



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



M-646|2016

Oppfølging grønne tak fra *Fremtidens byer*, 2016

NIBIO RAPPORT | VOL. 2 | NR. 140 | 2016



Hans Martin Hanslin og Birgitte Gisvold Johannessen

TITTEL/TITLE

Oppfølging grønne tak fra *Fremtidens byer*, 2016

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Hans Martin Hanslin (Nibio) og Birgitte Gisvold Johannessen (NTNU)

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
08.12.2016	2/140/2016	Åpen	10053	16/2114
ISBN:	ISSN:	ANTALL NO. OF PAGES:	SIDER/ NO. OF APPENDICES:	ANTALL NO. OF APPENDICES:
978-82-17-01743-1	2464-1162	30	2	2

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Miljødirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Einar Flaa

STIKKORD/KEYWORDS:

Grønne tak, lokal overvannshåndtering, LOD, *Sedum*Green roofs, stormwater management, *Sedum*

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Grøntmiljø

Urban Greening

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Grønne tak demper og fordrøyer avrenning etter nedbør og er etablert som et tiltak for lokal overvannsdiskonering. I prosjektet *Fremtidens Byer*, ble det i 2014 etablert forsøksstak med utprøving av ulike tekniske løsninger og vegetasjon i flere norske byer. I denne rapporten følger vi opp utviklingen på disse takene med analyser og vurderinger av vegetasjonen 3 vekstsesonger etter oppstart.

Undersøkelsene viser at det er stor forskjell i kvalitet på vegetasjonen på de ulike takene. Noen få har høy og akseptabel kvalitet, men mange har middels til lav og ikke akseptabel kvalitet. Det er et stort problem at en ikke klarer å opprettholde kvaliteten på takene over tid. Noen av problemene skriver seg fra oppstartsfasen, mens andre er resultat av episoder med krevende værforhold som har gitt stor utgang av vegetasjon. Noen er også et resultat av lokale miljøforhold. Takene på Kalvøya, Bærum er et godt eksempel på det, der en nå har godt dokumentert negative effekter av skygge og le på bergknappvegetasjonen.

I tillegg til de store utfordringene med kvalitet, er det en dynamikk i utvikling av vegetasjonen som kan få konsekvenser på sikt. Matter med de høyvokste *Phedimus* og *Hylotelephium* artene gir stort sett godt og tett vegetasjonsdekke, men utkonkurrerer de lave artene og dominerer fullstendig på flere av takene. Det ser også ut til å være en utfordring å få til gode løsninger basert på lave stedege arter. Arbeidet med å finne bedre løsninger basert på stedege arter bør intensiveres.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

For å kunne dra nytte av disse takene i flere år framover, er det behov for tekniske justeringer og oppfølging på flere av takene som reparasjon av skader, gjødsling og luking av ugras. Disse justeringene bør skje i 2017.

GODKJENT /APPROVED



HÅKON BORCH

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



HANS MARTIN HANSLIN



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

1 Innledning

Grønne tak kan holde igjen en vesentlig del av nedbøren og forsinke avrenningen fra takene. De kan derfor brukes som et tiltak for å håndtere overvann lokalt og redusere påslipp til ledningsnett (Noreng et al. 2012, Braskerud 2014a,b, Locatelli et al. 2014). Grønne tak er derfor et av flere tiltak som kan redusere behovet for å oppskalere ledningsnett etter hvert som byer og tettsteder vokser og fortettes. I tillegg til å håndtere overvann lokalt, kan grønne tak ha flere funksjoner og bidra til leveranse av ulike økosystemtjenester og et bedre bymiljø (Oberndorfer et al. 2007, Lundholm og Williams 2015). De fleste av disse er knyttet til biologisk mangfold og estetikk der grønne tak kan fungere som erstatningshabitat for ulike arter, levere pollen og nektarressurser til pollinerende insekter, osv. Grønne tak kan derfor brukes aktivt for å legge til rette for mer natur i byene der de pedagogisk og estetiske aspektene ikke skal undervurderes. Dette er et ledd i prosessen med å flytte fokus fra vann som et problem til å bruke vann som en ressurs.

For å undersøke hvordan oppbygninger av takene og ulik bruk av vegetasjon påvirker hvordan takene fungerer under forskjellige klimaforhold, ble det i prosjektet *Fremtidens Byer* våren 2014 etablert forsøksstak i Oslo, Bærum, Drammen, Sandnes, Bergen, Trondheim og Tromsø. En oversikt over takenes oppbygning er gitt i Hanslin & Johannessen (2015). For å dokumentere hvordan vegetasjonen på disse takene utvikler seg, har vi i løpet av 2016 analysert vegetasjonen på alle takrutene som er lagt ut. Vi har ikke gode startverdier for vegetasjonssammensetningen, bare omtrentlige artslistene fra leverandørene. Registreringene i 2016 vil fungere som en baseline nå slik at detaljer i utviklingen kan følges over tid. Det har allerede skjedd en del endringer fra utleggingen i 2014 til registreringene i 2016. Noen er beskrevet i Hanslin & Johannessen (2015) og endringer siste år rapporteres her. Denne rapporten beskriver metodene og resultatene fra denne registreringen. Oversiktene over takoppbygging og vegetasjonen vises i Vedlegg 1.

