. 2400 kg
Belegningsstein i betong, 60 mm tykt lag	ca. 96 kg/m ²	442 m ²	ca. 42 432 kg
Betongkonstruksjon under gjerder, ca. 450 mm høyde	ca. 1080 kg/m ²	19 m ²	ca. 20 520 kg
Betongkonstruksjon i trekantlist, ca. 100 mm høyde	ca. 240 kg/m ²	7 m ²	ca. 1680 kg
Sluk med kontrollsjakt	8 kg per stk.	12 stk	ca. 96 kg
Vekt av 10 mennesker	ca. 80 kg per person	10 pers.	ca. 800 kg
TOTALT			ca. 260 123 kg

I dette kapitlet har jeg beregnet den totale vekten av oppbygningen på hvert tak. Vekten av mange av materialene har jeg hentet fra tre forskjellige leverandørers produktbeskrivelse. Dermed kan den totale vekten på hvert tak avvike fra det som er beskrevet på side 10. Den omtrentlige vekten på vegetasjon har jeg fått informasjon om fra Tim Fosvold (personlig kommunikasjon, 2012) fra Zinco Norge.

Vekten av vann og snø på takene vil variere mye ut ifra hvor mye det regner, snør eller vannes til enhver tid. Derfor har jeg utelatt å ta med denne vekten i beregningene. Den totale vekten vil derfor variere.

På dette taket er vekten ca. 273 kg/m² (260 123 kg/953m²), noe som er langt unna takets maksimale belastningskapasitet på 720 kg/m².

TAK NR. 4

MATERIALE

MATERIALE	VEKT	AREAL	VEKT
Vegetasjon; stauder	ca. 10 kg/m ² , vannmettet	252 m ²	ca. 2520 kg
Vegetasjon; kratt	ca. 20 kg/m ² , vannmettet	18 m ²	ca. 360 kg
Vekstmedium, 250 mm tykt lag	ca. 375 kg/m ² , vannmettet	54 m ²	ca. 20 250 kg
Vekstmedium, 200 mm tykt lag	ca. 300 kg/m ² , vannmettet	81 m ²	ca. 24 300 kg
Vekstmedium, 150 mm tykt lag	ca. 250 kg/m ² , vannmettet	81 m ²	ca. 20 250 kg
Vekstmedium, 120 mm tykt lag	ca. 200 kg/m ² , vannmettet	54 m ²	ca. 10 800 kg
Geotekstil, 0,9 mm tykt lag	ca. 0.175 kg/m ² , vannmettet	1102 m ²	ca. 193 kg
Dreneringslag 60 mm høyde	ca. 31 kg/m ² , vannmettet	63 m ²	ca. 1953 kg
Dreneringslag 40 mm høyde	ca. 19 kg/m ² , vannmettet	90 m ²	ca. 1710 kg
Dreneringslag 25 mm høyde	ca. 11 kg/m ² , vannmettet	54 m ²	ca. 594 kg
Dreneringslag 12 mm høyde	ca. 2 kg/m ² , vannmettet	118 m ²	ca. 1298 kg
Beskyttende vannabsorberende matre, 5 mm	ca. 0,47 kg/m ² , vannmettet	90 m ²	ca. 42 kg
Rotbeskyttende barriere, 0,8 mm tykt lag	ca. 0,76 kg/m ² , vannmettet	162 m ²	ca. 123 kg
Cortenstål, 200 mm høyde	ca. 1760 kg/m ²	2 m ²	ca. 3520 kg
Cortenstål, 5 mm høyde	ca. 44 kg/m ²	270 m ²	ca. 11 880 kg
Stål i gjerde	ca. 5280 kg/m ²	5,28 m ²	ca. 27 878 kg
Stål til støtte hellende modul x24	ca. 11 440 kg/m ²	0,0025 m ²	ca. 686 kg
Renne i galvanisert stål, 115 mm høyde	ca. 920 kg/m ²	4 m ²	ca. 3680 kg
Finpukk, 50 mm tykt lag	ca. 80 kg/m ²	751 m ²	ca. 60 080 kg
Glasopor i felter, 120 mm tykt lag	ca. 22 kg/m ²	756 m ²	ca. 16 632 kg
Glasopor i dekket, 50 mm tykt lag	ca. 9 kg/m ²	72 m ²	ca. 648 kg
Glass i gjerde	ca. 2400 kg/m ²	1 m ²	ca. 2400 kg
Belegningsstein i betong, 60 mm tykt lag	ca. 96 kg/m ²	751 m ²	ca. 72 096 kg
Betongkonstruksjon under gjerder, ca. 450 mm høyde	ca. 1080 kg/m ²	20 m ²	ca. 21 600 kg
Betongkonstruksjon i trekantlist, ca. 100 mm høyde	ca. 240 kg/m ²	10 m ²	ca. 24 000 kg
Sluk	8 kg per stk.	15 stk	ca. 120 kg
Vekt av 10 mennesker	ca. 80 kg per person	10 pers.	ca. 800 kg

TOTALT

ca. 330 413 kg

På dette taket er vekten ca. 315 kg/m² (330 412kg/1050m²), noe som også er langt unna takets maksimale belastningskapasitet på 720 kg/m².

TAK NR. 3

MATERIALE	VEKT	AREAL	VEKT
Vegetasjon; sedum-urt-gress	ca. 30 kg/m ² , vannmettet	72 m ²	2160 kg
Vegetasjon; mose-sedum	ca. 45,5 kg/m ² , vannmettet	63 m ²	2867 kg
Geotekstil, 0,9 mm tykt lag	ca. 0,175 kg/m ² , vannmettet	27 m ²	5 kg
Vekstmedium, 40 mm tykt lag	ca. 70 kg/m ² , vannmettet	72 m ²	5040 kg
Dreneringslag 40 mm høyde	ca. 19 kg/m ² , vannmettet	18 m ²	342 kg
Dreneringslag 25 mm høyde	ca. 11 kg/m ² , vannmettet	27 m ²	297 kg
Dreneringslag 12 mm høyde	ca. 2 kg/m ² , vannmettet	370 m ²	740 kg
Vannabsorberende lag, 40 mm høyde	ca. 40 kg/m ² , vannmettet	54 m ²	2160 kg
Rotbeskyttende barriere, 0,8 mm tykt lag	ca. 0,76 kg/m ² , vannmettet	18 m ²	14 kg
Cortenstål, 230 mm høyde	ca. 2024 kg/m ²	0,9 m ²	1822 kg
Cortenstål, 110 mm høyde	ca. 968 kg/m ²	0,36 m ²	348 kg
Cortenstål, 60 mm høyde	ca. 528 kg/m ²	0,24 m ²	127 kg
Cortenstål, 5 mm høyde	ca. 44 kg/m ²	90 m ²	3960 kg
Stål i gjerde	ca. 5280 kg/m ²	2,7 m ²	14 256 kg
Stål til støtte for hellende modul x20	ca. 12 320 kg/m ²	0,0025 m ²	616 kg
Glasopor i felter, 150 mm tykt lag	ca. 27 kg/m ²	9 m ²	243 kg
Glasopor i felter, 80 mm tykt lag	ca. 14,4 kg/m ²	9 m ²	130 kg
Glass i gjerde	ca. 2400 kg/m ²	0,6 m ²	1440 kg
Terrassebord i furu, 0,105 mm høyde	ca. 60 kg/m ²	76 m ²	4560 kg
Terrassebord i furu, 0,022 mm høyde	ca. 13 kg/m ²	383 m ²	4979 kg
Betongkonstruksjon under gjerder, ca. 450 mm høyde	ca. 1080 kg/m ²	18 m ²	19 440 kg
Betongkonstruksjon i trekantlist, ca. 100 mm høyde	ca. 240 kg/m ²	8,9 m ²	2136 kg
Sluk	8 kg per stk.	6 stk	48 kg
Vekt av 10 mennesker	ca. 80 kg per person	10 pers.	800 kg
TOTALT			82 786 kg

På dette taket er vekten ca. 155 kg/m² (82 786 kg/533m²), noe som er veldig langt unna takets maksimale belastningskapasitet på 720 kg/m².

TAK NR. 4

MATERIALE

	VEKT	AREAL	VEKT
Vegetasjon; stauder	ca. 10 kg/m ² , vannmettet	108 m ²	ca. 1080 kg
Vekstmedium, 300 mm tykt lag	ca. 450 kg/m ² , vannmettet	54 m ²	ca. 24 300 kg
Vekstmedium, 200 mm tykt lag	ca. 300 kg/m ² , vannmettet	54 m ²	ca. 16 200 kg
Geotekstil, 1,9 mm tykt lag	ca. 0,2 kg/m ² , vannmettet	108 m ²	ca. 22 kg
Dreneringslag 40 mm høyde	ca. 19 kg/m ² , vannmettet	54 m ²	ca. 1026 kg
Dreneringslag 25 mm høyde	ca. 11 kg/m ² , vannmettet	54 m ²	ca. 594 kg
Rotbeskyttende barriere, 0,8 mm tykt lag	ca. 0,76 kg/m ² , vannmettet	108 m ²	ca. 82 kg
Cortenstål, 320 mm høyde	ca. 2816 kg/m ²	0,36 m ²	ca. 1014 kg
Cortenstål, 230 mm høyde	ca. 2024 kg/m ²	0,36 m ²	ca. 729 kg
Stål i gjerde	ca. 5280 kg/m ²	2,5 m ²	ca. 13 200 kg
Renne i galvanisert stål, 115 mm høyde	ca. 920 kg/m ²	8 m ²	ca. 7360 kg
Glass i gjerde	ca. 2400 kg/m ²	0,5 m ²	ca. 1200 kg
Terrassebord i furu, 0,105 mm høyde	ca. 60 kg/m ²	320 m ²	ca. 19 200 kg
Terrassebord i furu, 0,022 mm høyde	ca. 13 kg/m ²	449 m ²	ca. 5837 kg
Betongkonstruksjon under gjerder, ca. 450 mm høyde	ca. 1080 kg/m ²	11 m ²	ca. 11 880 kg
Betongkonstruksjon i trekantlist, ca. 100 mm høyde	ca. 240 kg/m ²	56 m ²	ca. 13 440 kg
Sluk	8 kg per stk.	6 stk	ca. 48 kg
Vekt av 10 mennesker	ca. 80 kg per person	10 pers.	ca. 800 kg

TOTALT

ca. 118 012 kg

På dette taket er vekten ca. 205 kg/m² (118 012 kg/576 m²), noe som er langt unna takets maksimale belastningskapasitet på 720 kg/m².

KONKLUSJON

Grønne tak er et aktuelt tema i dag, som har potensiale for utvikling i Norge. Forsøksstak i et universitetsmiljø vil øke kunnskapen om og interessen for grønne tak her til lands. Det vil også bli brukt til å sette standarder og retningslinjer for hvordan grønne tak kan og bør bygges. Dette vil antakeligvis føre til at myndighetene og aktører, slik som landskapsarkitekter og arkitekter, blir tryggere på at slike løsninger vil fungere i norske forhold.

Ettersom grøntarealer gjerne blir nedprioritert i fortettingen og ekspanderingen av byer og tettsteder, vil det være aktuelt å benytte ubrukte tak til vegetasjons-etablering. På den måten kan mengden vegetasjon i slike miljøer balanseres bedre med mengden tette overflater. Men det er samtidig viktig å huske på at grønne tak ikke bør erstatte grøntarealer på bakkenivå, men kan være nyttige supplement. I tillegg til dette er det viktig å tenke på at det beste er å samordne planleggingen av et grønt tak samtidig med planleggingen av bygningen eller konstruksjonen under. På den måten kan et grønt tak-prosjekt blir billigere og enklere å gjennomføre.

Oppgaven tar for seg forskning på noen bestemte aspekter ved grønne tak. Men temaet er stort, og det kan også være aktuelt å forske på andre aspekter enn det jeg har vist i oppgaven. For eksempel kan det forskes på ulike materialer som kan egne seg på grønne tak, eller ulike typer rekkverk. Selv om det har blitt fokusert på forskning på hybride tak, vil jeg påpeke at det er viktig å fremme bruken av og forskningen på alle typer grønne tak i Norge, fordi de kan påvirke mennesker og miljø på ulike måter. Vektberegningene av hvert tak viser at de tåler mer vektbelastning enn det de ekstensive og hybride oppbygningene gir. Det vil derfor også være mulig og aktuelt å for eksempel forske på intensive grønne tak på den nye NVH.

Hvis utviklingen i Norge sammenlignes med utviklingen i flere europeiske land som har mange grønne tak, er det ikke usannsynlig at grønne tak kommer til å bli et mer vanlig syn i Norge om noen år. Men for at framgangen i utviklingen skal skyte fart i Norge, vil det være nødvendig å øke kunnskapen om temaet, og innføre reguleringer og bestemmelser som fremmer bruken av slike anlegg. For å finne fram til gode løsninger på grønne tak er det også viktig å forske på hva som kan fungere i Norge, i tillegg til samarbeid på tvers av faggrupper. Mange ulike faggrupper kan ha nytte av slike anlegg, og tverrfaglig samarbeid vil gi en mer helhetlig forståelse for grønne tak.

ETTERORD

Gjennom arbeidet med denne masteroppgaven har jeg fått innblikk i hvor positiv og viktig påvirkning grønne tak har på både mennesker og miljø. Oppgaven har også lært meg hvordan grønne tak kan brukes til å gjøre overvann til en ressurs, i stedet for et problem. I og med at det sannsynligvis vil komme mer ekstrem nedbør i fremtiden, vil byer og tettsteder i Norge ha økt behov for moderne overvannshåndterings-løsninger, slik som grønne tak. Hvis det ikke blir gjort noe med denne situasjonen, vil flom sannsynligvis oftere føre til store ødeleggelser og utgifter for samfunnet. Grønne tak til forskningsbruk ved UMB vil være et tiltak som kan øke bruken av grønne tak i Norge.

Målet med denne oppgaven var å utforme grønne tak til tverrfaglig forskningsbruk på den nye Veterinærhøgskolen (NVH) ved Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB). Metodene jeg har brukt til å hente inn kunnskap om grønne tak har gitt meg et godt utgangspunkt for prosjekteringen i siste del av oppgaven. Kontakten med ulike aktører i bransjen har vært en viktig kunnskapskilde. Også informasjonen jeg har fått om NVH-taket fra flere som har tilknytning til bygningsprosjektet, har vært til stor nytte i oppgaven.

Ettersom den nye Veterinærhøgskolen ikke var prosjektert ferdig da jeg begynte på oppgaven, har jeg ikke kunnet bruke den ferdigstilte planen over bygningen i arbeidet. Det var også tidkrevende å få informasjon om bygningen og taket på grunn av at ikke alt var bestemt på det tidspunktet jeg trengte det. Dette førte til at jeg var nødt til å ta utgangspunkt i det som allerede hadde blitt bestemt, og i enkelte tilfeller komme fram til rimelige forutsetninger. Jeg trodde det skulle bli vanskelig å prosjektere et hybrid grønt tak på bygningen, i og med at takene i utgangspunktet ikke var beregnet for slike anlegg, foruten de

allerede planlagte relativt lette, ekstensive grønne takene. Men belastningskapasiteten viste seg å være stor nok likevel, og vel så det.