Undersøkelsen vil gi svar på hvordan de ulike systemene (kombinasjoner av oppbygning og vegetasjon) fungerer under ulike miljøforhold. Vi ønsker også svar på spørsmål som i hvor stor grad vegetasjonen utvikler seg ulikt, eller om de beholder den opprinnelige artssammensetningen i ulike klima og en vurdering av hvilke arter som overlever og trives i de ulike systemene og stedene. Siden forrige rapport i 2015, har Marina Bakhtina fullført sin Mastergrad ved Høgskolen i Sørøst-Norge (Bakhtina 2016), der hun har dokumentert vegetasjonen på grønne tak i og rundt Oslo av ulik alder. Noen av hennes resultater er relevante for dette arbeidet.

2 Tilnærming

2.1 Generelle observasjoner

Undersøkelsene ble gjennomført i Bergen (14/9), Sandnes (24/8) og Trondheim (20/8) av Birgitte Gisvold Johannessen og i Drammen (29/9), Bærum (30/9), Oslo (30/9) og Tromsø (4/10) av Hans Martin Hanslin. For hver takrute ble tilstanden vurdert, dokumentert med bilder og sammenholdt med tilstand 2015. Dekningsgrad, skader og ugras ble dokumentert. Observasjonene suppleres med resultater fra Nibio sine forsøktak på Særheim, Klepp kommune. Værdata for de ulike byene i perioden 2014-2016 er gitt i vedlegg 2. Vi bruker stort sett norske navn på artene i rapporten. En oversikt over vitenskapelige navn er gitt i Tabell 1.

2.2 Metoder vegetasjonsanalyser

Vegetasjonen på takene ble nærmere undersøkt i 1 x 1 m analyseruter plassert i representative deler av rutene. I Bærum ble det plassert en analyserute sentralt per tak. I Trondheim ble det plassert 3 analyseruter per tak fordelt på en nede, en nært midten og en mot toppen av takruta. På de andre takene ble det plassert 2 ruter, en nede og en oppe på takruta. I Tromsø ble en skyggesone på 30 cm nært takkanten unngått ved utlegging av analyserutene.

Plassering av rutene er målt inn slik at de samme rutene kan følges over tid. Hver analyserute ble delt inn i 100 10 x 10 cm småruter. Dekningsgrad av hver art ble vurdert for hele ruta samlet, inkludert dekning av moser, ugras og eksponerte vekstmasser. Antall ruter med forekomst per art (=frekvens) og antall ruter med et dekke av bergknapp <40 % dekningsgrad er også registrert for 5 av takene. Bladmassen ble projisert ned på et plan, selv om lave og høye arter utgjør to ulike sjikt på en del av rutene. Det var stort sett ingen annen vegetasjon under de høye artene. Definisjonen av ugras er ikke enkel. Vi sikter i utgangspunktet til ikke-plantede arter som har spredd seg til taket naturlig, eller fulgte med i vekstmassene. Det er i utgangspunktet positivt med etablering av flere arter på takene, men med unntak av et par arter, er artene vi registrerte uønskede på denne typen grønne tak da de sterkt konkurrerer ut bergknappvegetasjonen i fuktige perioder.

Det var problemer med å få identifisert noe plantematerialet. Det var spesielt vanskelig å skille sibirbergknapp og gullbergknapp bare basert på vegetative deler. Mye av materialet hadde en vekstform som en mellomting mellom artene. Det er brukt en del sortsmateriale for disse artene og disse avviker en del fra normalarten i tillegg til at vekstforholdene påvirker vekstformen. Disse bør være enklere å skille i blomst, men da må registreringene gjennomføres tidligere på året. Vi har derfor slått sammen disse to artene til en enhet og kalt den *Phedimus* coll. i denne rapporten. Det var også noe usikkerhet rundt noe material i genseland mellom lydisk bergknapp, gråbergknapp og *S. pallidum*. Disse forekom stort sett i

Tabell 1. Oversikt over norske artsnavn brukt i rapporten

Norsk navn	Vitenskapelig navn
Bitterbergknapp	<i>Sedum acre</i> L.
Hvitbergknapp	<i>Sedum album</i> L.
Kystbergknapp	<i>Sedum anglicum</i> Huds.
Gråbergknapp	<i>Sedum hispanicum</i> L.
Lydisk bergknapp	<i>Sedum lydium</i> Boiss.
Broddbergknapp	<i>Sedum rupestre</i> L.
Kantbergknapp	<i>Sedum sexangulare</i> L.
Høstbergknapp	<i>Hylotelephium ewersii</i> (Ledeb.)
Sibirbergknapp	<i>Phedimus hybridus</i> (L.)
Gullbergknapp	<i>Phedimus kamtschaticus</i> (Fisch.)
Gravbergknapp	<i>Phedimus spurius</i> (M.Bieb.)

sentrum av lydisk bergknapp bestand, men med en klart avvikende vekstform som på bladfasong ligner gråbergknapp. Disse er foreløpig identifisert som lydisk bergknapp. Det var også noe tvil rundt kystbergknapp og en kultivar av hvitbergknapp. Disse typene var ikke fertile og ikke entydig enkle å skille på bladfasong da dette er en variabel egenskap. Etter sammenligning med dyrket materiale på Særheim, ble disse identifisert til kystbergknapp. For noen av takene skyldes noe av tvilen at informasjonen om hvilke vegetasjonsmatter som ble lagt ikke ser ut til å stemme i alle tilfeller.