Oppgaven har lært meg mye i løpet av det halve året jeg arbeidet med den. Jo mer kunnskap jeg har fått om grønne tak, desto mer har min interesse og mitt engasjement for temaet blitt. Jeg håper at oppgaven min kan åpne flere øyne for temaet, og gi inspirasjon til utvikling og bruk av grønne tak.

BEGREPSAVKLARING

Art: "Artene består av individer med en rekke felles egenskaper, men noen egenskaper kan variere betydelig hos visse arter eller artsgrupper." (Mossberg o.a., 2012).

Avløpsvann: "Felles betegnelse for spillvann fra husholdninger, industri o.l. Omfatter også overvann som tilføres avløpsledningene." (Lindholm o.a., 2007).

Biodiversitet: Se "biologisk mangfold".

Biologisk mangfold: "Variasjonen av liv som er på jorda. Dette innebærer arter, genetiske variasjoner innen arter, samt samfunn, habitater og økosystemer der de forekommer." (Newton o.a., 2007).

Biotoptak: Innebærer at arter fra den lokale floraen plantes i en spesiell kombinasjon, eller at vegetasjon som er spesielt positive for visse fugler eller insekter brukes. "Oppbygningen varierer mye ut ifra om det er tørre eller fuktigere vekstmiljøer som skal gjenskapes." (Veg Tech, 2012).

Brownfield: "Tidligere industriområder som er kandidater for økologisk rekonstruksjon og konvertering til grøntområder, det vil si naturområder eller parklandskap for rekreasjons ved hjelp av biologisk utbedring." (Rogers, 2001).

Bærekraftig overvannshåndtering: "Overvannshåndtering der en i tillegg tenker på kvaliteter som rekreasjon, estetikk, biologisk mangfold, ulempen av at folk får vann i kjellerne sine, forbruk av ressurser og utslipp i en vugge til grav tankegang" (Lindholm o.a., 2007).

Bærekraftig utvikling: "Verdenskommisjonen for miljø og utvikling beskrev bærekraftig utvikling som en utvikling som ivaretar dagens behov uten å ødelegge mulighetene for kommende generasjoner til å dekke sine behov." (Finansdepartementet, u.å.).

Drenering: "Omfatter all bortledning av vann, både på overflata ved profilering, gjennom åpne grøfter og kanaler, ved ulike typer av lukka grøfter eller ved gjennomgraving av tette lag." (Hovde, u.å.).

Fordrøyning: "Midlertidig lagring av overvann. Tilført vann holdes tilbake eller mellomlagres i magasin e.l. ved stor avrenning, for å redusere avrenningstoppene til nedenforliggende ledning, vassdrag, område." (Lindholm o.a., 2007).

Habitat: "Et sted der organismer lever, der vegetasjonen gjerne er ensartet." (Newton o.a., 2007).

Infiltrasjon av overvann: "Nedbørvannets nedtrenging gjennom jordoverflaten." (Lindholm o.a., 2007).

Kulturmark: "Mark som jevnlig er i bruk." (Mossberg o.a., 2012).

Lokal overvannsdiskontering (LOD): "Tiltak lokalt som hindrer overvannet i å renne direkte til avløpsledninger eller vassdrag. Består i hovedsak i å infiltrere via porøse overflater eller perkolere overvann via perkolasjonsbassenger til grunnvannet." (Lindholm o.a., 2007).

Nedbørintensitet: "Nedbørmengde pr tidsenhet." (Lindholm o.a., 2007).

Overvann: "Overvann er vann som renner av på overflaten fra tak, veier og andre tette flater. Dette vannet kan håndteres lokalt eller føres til avløpsledninger." (Norsk Vann, 2009).

Overvannshåndtering: "Billigst og mest mulig effektiv fjerning av overvann fra bebygde områder." (Lindholm o.a., 2007).

Permeable områder: "Områder hvor overvannet/regnvannet kan trenge ned i grunnen. Dette kan være gressflater, grusveier, jorder og løkker uten asfalt og betong, etc." (Lindholm o.a., 2007).

Regnbed: "Blomsterbed for infiltrasjon av overvann til grunnen." (Lindholm o.a., 2007).

Sluk: "Installasjon i gater som gjør at vannet ledes fra gateplan til avløpsledning." (Lindholm o.a., 2007).

Tette flater: "Flater med tett dekke som for eksempel asfalterte veier, parkeringsplasser eller hustak." (Lindholm o.a., 2007).

Universell utforming: "Universell utforming innebærer at alle skal kunne bruke byer, hus, parker og transport på en likestilt måte." (Asmervik, 2009).

Vegetasjonstyper: "Inndeling av arter med omlag samme krav til økologi, og som kan vokse sammen på et område." (Mossberg o.a., 2012).

Åker: "Bearbeidet mark hvor man dyrker og høster kulturplanter." (Mossberg o.a., 2012).

BØKER OG PUBLIKASJONER

Asmervik, S. (2009). *Universell utforming: byer, hus, parker og transport for alle*. Trondheim: Tapir akademisk forlag, 100 s.

Bergknapp AS. (2011). Grønne tak til glede for mennesker og miljø. *Teknisk Ukeblad*, 158 (17): 35.

Cantor, S. L. (2008). *Green roofs in sustainable landscape design*. New York: W.W. Norton & Co. 352 s.

Chrisman, S. (2005). *Green roofs: ecological design and construction*. Atglen, Pa.: Schiffer Publishing. 158 s.

Dunnett, N. & Kingsbury, N. (2008). *Planting green roofs and living walls*. Portland, Or.: Timber Press. 328 s.

Dunnett, N., Gedge, D., Little, J. & Snodgrass, E. C. (2011). *Small green roofs: low-tech options for greener living*. Portland: Timber Press. 256 s.

FLL, The German Landscape Research, Development and Construction Society. (2008). *Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing - green roofing*. Bonn, Tyskland: FLL. 119 s.

Hansen, O. B. (2011). Grønne muligheter 3: Slik lykkes vi med grønne tak. *Park & Anlegg*, 10 (10): 34-36.

Harrison, H. W. (2000). *Roofs and Roofing : Performance, Diagnosis, Maintenance, Repair and the Avoidance of Defects*: Building Research Establishment, CRC Ltd. 252 s.

Hopkins, G. & Goodwin, C. (2011). *Living architecture: green roofs and walls*. Collingwood, Vic.: CSIRO Publications. 288 s.

Johnston, C. & Newton, J. (2004). *Building green - a guide to using plants on roofs, walls and pavements*. London: Greater London Authority. 121 s. Tilgjengelig fra: http://legacy.london.gov.uk/mayor/strategies/biodiversity/docs/Building_Green_main_text.pdf (funnet 31.03.12).

Kolb, W. & Schwarz, T. (1999). *Dachbegrünung: intensiv und extensiv*: Ulmer. 213 s.

Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. & Aaby, L. (2008). Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. *Norsk Vann Rapport*, 162. Hamar: Norsk Vann BA. 79 s.

Luckett, K. (2009). *Green roof construction and maintenance*. New York: McGraw-Hill. 208 s.

Mossberg, B., Stenberg, L., Båtvik, S., Moen, S. & Karlsson, T. (2012). *Gyldendals store nordiske flora*. Oslo: Gyldendal. 928 s.

Newton, J., Gedge, D., Early, P. & Wilson, S. (2007). *Building greener: guidance on the use of green roofs, green walls and complementary features on building*, C644. London: CIRIA. 197 s. (ISBN: 0-86017-644-4). Se også www.ciria.org.

Osmundson, T. (1999). *Roof gardens: history, design, and construction*. New York: W.W. Norton. 318 s.

Peck, S. W. (2008). *Award winning green roof designs:*

green roofs for healthy cities. Atglen, Pa.: Schiffer Publishing Ltd. & Design. 176 s.

Rogers, E. B. (2001). *Landscape design: a cultural and architectural history*. New York: Harry N. Abrams. 544 s.

SINTEF Byggforsk. (2009). Terrasser med beplantning på bærende betongdekker. *Byggforskserien* nr. 525.306. Oslo: SINTEF Byggforsk. 8 s.

SINTEF Byggforsk. (2011). Grønne tak - et godt miljøtiltak. *Teknisk Ukeblad*, 158 (17): 39.

Snodgrass, E. C. & McIntyre, L. (2010). *The green roof manual: a professional guide to design, installation, and maintenance*. London: Timber Press. 295 s.

U.S. General Services Administration. (2008). *Sustainability Matters*. Washington, D.C.: GSA Public Buildings Service, Office of Applied Science. 220 s.

Weiler, S. K. & Scholz-Barth, K. (2009). *Green roof systems: a guide to the planning, design, and construction of landscapes over structure*. Hoboken, N.J.: Wiley. 313 s.

Werthmann, C. (2007). *Green roof: a case study*. New York: Princeton Architectural Press. 159 s.

NETTSIDER

Aakra, Å. (2011). *Forskningen ved UMB* Ås: Forskningsavdelingen ved UMB. Tilgjengelig fra: <http://www.umb.no/forskning/artikkel/forskningen-ved-umb> (lest 28.01.12).

Artsdatabanken. (u.å.). *Norsk rødliste for arter 2010*. Trondheim: Artsdatabanken. Tilgjengelig fra: <http://www.artsportalen.artsdatabanken.no/> (lest 02.05.12).

Augustenborg Botaniska Takträdgård. (u.å.). *Grønne tage*. Tilgjengelig fra: http://www.greenroof.se/data/archive/media/gronne_tage.pdf (lest 09.03.12).

Australian Water Resources 2005. (u.å.). *Evapotranspiration*: Australian Government. Tilgjengelig fra: http://www.water.gov.au/WaterAvailability/WhatIsTotalWaterResource/Evapotranspiration/index.aspx?Menu=Level1_3_1_4 (lest 27.02.12).

Backe, G. (2011). *Konklusjoner fra gruppearbeidet*. Oslo: Miljøverndepartementet. Tilgjengelig fra: http://www.regjeringen.no/upload/subnettsteder/framtidens_byer/klimatilpasning/2011/GronneTak/WorkshopOmGronneTakNov/Hovedpunkter_gruppearb_workshop_29112011_red.pdf (lest 17.01.12).

Bass, B. (2007). *Green roofs and green walls: Potential energy savings in the winter*. Report phase I: Environment Canada at the University of Toronto. 27 s. Tilgjengelig fra: <http://upea.com/pdf/greenroofs.pdf> (lest 26.01.12).

Bonnevie, N. (2010). *Økonomiske konsekvenser af rettingslinjer for grønne tage*. København, Danmark: København Kommune. Tilgjengelig fra: <http://www.kk.dk/eDoc/>

Teknik-%20og%20Milj%C3%B8udvalget/17-05-2010%2015.00.00/Dagsorden/07-05-2010%2016.55.02/5403549.PDF (lest 22.03.12).

Borden, K. A. & Cutter, S. L. (2008). Spatial patterns of natural hazards mortality in the United States. *International Journal of Health Geographics* 7 (64). Tilgjengelig fra: <http://www.ij-healthgeographics.com/content/7/1/64> (lest 21.01.12).

Brenneisen, S. (2003). *The Benefits of Biodiversity from Green Roofs - Key Design Consequences*. Greening Rooftops for Sustainable Communities, Chicago, Wadenswil, Sveits University of Applied Sciences. 7 s.

Brenneisen, S. (2006). Space for Urban Wildlife: Designing Green Roofs as Habitats in Switzerland. *Urban habitats 4*. Tilgjengelig fra: http://urbanhabitats.org/v04n01/wildlife_full.html (lest 07.02.12).

Byggros A/S. (u.å.). *Grønne tage - åndehuller i bymiljøet*: Byggros A/S. Tilgjengelig fra: <http://www.byggros.com/da/produkter/regnvandshandtering-lar/gronne-tage> (lest 09.05.12).

Cavanaugh, L. M. (2008). *Green Roofs: The durability-sustainability-link*: Facilitiesnet, Maintenance Solutions. Tilgjengelig fra: <http://www.facilitiesnet.com/roofing/article/Green-Roofs-The-DurabilitySustainability-Link--9420#> (lest 26.01.12).

Dammen, R. (2011). *Flaumdempende tiltak: Mindre vatn i gatene med grønne tak* Ås: Bioforsk. Tilgjengelig fra: http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/forside/nyhet?p_document_id=88223 (lest 29.01.12).

Diadem. (u.å.). *Grønne tage, Tagterrasser, Konstruksjoner - Planlægningsguide*. Byggros A/S (red.). Odense S: Byggros A/S. Tilgjengelig fra: <http://www.diademroof.com/Documents/1307623490.pdf> (lest 07.02.12).

Dunnett, N. (2006). *Green roofs for biodiversity: Reconciling aesthetics with ecology*. Fourth Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities, Boston: University of Sheffield. 12 s. Tilgjengelig fra: <http://www.greenroofresearch.co.uk/ecology/Dunnett,%20N.%20P.%202006%20Green%20roofs%20for%20biodiversity-%20reconciling%20aesthetics%20with%20ecology.pdf> (lest 13.02.12).

Eklime. (u.å.). *Eklime*: Metereologisk Institutt. Tilgjengelig fra: http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_page-id=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL (lest 26.03.12).

Elton, L. (2011). *På vei mot Ås*. Oslo: Norges Veterinærhøgskole. Tilgjengelig fra: <http://www.nvh.no/no/Aktuelt/Nyheter/Pa-vei-mot-As> (lest 17.03.12).

Finansdepartementet. (u.å.). *Bærekraftig utvikling*. Oslo: Finansdepartementet. Tilgjengelig fra: http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/tema/barekraftig_utvikling.html?id=1333 (lest 09.05.12).

Framtidens byer. (u.å.). *Oslo blir grønn i toppen*. Oslo: Miljøverndepartementet. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/sub/framtidensbyer/aktuelt-2/nyhetsarkiv/nyheter-2011/oslo-blir-gronn-i-toppen.html?id=666199> (lest 18.03.12).

Framtidens byer. (2011a). *Erfaringer med grønne tak*. Tønsberg: Miljøverndepartementet. Tilgjengelig fra: <http://>

www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/bibliotek/erfaringer/erfaringer-med-gronne-tak.html?id=666816 (lest 17.01.12).

Framtidens byer. (2011b). *Grønne tak er ingen nyhet*. Tønsberg: Miljøverndepartementet. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/bibliotek/erfaringer/gronne-tak-er-ingen-nyhet.html?id=666775> (lest 17.01.12).

Framtidens byer. (2011c). *Praktisk løsning for grønne tak*. Tønsberg: Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap (DSB). Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/bibliotek/erfaringer/praktisk-lonsing-for-gronne-tak.html?id=666822> (lest 17.01.12).

FLL, The German Landscape Research, Development and Construction Society (u.å.). *Regelwerksgeber und Diskussionsforum*. Bonn, Tyskland: FLL. Tilgjengelig fra: <http://www.fll.de> (lest 08.03.12).

FLL, The German Landscape Research, Development and Construction Society. (2002). Guidelines for planning, execution and upkeep of green roof sites. *The roof greening guideline*. Tilgjengelig fra: <http://www.greenroofsouth.co.uk/FLL%20Guidelines.pdf> (lest 12.02.12).