For hver analyserute ble antall arter summert og Shannon diversitetsindeks (H) og evenness estimert. Diversitetsindeksen gir et estimat på mangfoldet i vegetasjonen basert på antall arter og forekomsten av hver enkelt. Evenness er et mål mellom 0 og 1 på hvor jevnt dekningsgraden er fordelt mellom artene på takene. Høye verdier viser jevn fordeling mellom artene, mens lave verdier viser at en eller noen få arter dominerer. For å undersøke om takene fortsatt grupperes etter artssammensetning slik den var da mattene ble lagt ut, ble det gjort en cluster analyse på standardiserte dekningsdata (Ward Linkage, Squared Euclidean Distance).



Typiske skudd av lydisk bergknapp i midten, med noe avvikende form rundt



Tilsvarende avvikende form, foreløpig identifisert som lydisk bergknapp



Noe av variasjonen i hvitbergknapp, med den vanlige formen nede til høyre og en mer kortbladet form midt i bildet

Bilder av lavtvoksende bergknapparter registrert på takene.



Bitterbergknapp
(*Sedum acre*)

Hvitbergknapp
(*S. album*)

Kystbergknapp
(*S. anglicum*)

Gråbergknapp
(*S. hispanicum*)



Lydisk bergknapp
(*S. lydium*)

Broddbergknapp
(*S. rupestre*)

Kantbergknapp
(*S. sexangulare*)

Gravbergknapp
(*Phedimus spurius*)

3 Status 2016

3.1 Tilstand 2016 og endringer siden 2015

Her presenterer vi en vurdering av vegetasjonen og takene, sted for sted og rute for rute. Endringer fra 2015 til 2016 er notert for hvert tak. Rutene er listet etter nummer og systemet er satt i parentes. Oversikt over systemene er gitt i Vedlegg 1.

Tromsø

Fortsatt noe glissen vegetasjon etter problemene våren 2015 og mye ugras i noen av rutene. Det ble gjødslet med 40 g/m² langtidsvirkende gjødsel som i fjor. Taket er godt eksponert for sol, men noe skjermet mot vind fra nord og nord-øst. Ca 30 cm skyggeeffekt langs ytterkant som også gir noe le.

1. (1A) Det ble lagt nye matter fra samme leverandør på 2/3 av rute fra venstre, den 28.05. 2016. Gamle matter fra 2014 er beholdt på 1/3 av rute for sammenligning. Vegetasjonen på nye matter er variert med mye grasugras. De gamle mattene har mye mose og høstbergknapp. Endring: moser har dekket ledig areal i gamle matter og høstbergknapp ekspandert noe.
2. (2A) Flekkvis er det mye høyvokste arter, ellers jevnt dekke. Det er mye ugras (arve) i ruta og noe eksponert kokosfiber. Store mengder ugras luket gjennom sesongen. Endring: noe tettere dekke av lave arter, store arter har ekspandert noe.
3. (3A) Jevnt lavt vegetasjonsdekke i hele ruta, lave arter. Også her mye ugras i hele ruta. Endring: lave arter har fått bedre dekning og tettet litt av de åpne flekkene.
4. (4B) Jevnt lavt dekke med litt mose og svært lite ugras. Stor andel bitterbergknapp. Endring: mer mose og fortsatt glissen bergknappvegetasjon.
5. (L5) Kreklingrute. Som 2015, men kreklingplantene har mange nye skudd. Mye bergknapp fra fragmenter. Endring: mer bergknapp fra fragmenter og mer mose.
6. (L6) Kreklingrute. Fortsatt lyse skudd som tyder på næringsubalanse. Mange nye skudd fra basis. Noe ugras og bergknapp fra fragment. Endring: litt bedring av enkeltplanter, mer sedum, ugras og moser.



Oversiktsbilde fra Tromsø. Rute 1 med system 1A nærmest



Detaljer fra rute 1. Nylagte matter 2016.



Røttene søker ned i koppene i dreneringslaget i løpet av andre vekstsesong

Trondheim

Det har vært en betydelig utgang av sedum i Trondheim fra 2015 til 2016 for alle rutene, og først langt ut på sommeren 2016 begynte vegetasjonen å reetablere seg. Det ble gjødslet med 45 g/m² med langtidsvirkende gjødsel i overgangen mai/juni. Taket er godt eksponert for sol og vind.

1. (1B) Variert vegetasjon med blanding av høye og lave arter. Noe ugras nederst i ruta. Endring: noe utgang av lave arter.
2. (3B) Svært tynt vegetasjonsdekke, med store områder med eksponerte vekstmasser. Mest vegetasjon (inkludert ugras) nederst på rute. Endring: stor utgang av vegetasjon. Betydelig økning i andel eksponerte vekstmasser.
3. (2D) Tuer med høye arter, ujevnt og glissent dekke av lave arter. Mye ugras, spesielt nederst på rute. Endring: Noe nedgang i lave arter og økning av ugras.
4. (L4) Noe ujevnt tynt lag med lave arter. Mye ugras, spesielt nederst på rute. Endring: Noe utgang av bergknapp og økning i ugras.