Green Roofs for Healthy Cities. (u.å.). *Green roof benefits: Green Roofs for Healthy Cities*. Tilgjengelig fra: <http://www.greenroofs.org/index.php/about-green-roofs/2577-aboutgrnroofs> (lest 29.02.12).

Gulbrandsen, C. (2010). *Klimatilpasser hus med grønne tak*. Tilgjengelig fra: <http://www.aftenposten.no/bolig/boli->

[gokonomi/article3641209.ece#](http://www.aftenposten.no/bolig/bolig-gokonomi/article3641209.ece#) (lest 22.02.12).

Haug, R. (u.å.). *Miljøforskning ved det levende universitet i Ås*. Ås: UMB. Tilgjengelig fra: http://www.umb.no/statisk/om-umb/miljoforskning_ved_umb.pdf (lest 28.01.12).

Hovde, A. (u.å.). *Drenering*: Agropub. Tilgjengelig fra: <http://www.agropub.no/id/7172> (lest 09.05.12).

Kjeldgaard, B. A. (2010). *Miljø i byggeri og anlæg*. 47. Tilgjengelig fra: http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_publicationer/pdf/684_u93mX48Rkx.pdf (lest 04.03.12).

Klimatilpasning. (u.å.). *Grønt strøg i 10 meters højde*. København, Danmark: Task Force for Klimatilpasning. Tilgjengelig fra: <http://www.klimatilpasning.dk/da-dk/service/cases/sider/groentstroegi10metershoejde.aspx> (lest 24.02.12).

København kommune. (u.å.). *Eksempler på grønne tage i København*. København: København kommune. Tilgjengelig fra: <http://www.kk.dk/Borger/ByOgTrafik/GroenneOmraader/GroenneTage/EksemplerPaaGroenneTage.aspx> (lest 24.02.12).

Mentens J., R. D., Hermy, M. (2003). Effect of orientation on the water balance of green roofs. *Proceedings of the first annual International Green Roof Conference: Greening rooftops for sustainable communities*: 9. Tilgjengelig fra: <http://www.agr.kuleuven.ac.be/lbh/lbnl/ecology/doc%20download/procMentens.pdf> (lest 23.03.12).

Mesterhagen. (u.å.). *Gulrot*. Askøy: Mesterhagen. Tilgjengelig fra: http://www.mesterhagen.no/hagetips/tips/baer_frukt_urter_og_gronnsaker/gronnsaker/gulrot/ (lest

05.05.12).

Natural Resources Conservation Service (NRCS). (2003). *2001 Annual national resources inventory: Urbanization and development of rural land*. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. Tilgjengelig fra: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/land/nri01/urban.pdf> (lest 26.01.12). (lest i Snodgrass & McIntyre, 2010).

Naturtypebasen. (u.å.). *Naturtypebasen: Naturtypebasen*. Tilgjengelig fra: <http://www.naturtyper.artsdatabanken.no/> (lest 08.05.12).

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (2010). *Grønne tak er effektiv klimatilpasning*. Tønsberg: Miljøverndepartementet. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/bibliotek/erfaringer/Gronne-tak-er-effektiv-klimatilpasning.html?id=592197> (lest 17.01.12).

Norsk Glassgjenvinning AS. (u.å.a). *Glasopor*. Tilgjengelig fra: http://www.glasopor.no/pdf/DM-glasopor_brosjyre2011.pdf (lest 09.04.12).

Norsk Glassgjenvinning AS. (u.å.b). *Teknisk brosjyre: Glasopor skumglass 10–50*. Oslo: Norsk Glassgjenvinning AS. Tilgjengelig fra: http://www.glasopor.no/pdf/teknisk_brosjyre_glasopr.pdf (lest 15.04.12).

Norsk Vann. (2009). *Veiledning om overvann*. Tønsberg: Miljøverndepartementet. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/bibliotek/veiledere/veiledning-om-overvann.html?id=544756> (lest 06.04.12).

Oberdorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffmann, R. R.,

Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K. K. Y. & Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services. *Bioscience*, 57 (10): 823-833. Tilgjengelig fra: <http://www.jstor.org/stable/10.1641/B571005> (lest 24.02.12).

P. Malmos A/S (u.å.). *Rigsarkivet, Kalvebod Brygge i København*. Jerslev, Danmark: P. Malmos A/S. Tilgjengelig fra: [http://www.pmalmo.dk/Grønne-tage-\(erhverv\).38/Rigsarkivet,-Kalvebod-Brygge-i-København.8.aspx](http://www.pmalmo.dk/Grønne-tage-(erhverv).38/Rigsarkivet,-Kalvebod-Brygge-i-København.8.aspx) (lest 22.03.12).

Plan- og bygningsetaten. (2009). *Felt A14, Bjørvika. Planforslag til offentlig ettersyn. Reguleringsplan*. Oslo: Oslo kommune. Tilgjengelig fra: [http://www.plan-og-bygningsetaten.oslo.kommune.no/getfile.php/plan-%20og%20bygningsetaten%20\(PBE\)/Internett%20\(PBE\)/Dokumenter/Filer%20utlagte%20saker/2009/Bjorvika_saksfremstilling.pdf](http://www.plan-og-bygningsetaten.oslo.kommune.no/getfile.php/plan-%20og%20bygningsetaten%20(PBE)/Internett%20(PBE)/Dokumenter/Filer%20utlagte%20saker/2009/Bjorvika_saksfremstilling.pdf) (lest 06.05.12).

Philippi, P. M. (red.). (2006). *How to get cost reduction in green roof construction*. Greening rooftops for suitable communities. Boston: Green roof service, LLC. 10 s. Tilgjengelig fra: http://www.greenrooftechology.com/_literature_53259/How_to_Get_Cost_Reduction_in_Green_Roof_Construction (lest 21.01.12).

Rasmussen, J. (u.å.). *Warmer weather: The Heat island effekt*. København: Københavns kommune. Tilgjengelig fra: <http://www.kk.dk/sitecore/content/Subsites/CityOfCopenhagen/SubsiteFrontpage/LivingInCopenhagen/CopenhagenClimateAdaptionPlan/VarmerWeather.aspx> (lest 27.02.12).

Rosenzweig, C., Solecki, W., Parshall, L., Gaffin, S., Lynn,

B., Goldberg, R., Cox, J. & Hodges, S. (2005). *Mitigating New York City's heat island with urban forestry, living roofs, and light surfaces*. New York: Columbia University and Hunter College. Tilgjengelig fra: <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/103341.pdf> (lest 14.02.12).

Rybakken, B. (2008). *Det levende universitet i Ås*. Ås: UMB. Tilgjengelig fra: <http://www.umb.no/om-umb/artikkel/det-levende-universitet-i-as> (lest 28.01.12).

Rømø, D. (u.å.). *Grønne tage - det livgivende, klimatilpassede alternativ*. 14. Tilgjengelig fra: <http://www.kk.dk/Borger/ByOgTrafik/GroenneOmraader/~media/CFCF53613B-7D4E60A080B08363B0F148.ashx> (lest 24.02.12).

Rømø, D. (2011). *Faktaark om grønne tage*. København: Købehavns kommune. Tilgjengelig fra: <http://www.kk.dk/Borger/ByOgTrafik/GroenneOmraader/GroenneTage/~media/4E3EAB1BFDEB429D883C1B45B08E22F2.ashx> (lest 22.01.12).

Scandinavian Green Roof Association. (u.å.). *Green Roof - Augustenborg Botanical Roof Garden*. Malmö, Sverige: Scandinavian Green Roof Institute Tilgjengelig fra: <http://www.greenroof.se/?pid=1> (lest 15.02.12).