Rute 1 Trondheim

Rute 2 med lav vegetasjonsdekning

Rute 3 med mye ugras

Rute 4 med mye ugras

Bergen

Det har vært en betydelig utgang av bergknapp i Bergen fra 2015 til 2016 for alle rutene, og først langt ut på sommeren 2016 begynte vegetasjonen å reetablere seg. Det ble gjødslet med 50 g/m² med fullgjødsel i mai. Store forskjeller i kvalitet mellom rutene. En del utgang og liten evne til å tette luker i vegetasjonen. Takene er godt eksponert for sol og vind.

1. (1B) Variert vegetasjon, høy kvalitet. En vesentlig andel høye arter. Endring: Noe tettere dekke av høye arter.
2. (3B) Glissen og ujevnt vegetasjonsdekke med noe mose. Endring: Samme tendens som i 2015 med reduksjon i bergknappdekke. Mer moser. Økning i andel eksponerte vekstmasser.
3. (2C) Ujevn rute med områder med god dekning til områder med svært lav dekning. En del ugras. Endring: bedre dekning på noen bergknapparter og noe mer mose i deler av ruta. Et område med stor utgang av bergknapp.
4. (4D) Tynt og ujevnt dekke med lave bergknapp og noe mose. Mye ugras. Endring: Noe utgang sedum og mer ugras og mose.
5. (L3) Tynt og ujevnt dekke med lave og høye arter og noe mose. Mye ugras spesielt nederst på rute. Endring: Noe utgang bergknapp, mer ugras og noe mer mose.



Rute 1 Bergen

Rute 2

Rute 3- et av de bedre områdene

Rute 4

Sandnes

Jevnt over god kvalitet og få problemer med utgang. Noe ujevnt og glissent i enkelte ruter. Gjødset med 45 g/m² (30% fullgjødset/ 70% langtidsvirkende gjødset) i slutten av mars og med 45 g/m² fullgjødset i slutten av juni. Lokaliteten er skjermet for vind og noe skygget av skog rundt.

1. (1B) Tett og variert vegetasjonsdekke med høye og lave arter. Endring: Ikke mye endring.
2. (2B) Jevnt men stedvis noe glissent dekke av hovedsaklig lave arter, en del ugras og moser. Endring: noe mer ugras og moser og reduksjon i dekket av bergknapp.
3. (4D) Jevn men stedvis noe glissent dekke av lave arter. Endring: Noe tilvekst og bedre dekning på noen arter. Ikke store endringer.
4. (3B) Noe ujevnt dekke med lave og høye arter. Noe eksponert substrat. Endring: Noe tettere dekke.



Rute 1 Sandnes

Rute 2

Rute 3

Rute 4

Drammen

Stor dominans av høye arter på noen av takene og fortsatt problemer med vegetasjonen på steinullmattene. Svært lite ugras. Taket er godt eksponert for sol og vind. Et pæretre rett ved garasjen påvirker noen av rutene. Forsøket med vanning av halvparten av rutene ble avsluttet i 2015.

1. (1B) Dominans av høye arter, noen store områder med mose og hvitbergknapp. Endring: store arter har blitt mer dominerende.
2. (3B) Store bare områder med noe sig av kokosmatte og åpent på toppen ved mønet slik at steinull er eksponert. Mer vegetasjon i nedre halvdel av ruta. Endring: bare små endringer.
3. (2B) Store områder med mose, høye arter og noe hvitbergknapp. Noen bare områder mot toppen. Endring: noe tettere vegetasjonsdekke, mose har fylt en del tomrom.
4. (1B) Godt dekke av høye arter og områder med hvitbergknapp. Noe mose, særlig mot toppen. Endring: ikke store endringer.

5. (3B) Mye bare områder, kokosmatte eksponert med glipp mot toppen. Lite mose, mest hvitbergknapp og noen høye arter. Endring: noe utgang lave bergknapparter.
6. (2B) Middels vegetasjonsdekke med mye høye arter og større områder med moser, bart mot toppen. En del død bergknapp. Endring: mye tettere dekke av høye arter.
7. (L2) Høy dekning store arter, litt hvitbergknapp i flekker. God kvalitet. Endring: noe tettere dekke.
8. (4C) Jevnt men tynt dekke. Endring: noe tynnere bergknappdekke med noe mer moser.
9. (1B) Tett dekke med høye arter og noen små flekker hvitbergknapp. Endring: tettere dekke høye arter.
10. (L2) Variert tett dekke. Endring: noe økning av dekke og høye arter.
11. (4C) Jevnt tynt dekke av lave arter som 8. Endring: litt mer glissent dekke.
12. (1B) Tett dekke av høye arter. Endring: noe tettere dekke høye arter.



Rute 2 Drammen

Rute 8

Rute 12

Bærum - Kalvøya

Det har vært noe ulik utvikling alt etter plassering av taket. Få, om noen, av takene har en akseptabel tilstand og kvalitet, og effekten av skygge er godt dokumentert på disse takene. Skyggen ser ut til å ha påvirket både lys og fuktighetsforhold. Takene er i tillegg godt skjermet mot vind av vegetasjonen rundt.

1. (2B) Storvokst vegetasjon med mye ugras. Endring: noe mer høye bergknapp.
2. (Felles) Lite vegetasjon, mest eksponert substrat. Endring: Stor utgang av bergknapp, noen tuer med høye arter igjen. Mye eksponert substrat.
3. (1B) Områder med høye arter, en del løv og dødt plantematerial. Endring: noe utgang av ugras, mer eksponert substrat.
4. (4C) Lite vegetasjon igjen, mye eksponert substrat. Endring: stor utgang av bergknapp på tak med lave arter.
5. (3B) Flekkvis vegetasjon, mest nederst på taket. Skader på mattene. Endring: stor utgang av lave arter, mye eksponert substrat.
6. (Felles) Tuer med høye arter står igjen. Mye eksponert substrat. Endring: stor utgang av lave arter.



Hus 2 Bærum

Rute 1

Rute 4

Rute 6

Oslo1 - Helfyr

Stort sett god kvalitet på takene og lite ugras. Økende mengde moser i noen av løsningene. Deler av taket er noe skjermet mot vind fra øst.

1. (1A) Tett variert vegetasjonsdekke. Mose fyller ut åpne arealer. Endring: noe ekspansjon av høye arter.
2. (2A) Tett vegetasjonsdekke, noe mer mose enn i 1. Glipp mellom vegetasjonsmatter. Endring: noe ekspansjon av høye arter
3. (3A) Stort sett tett vegetasjonsdekke med lite mose. Mest lave bergknapparter. Endring: ikke mye endring.
4. (4A) Glissent dekke av lave bergknapparter. Mye mose. Endring: redusert dekke av bergknapp og mer moser.
5. (L1) Todelt rute. Nærmest med mye eksponert substrat og vegetasjon etablert fra fragmenter. Jevnt men tynt dekke av lave arter med lite mose. Borterst med noe tettere dekke av vegetasjon etablert fra matter. Endring: Ikke store endringer, men noe etablering fra fragmenter på eksponert substrat.



Oversikt sett fra rute 5 Helfyr

Rute1

En del moser i et par av rutene

Oslo2 - Kringsjø

To av rutene er eldre, enn rute 2 som ble etablert i 2015. Det er gjennomgående stor dominans av de storvokste artene i de eldste rutene. Ruter 1 og 3 ble ikke gjødslet i 2016, mens rute 2 fikk 25-30 gram langsomtvirkende NPK/m². Taket er godt eksponert for sol og vind.

1. (1A) Stor dominans av høye arter, noen områder med lave arter og moser. Endring: noe økt dekke av høye arter.

2. (2A) Variert tett dekke av lave arter. Endring: ikke store endringer.
3. (1B) Stor dominans av høye arter, noen områder med lave arter og moser. Endring: noe økt dekke av høye arter



Rute 1 Oslo2

Rute 2

Rute 2

3.2 Vegetasjonsanalyser

En oversikt over dekningsgrad for enkeltruter er gitt i Figur 1 og Figur 2. Det er stor variasjon i dekningsgrad mellom lokaliteter og ruter og tilsvarende stor variasjon i kvalitet på rutene. Areal med eksponert substrat er godt under 20 % for de fleste systemene, men noen få ruter med vesentlig høyere areal med eksponert substrat. Dette skyldes i hovedsak noen dårlige ruter i Bærum, Drammen og Trondheim. Det er en del moser i alle systemene (opp mot rundt 25%), men gjennomgående mer i vegetasjonsmatte 5. Ser en på gjennomsnittsverdiene, så var det mellom 55-86 % dekning av bergknapp i rutene, med unntak av vegetasjon 5 som hadde noe lavere dekning (47 %). Figuren viser svært stor variasjon i total dekning av bergknapparter innen de fleste vegetasjonsmattene. Hvis en ser på moser og bergknapparter samlet, ligger gjennomsnittlig dekning for vegetasjonsmattene mellom 70 og 95 %. Også her er det stor variasjon i samlet dekning mellom vegetasjonsmattene. Vegetasjon 2 (30-100 %), 3, og 4 (begge 50-100 %) har stor variasjon mellom ruter, mens vegetasjon 1 og 5 har høyere dekning og vesentlig mindre variasjon mellom rutene. Mye av variasjonen skyldes også her noen ruter i Bærum og Drammen, men også ruter i Bergen og Trondheim bidrar til stor variasjon i vegetasjonsmatter 2, 3 og 4.

Selv om ugras lukes, har det vært noen problemer med å holde takene frie for ugras i Bergen, Trondheim og Tromsø og det har særlig gitt seg utslag i en del ugras i vegetasjonsmatter 2, 3 og 4. På lokaliteter med lite ugras, er det derimot kun små forskjell i dekning av ugras mellom vegetasjonsmattene. System 1 og 5 har gjennomgående mindre ugras enn resten. Det er også noe mer ugras i de tykkere mattene og nederst på takrutene.

Når en ser på andelen småruter (10 x 10 cm) med mindre enn 40% dekning av bergknapparter, er det noen tydelig forskjell både mellom lokaliteter og kombinasjoner systemer og vegetasjon. Takene i Bærum og Drammen skiller seg klart ut med noen ruter med lite dekning. Takene på Oslo1, Oslo2 og Tromsø har god dekning og få ruter med mindre enn 40 % dekning. Dette har også en sammenheng med hvilke typer systemer som testes de ulike stedene. Bergen, Sandnes og Trondheim har ikke disse registreringene.

Systemene 3B og 4C og vegetasjonsmattene 2 og 5 har flere ruter med lav dekning, men det er en del variasjon mellom lokalitetene. Vegetasjonsmatte 1 har få ruter med lite dekning, men 2/3 av ruten i Tromsø er byttet ut pga stor utgang og takene på Oslo2 med vegetasjonsmatte 1 er eldre enn resten av rutene. Vegetasjonsmatter 2 og 5 har stor variasjon i dekningsgrad.