Seehusen, J. (2010). Grønn flomsikring. *Teknisk Ukeblad*. Tilgjengelig fra: <http://www.tu.no/bygg/article256276.ece> (lest 06.02.12).

SINTEF Byggforsk. (u.å.). § 12-17 *Rekkverk*: SINTEF Byggforsk. Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=3567§ionId=4> (lest 03.05.12).

UMB. (2010). *UMB i korte fakta*. Ås: UMB. Tilgjengelig fra:

<http://www.umb.no/om-umb/artikkel/umb-i-korte-fakta> (lest 28.01.12).

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2009). *National risk management research laboratory*. EPA/600/R-09/026. Cincinnati, Ohio: National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development. Tilgjengelig fra: <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r09026/600r09026.pdf> (lest 27.02.12).

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (u.å.a). *Heat Island Effect*. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Tilgjengelig fra: <http://www.epa.gov/heatislands/> (lest 27.02.12).

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (u.å.b). *Heat Island impacts*: U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Tilgjengelig fra: <http://www.epa.gov/heatisld/impacts/index.htm> (lest 27.02.12).

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (u.å.c). *Heat island effect: Basic information*: U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Tilgjengelig fra: <http://www.epa.gov/heatisld/about/index.htm> (lest 27.02.12).

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (u.å.d). *Heat Island Effect: Green Roofs*: U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Tilgjengelig fra: <http://www.epa.gov/heatisld/mitigation/greenroofs.htm> (lest 27.02.12).

Vann- og avløpsetaten. (2011). *Overvannshåndtering - en veileder for utbygger*. 21 s. Tilgjengelig fra: [http://www.vann-og-avlopsetaten.oslo.kommune.no/getfile.php/vann-%20og%20avl%C3%B8psetaten%20\(VAV\)/Internett%20\(VAV\)/Bilder/Overvann/Veiledning%20om%20](http://www.vann-og-avlopsetaten.oslo.kommune.no/getfile.php/vann-%20og%20avl%C3%B8psetaten%20(VAV)/Internett%20(VAV)/Bilder/Overvann/Veiledning%20om%20)

overvannsh%C3%A5ndtering%20med%20vedlegg_endelig%20versjon.pdf (lest 12.04.12).

Veg Tech. (2012). *Vegetationsteknik. Grönare byggande för framtidens städer*. Tilgjengelig fra: <http://np.netpublicator.com/netpublication/n83699523> (lest 10.03.12).

ZinCo Norge AS. (u.å.a). *Fordeler*. Bergen: ZinCo Norge AS. Tilgjengelig fra: <http://www.zinco.no/fordeler.html> (lest 17.01.12).

ZinCo Norge AS. (u.å.b). *Grønne tak og takhager*. Bergen: ZinCo Norge AS. Tilgjengelig fra: http://www.zinco.no/brosjurer/infoskriv_WEB.pdf (lest 17.01.12).

ZinCo Norge AS. (u.å.c). *Systemet*. Bergen: ZinCo Norge AS. Tilgjengelig fra: <http://www.zinco.no/systemet.html> (lest 17.01.12).

FORELESNINGER, SEMINAR OG KONFERANSER

Braskerud, B. C. (2011). *Tiltak for å møte målene i vann- og flomdirektivet*. Trondheim: Norges vassdrags- og energidirektorat. (fra seminar 29.09.11).

Friedrich, C. R. (2005). *Principles for selecting the proper components for a green roof growing media*. Proc. of 3rd North American green roof conference: Greening rooftops for sustainable communities, Washington, DC: The Cardinal Group. 262-273 s.

Lundberg, L. (2011). *Gröna tak i Malmö*. Oslo: Arkitektur- og designhøgskolen (fra seminar 29.11.2011). Tilgjengelig fra: http://www.regjeringen.no/upload/subnettsteder/framtidens_byer/klimatilpasning/2011/GronneTak/Workshop-OmGronneTakNov/Lundberg_Workshop_Grona_tak_Malmo_29112011.pdf (lest 21.01.2012).

MUNTlige SAMTALER

Aaby, N. P. (2012). Multiconsult, rådgivende ingeniør. 26.03.12.

Lundberg, L. (2012). Grönare Stad, grønn inspirator. 07.05.12.

Ødegård, I. M. (2011-2012). Veileder, Universitetet for miljø- og biovitenskap. Høsten 2011 - våren 2012.

E-POST

Malmos, P. (2012). P. Malmos A/S Anlægsgartnermestre, administrerende direktør. 25.03.12 og 08.05.12.

Refvem, A. (2012). Link Landskap, landskapsarkitekt. 26.03.12.

Rømø, D. (2012). Prosjektleder, Cand. Scient, København kommune. 16.04.12.

Sundby, J. (2012). Vital Vekst, daglig leder. 04.04.12 og 07.05.12.

ILLUSTRASJONER

Der ikke annet er nevnt er kilden til illustrasjoner forfatteren selv. Bilder uten kilde er tatt av forfatteren selv.

Illustrasjon nr. 1. Internett - <http://archiseek.com/2009/1991-the-eugenia-vancouver-british-columbia/> (funnet 04.03.12).

Illustrasjon nr. 2. Internett - <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=87> (funnet 01.03.12).

Illustrasjon nr. 3: Bok - Werthmann (2007).

Illustrasjon nr. 4: Internett - <http://www.arkitektnytt.no/pris-til-gront-tak-av-gasa> (funnet 23.02.12). Foto: Marius Nygaard.

Illustrasjon nr. 5. Internett - <http://www.bygg.no/2010/12/groenne-toerre-byer> (funnet 20.03.12).

Illustrasjon nr. 6: Internett - <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=21> (funnet 24.02.12).

Illustrasjon nr. 7. Internett - <http://np.netpublicator.com/net-publication/n83699523> (funnet 11.03.12).

Illustrasjon nr. 8: Internett - http://nrk.no/sf/leksikon/index.php/Reiselivsverksemder_i_Luster (funnet 22.02.12).

Illustrasjon nr. 9: Internett - <http://www.tu.no/bygg/article256276.ece> (funnet 23.02.12).

Illustrasjon nr. 10: Internett - <http://www.maps.google.no/> (funnet 23.02.12).

Illustrasjon nr. 11: Rapport - Lindholm o.a. (2008).

Illustrasjon nr. 12: Seminarforelesning - Braskerud, B. C. (2011). Omarbeidet fra rapport - Lindholm o.a. (2008).

Illustrasjon nr. 13. Bok - Newton o.a. (2007).

Illustrasjon nr. 14: Internett - <http://heatiland.lbl.gov/> (funnet 27.02.12)

Illustrasjon nr. 15. Internett - <http://www.greenrooftech.com/advantages-of-green-roofs> (funnet 07.03.12).

Illustrasjon nr. 16. Internett - <http://eoedu.belspo.be/en/applications/evap-contexte.asp?section=4.1> (funnet 14.04.12).

Illustrasjon nr. 17.

Illustrasjon nr. 18. Internett - http://explorechicago.org/city/en/about_the_city/green_chicago/Green_Roofs_.html (funnet 18.03.12).

Illustrasjon nr. 19. Bok - Newton o.a. (2007).

Illustrasjon nr. 20. Internett - <http://www.blackredstarts.org.uk/> (funnet 01.03.12).

Illustrasjon nr. 21. Internett - <http://www.nydailynews.com/new-york/queens/long-island-city-brooklyn-grange-sued-grange-article-1.978651> (funnet 10.03.12).

Illustrasjon nr. 22. <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=760> (funnet 23.03.12).

Illustrasjon nr. 23. Internett - http://www.greenroofs.com/content/guest_features010.htm (funnet 19.03.12).