Antall småruter med dekning mindre en 40 % avtar som ventet med økende dekning av bergknapparter totalt og det er tilsvarende en svak tendens til at antallet slike ruter øker med

dekningsgraden av moser. Derimot var det ingen sammenheng med dekning av eksponert substrat eller ugras.

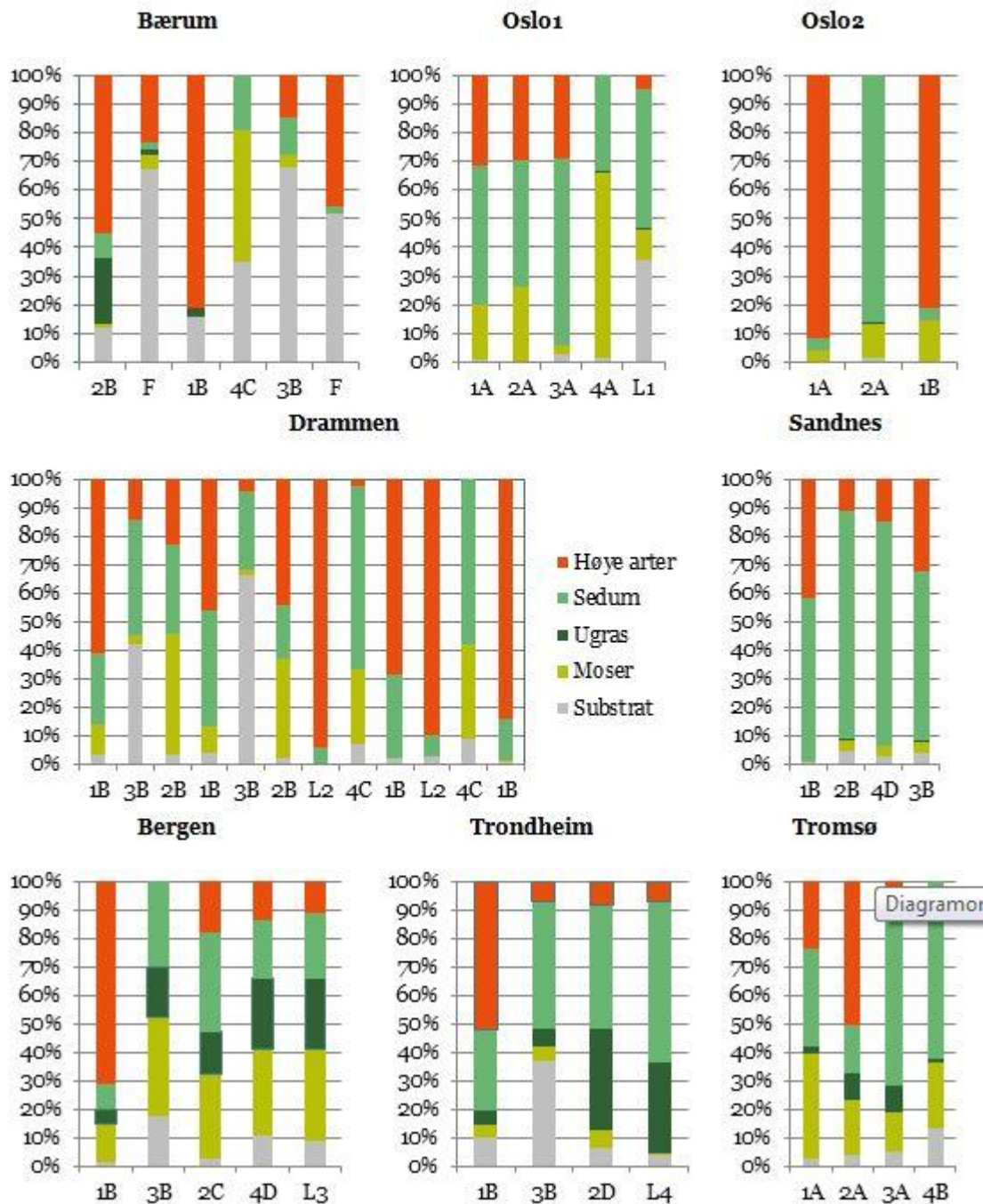
Antall arter og mangfold

Det er registrert mellom 1 og 8 bergknapparter i analyserutene, gjennomgående er det rundt 4 arter per rute (Figur 3). Det har altså vært en reduksjon i antall arter og noen av de mest artsrike mattene har mistet halvparten eller mer av artene de hadde ved utlegging. Det har også vært noe etablering av arter fra naborutene, så noen ruter har fått etablert bergknapparter de ikke hadde i utgangspunktet. Vegetasjonsmattene følger stort sett den samme tekniske løsningen, så vi diskuterer endringer i forhold til vegetasjonsmattene.

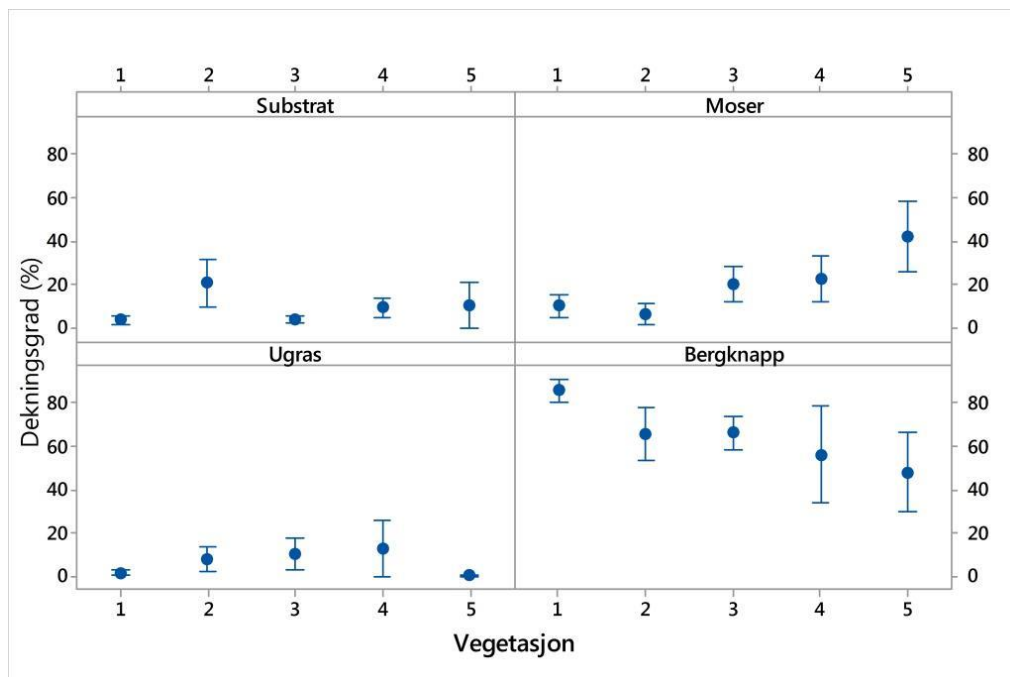
Det var stor variasjon og stort spenn i Shannon diversitetsindeks (median 0.86) og ingen forskjeller mellom vegetasjonsmattene (Figur 3). Unntaket er vegetasjonsmatter 5, som startet med 3 arter. Det var også stor variasjon i evenness og ingen store forskjeller mellom vegetasjonssystemene (median 0.62). Det var en tendens til at både diversitet og Evenness avtok med økende dekningsgrad av de høyvokste *Phedimus coll.*

Cluster analysen som ble gjennomført for å se om takene fortsatt grupperes etter artssammensetning slik de ble lagt ut, dvs. om rutene fortsatt grupperte seg som vegetasjon 1 til 5, viste at det har skjedd en del endringer (Figur 4). Rutene med vegetasjonsmatte 1 grupperes stort sett i samme hovedgruppe, mens rutene fra de fleste andre vegetasjonsmattene er spredt over flere grupper. Rutene av matte 2 er spredt på flere grupper, mens 4 og 5 hovedsakelig er i samme hovedgruppe. Rutene fra matte 3 er fordelt på et par grupper. Prosessene som styrer disse endringene er tap av arter fra de artsrike mattene pga. konkurranse eller dødelighet i forbindelse med vanskelige miljøforhold, og til en mindre grad tilkomst av arter via fragmenter fra naboruter.

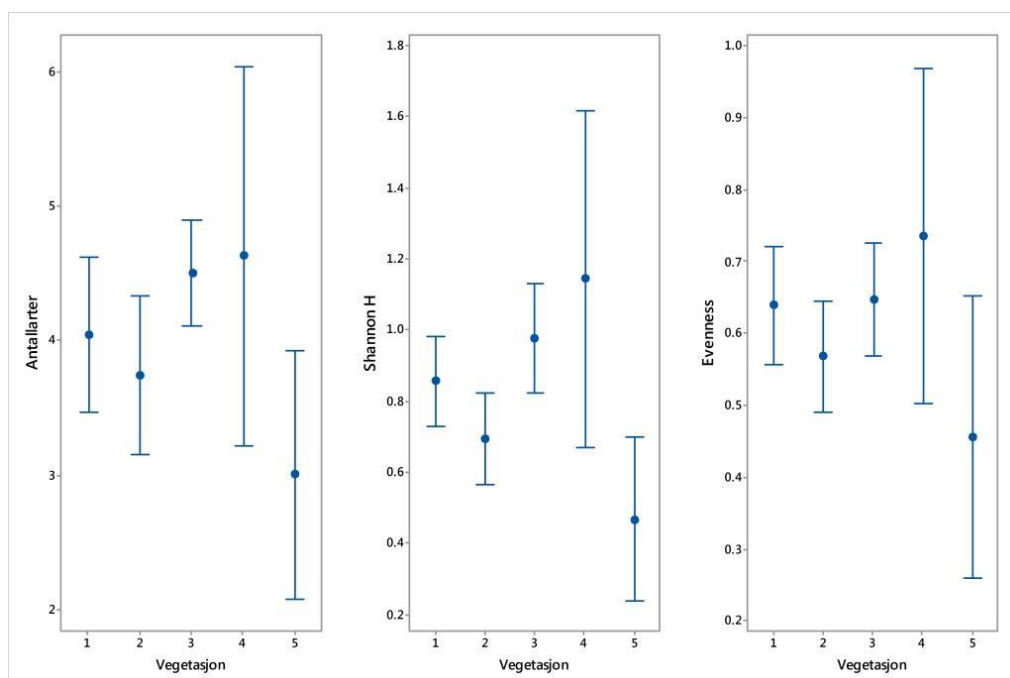
Vi ser på flere av lokalitetene en stor og økende dominans av de høye artene (*Phedimus coll.* og *Hylotelephium ewersii*). I Bærum var dekningsgraden av disse artene oppe i 77 %, i Bergen 71 %, Drammen 61-85 %, Oslo2 71-91 % av totalarealet per rute for ruter der disse artene opprinnelig var i vegetasjonsmattene. Dette gir et tett dekke som skygger ut de lavvokste artene. I tillegg har en utgang eller reduksjon av arter som skyldes miljøforholdene. Så langt ser det ut til at denne effekten er størst under gunstige forhold, mens den f.eks. på Oslo1-Helsfyr, Sandnes, Tromsø og Trondheim går mer langsomt med hhv. 31, 42, 50 og 51 % dekning av disse artene, men for de fleste lokalitetene er det betydelige forskjeller mellom rutene der disse artene var opprinnelig, men det er vanskelig å trekke konklusjoner om dette er et større problem med matter for system 1 eller 2.