Illustrasjon nr. 24. Bok - Dunnett & Kingsbury (2008).

Illustrasjon nr. 25. Bok - Dunnett & Kingsbury (2008).

Illustrasjon nr. 26. Bok - Hopkins & Goodwin (2011). Bokens nettside: <http://www.publish.csiro.au/pid/6494.htm>

Illustrasjon nr. 27. Internett - <http://np.netpublicator.com/netpublication/n83699523> (funnet 10.04.12).

Illustrasjon nr. 28. Internett - <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=757> (funnet 20.03.12).

Illustrasjon nr. 29. Tidsskrift - SINTEF Byggforsk (2009).

Illustrasjon nr. 30-37. Bok - Newton o.a. (2007).

Illustrasjon nr. 38. Internett - http://www.glasopor.no/pdf/tekniskbrosjyre_glasopr.pdf (funnet 15.04.12)

Illustrasjon nr. 39. Internett - <http://www.longwaytech.com/rockwool.html> (funnet 08.03.12).

Illustrasjon nr. 40. Internett - <http://www.greenroofs.org/index.php/grhcccommittees/290> (funnet 10.03.12).

Illustrasjon nr. 41. Bok - Newton o.a., 2007.

Illustrasjon nr. 42. Bok - Hopkins & Goodwin (2011). Bokens nettside: <http://www.publish.csiro.au/pid/6494.htm>.

Illustrasjon nr. 43. Internett - <http://np.netpublicator.com/>

netpublication/n83699523 (funnet 10.04.12).

Illustrasjon nr. 44. Internett - <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=684> (funnet 25.03.12).

Illustrasjon nr. 45. Internett - <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=696> (funnet 25.03.12).

Illustrasjon nr. 46 - Internett - [http://gallery.new-ecopsychology.org/fi/photo/feather_grass_\(stipa_pennata\).htm](http://gallery.new-ecopsychology.org/fi/photo/feather_grass_(stipa_pennata).htm) (funnet 10.05.12).

Illustrasjon nr. 47. Bok - Dunnett o.a. (2011).

Illustrasjon nr. 48 - http://www.zinco-greenroof.com/EN/greenroof_systems/safety.php (funnet 10.05.12).

Illustrasjon nr. 49.

Illustrasjon nr. 50. Internett - <http://www.greenroof.se/?pid=19> (funnet 11.05.12).

Illustrasjon nr. 51.

Illustrasjon nr. 52. <http://www.laridanmark.dk/30548> (funnet 22.03.12).

Illustrasjon nr. 53. Internett - <http://www.denmark.dk/en/servicemenu/news/focuson/focusonthebesthouseintheworldisdanish.htm> (funnet 05.03.12).

Illustrasjon nr. 54-55: Internett - <http://www.statsbygg.no/Byggeprosjekter/Samløsløsering-pa-Campus-As/> (funnet 17.03.12).

Illustrasjon nr. 56: Internett - http://www.hyttetorget.no/aktivitet_sok.php (funnet 26.02.12).

Illustrasjon nr. 57. Internett - <http://student.umb.no/~orientering/om.php> (funnet 17.03.12).

Illustrasjon nr. 58. Internett - http://statisk.umb.no/info/kart_umb.html (funnet 17.03.12).

Illustrasjon nr. 59.

Illustrasjon nr. 60-71.

Illustrasjon nr. 72. Internett - Eklima (u.å.).

Illustrasjon nr. 73. Internett - <http://www.globalis.no/Verdenskart/Nedboer-aarlig> (funnet 24.03.12).

Illustrasjon nr. 74. Internett - http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL (funnet 24.03.12).

Illustrasjon nr. 75.

Illustrasjon nr. 76. Internett - <http://ezasakasak.vm1.dedicated73.no.webdeal.no/nor/toppmeny/produkter/belegningsstein/borgstein> (funnet 30.04.12).

Illustrasjon nr. 77. Internett - <http://www.byggebolig.no/index.php?topic=4669.0> (funnet 30.04.12).

Illustrasjon nr. 78. Internett - http://chriztine.blogg.no/1293454674_skifte_vindu.html (funnet 30.04.12).

Illustrasjon nr. 79. Internett - <http://www.g9.dk/park-byrum->

[inventar/trae-beskyttelse-og-plantekasser/plantekasser-i-corten.html](http://www.g9.dk/park-byrum-inventar/trae-beskyttelse-og-plantekasser/plantekasser-i-corten.html) (funnet 30.04.12).

Illustrasjon nr. 80. Internett - <http://www.oydna.no/oydna-produkter/oydna-terrassebord/> (funnet 30.04.12).

Illustrasjon nr. 81. Internett - <http://fridayli.blogg.no/> (funnet 30.04.12).

Illustrasjon nr. 82. Internett - http://nhm2.uio.no/botanisk/nbf/plantefoto/Alchemilla_subglobosa.htm (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 83. Internett - <http://www.conps.org/slide%20shows/flora%20of%20the%20upper%20san%20juan%20river%20basin/pages/Androsace%20septentrionalis.htm> (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 84. Internett - <http://www.leonardo-pharmacy.com/?id=41> (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 85 Internett - http://www.rolv.no/urtemedisin/medisinplanter/asar_eur.htm (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 86. Internett - http://en.wikipedia.org/wiki/File:Campanula_cervicaria_1.JPG (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 87 - Internett - http://www.luomus.fi/users/harmaja/Carex_pallidula.htm (funnet 10.05.12).

Illustrasjon nr. 88. Internett - http://en.wikipedia.org/wiki/Chimaphila_umbellata (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 89. Internett - <http://www.biolib.cz/en/taxon-image/id72704/?taxonid=41748> (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 90. Internett - <http://www.nature-diary.co.uk/2008/06-15.htm> (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 91. Internett - http://www.awl.ch/heilpflanzen/lithospermum_officinale/index.htm (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 92. Internett - <http://essentialscafe.com/forums/p/4603/16302.aspx> (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 93. Internett - <http://www.chewvalleytrees.co.uk/specimen-ornamental-trees/sorbus-rowan-white-beam/sorbus-aria-lutescens-silver-leaved-whitebeam/808> (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 94. Internett - <http://www.bruehlmeier.info/0543.htm> (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 95.

Illustrasjon nr. 96.

Illustrasjon nr. 97.

Illustrasjon nr. 98. Internett - <http://biodiversity.georgetown.edu/searchfiles/infosearch.cfm?view=all&IDNumber=2518> (funnet 28.04.12).

Illustrasjon nr. 99. Internett - <http://botany.cz/cs/lappula-squarrosa/> (funnet 28.04.12).

Illustrasjon nr. 100. Internett - http://erick.dronnet.free.fr/belles_fleurs_de_france/trifolium_campestre.htm (funnet 28.04.12).

Illustrasjon nr. 101. Illustrasjon nr. 98. Internett - <http://toads.wordpress.com/2009/06/09/pictures-from-a-garden-in-jutland/> (funnet 28.04.12).

Illustrasjon nr. 102. Internett - http://www.valplantes.ch/hyssopus_officinalis.html (funnet 29.04.12).

Illustrasjon nr. 103.

Illustrasjon nr. 104. Internett - <http://www.bruehlmeier.info/0543.htm> (funnet 26.04.12).

Illustrasjon nr. 105. Internett - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Helianthemum_nummularium_ssp_grandiflorum_1.JPG (funnet 28.04.12).

Illustrasjon nr. 106. Internett - <http://www.homeopathyand-more.com/forum/viewtopic.php?t=977> (funnet 28.04.12).

Illustrasjon nr. 107. Internett - http://www.perhill-plants.co.uk/shop/index.php?main_page=product_info&products_id=1229 (funnet 28.04.12).

Illustrasjon nr. 108. Internett - <http://www.pbase.com/image/82627248> (funnet 28.04.12).

Illustrasjon nr. 109.

Illustrasjon nr. 110.

Illustrasjon nr. 111. Internett - <http://askfreud.org/tag/carrot/> (funnet 28.04.12).

Illustrasjon nr. 112. Internett - <http://www.oilandgasevaluationreport.com/tags/strawberry/> (funnet 28.04.12).

Illustrasjon nr. 113.

VEDLEGG 1

ARTER I OSLO OG AKERSHUS HENTET FRA NORSK RØDLISTE 2010

Karplante, latinsk navn	Karplante, norsk navn	Kategori
<i>Ajuga reptans</i>	krypjonsokkoll	EN
<i>Alchemilla plicata</i>	buttmarikåpe	NT
<i>Alchemilla subglobosa</i>	vollmarikåpe	NT
<i>Allium scorodoprasum</i>	bakkeløk	NT
<i>Androsace septentrionalis</i>	smånøkkel	NT
<i>Aristolochia clematitis</i>	pipeurt	EN
<i>Arnica montana</i>	solblom	VU
<i>Asarum europaeum</i>	hasselurt	VU
<i>Asperugo procumbens</i>	gåsefot	VU
<i>Bidens cernua</i>	nikkebrønse	VU
<i>Botrychium multifidum</i>	høstmaringøkkel	VU
<i>Buglossoides arvensis</i>	åkersteinfrø	CR
<i>Campanula cervicaria</i>	stavklokke	NT
<i>Carex acutiformis</i>	rankstarr	VU
<i>Carex cespitosa</i>	tuestarr	NT
<i>Carex disperma</i>	veikstarr	NT
<i>Carex elata</i>	bunkestarr	VU
<i>Carex hartmanii</i>	hartmansstarr	VU
<i>Carex jemtlandica</i>	jemtlandsstarr	NT
<i>Carex lepidocarpa</i>	nebbstarr	NT
<i>Carex pallens</i>	åsstarr	VU
<i>Carex pseudocyperus</i>	dronningstarr	NT
<i>Carex rhynchophysa</i>	blærestarr	NT
<i>Carex riparia</i>	kjempestarr	EN

Karplante, latinsk navn	Karplante, norsk navn	Kategori
<i>Carlina vulgaris</i>	stjernetistel	NT
<i>Centaurium littorale</i>	tusengylden	EN
<i>Centaurium pulchellum</i>	dverggylde	VU
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>	stolt henrik	NT
<i>Chimaphila umbellata</i>	bittergrønn	EN
<i>Cinna latifolia</i>	huldregras	NT
<i>Cirsium acaule</i>	dvergtistel	CR
<i>Cirsium oleraceum</i>	kåltistel	NT
<i>Cotoneaster niger</i>	svartmispel	NT
<i>Crassula aquatica</i>	firling	VU
<i>Crepis praemorsa</i>	enghaukeskjegg	VU
<i>Cypripedium calceolus</i>	marisko	NT
<i>Dactylorhiza sphagnicola</i>	smalmarihand	VU
<i>Dracocephalum ruyschiana</i>	dragehode	VU
<i>Drymocallis rupestris</i>	hvitmure	CR
<i>Dryopteris cristata</i>	vasstelg	EN
<i>Elatine triandra</i>	trefelt evjebloom	NT
<i>Eleocharis parvula</i>	dvergsivaks	NT
<i>Epipactis palustris</i>	myrflangre	EN
<i>Epipogium aphyllum</i>	huldreblom	NT
<i>Eriophorum gracile</i>	småmyrull	EN
<i>Glyceria lithuanica</i>	skogsøtgras	VU

Karplante, latinsk navn	Karplante, norsk navn	Kategori
<i>Filipendula vulgaris</i>	knollmjørdurt	NT
<i>Fraxinus excelsior</i>	ask	NT
<i>Galium sternerii</i>	bakkemaure	NT
<i>Gentianella uliginosa</i>	smalsøte	EN
<i>Geranium bohemicum</i>	bråtestorkenebb	NT
<i>Glyceria lithuanica</i>	skogsøtgras	VU
<i>Hierochloë hirta</i>	elvemarigras	NT
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	froskebitt	EN
<i>Hyoscyamus niger</i>	bulmeurt	EN
<i>Hyssopus officinalis</i>	isop	VU
<i>Lappula deflexa</i>	hengepiggfrø	NT
<i>Lappula myosotis</i>	sprikepiggfrø	NT
<i>Lathyrus palustris</i>	myrflatbelg	VU
<i>Lemna trisulca</i>	korsandemat	NT
<i>Leonurus cardiaca</i>	løvehale	EN
<i>Lithospermum officinale</i>	legesteinfrø	NT
<i>Logfia arvensis</i>	ullurt	NT
<i>Luronium natans</i>	flytegro	VU
<i>Lythrum portula</i>	vasskryp	VU
<i>Microstylis monophyllos</i>	knottblom	EN
<i>Myosurus minimus</i>	muserumpe	NT
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	kranstusenblad	NT
<i>Neottia nidus-avis</i>	fuglereir	NT

Karplante, latinsk navn	Karplante, norsk navn	Kategori
Nepeta cataria	kattemynte	CR
Ononis arvensis	bukkebeinurt	NT
Ononis spinosa	vedbeinurt	VU
Persicaria minor	småslirekne	NT
Phleum phleoides	smaltimotei	EN
Potamogeton friesii	broddtjernaks	NT
Potamogeton lucens	blanktjernaks	VU
Potamogeton pusillus	granntjernaks	EN
Pulsatilla pratensis	kubjelle	NT
Pulsatilla vernalis	mogop	NT
Ranunculus lingua	kjempesoleie	EN
Rubus caesius	blåbringebær	NT
Rubus cyclomorphus	vrangbjørnebær	NT
Rumex maritimus	frynsehøymol	EN
Salix alba	hvitpil	VU
Salix daphnoides	påskepil	VU
Salix triandra	mandelpil	VU
Saxifraga osloënsis	oslosildre	NT
Schoenus ferrugineus	brunskjene	NT
Selinum carvifolia	krusfrø	NT
Silene noctiflora	nattsmelle	NT
Silene nutans	nikkesmelle	NT
Sorbus aria	sølvasal	NT
Sorbus meinichii	fagerrogn	NT
Stellaria palustris	myrstjerneblom	EN
Stuckenia pectinata	busttjernaks	NT
Swida sanguinea	villkornell	NT
Taxus baccata	barlind	VU
Thalictrum simplex	rankfrøstjerne	NT

Karplante, latinsk navn	Karplante, norsk navn	Kategori
Thelypteris palustris	myrtelg	EN
Trifolium campestre	krabbekløver	NT
Trifolium fragiferum	jordbærkløver	EN
Trifolium montanum	bakkekløver	VU
Ulmus glabra	alm	NT
Urtica urens	smånesle	VU
Utricularia australis	vrangblærerot	VU
Valeriana officinalis	legevendelrot	NT
Valerianella locusta	vårsalat	VU
Veronica anagallis-aquatica	vassveronika	NT
Veronica spicata	aksveronika	EN
Veronica verna	vårveronika	VU
Vicia pisiformis	ertevikke	EN
Viola hirta	lodnefiol	VU
Viola persicifolia	bleikfiol	VU
Viola selkirkii	dalfiol	NT

(Artsdatabanken, u.å.).

RØDLISTEKATEGORIER

CR	Kritisk truet
EN	Sterkt truet
VU	Sårbar
NT	Nær truet

(Artsdatabanken, u.å.).