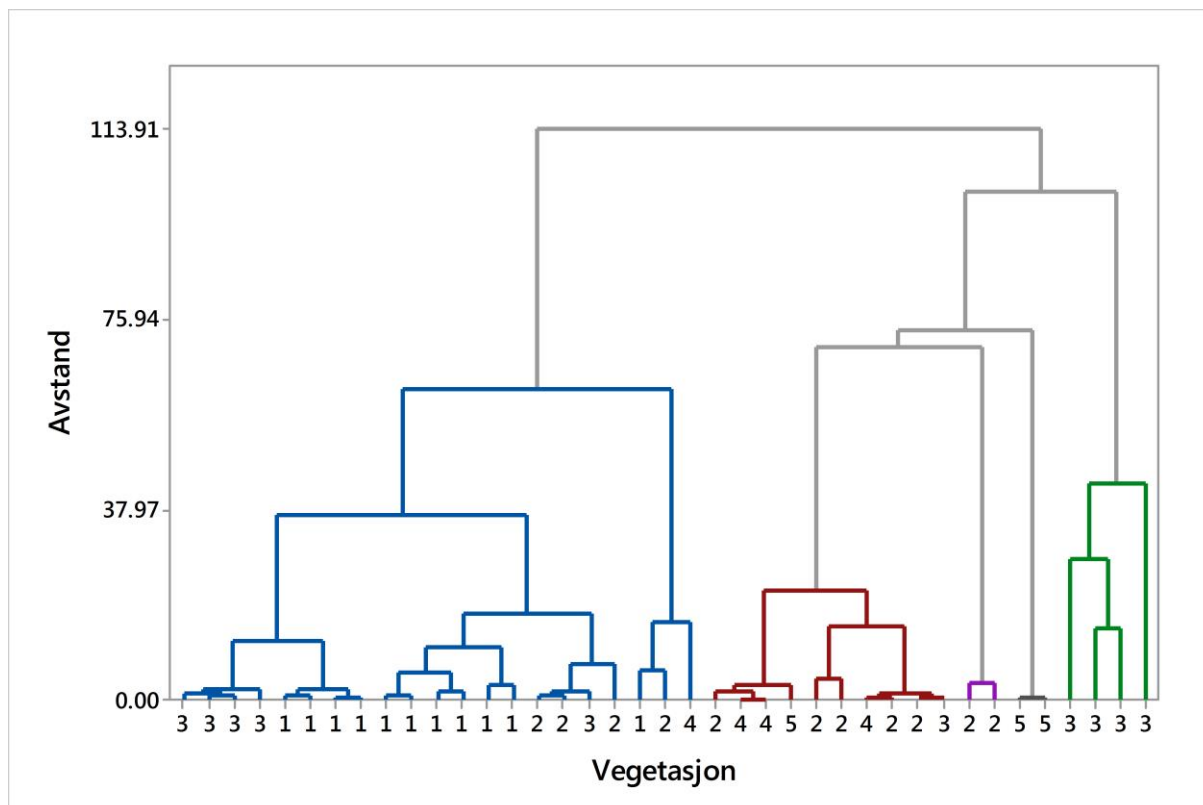
Figur 1. Dekningsgrad i de ulike takrutene fordelt på eksponert substrat, moser, ugras, lave *Sedum* arter og høye arter (*Hylotelephium* og *Phedimus* arter). Koder langs x-aksen viser til systemene for takoppbygging vist i vedlegg 1.



Figur 2. Dekningsgrad (gjennomsnitt med 95 % konfidensintervall) av eksponert substrat, moser, ugras og bergknapparter totalt presentert for hver av de 5 typene vegetasjonsmattene.



Figur 3. Oversikt over gjennomsnittlig antall arter (med 95 % konfidensintervall) per analyserute for de ulike vegetasjonsmattene samt estimerer på Shannon diversitetsindeks som et mål på botanisk mangfold og Evenness som et mål på hvor jevnt dekningsgraden er fordelt mellom artene på takene. Vegetasjonsmattene hadde i utgangspunktet hhv. 7, 7, 6, 4 og 3 arter ved utlegging.



Figur 4. Dendrogram som viser resultatet av en cluster analyse for å undersøke om vegetasjonen på takene fortsatt kan grupperes etter den typen vegetasjonsmatter som ble lagt ut i 2014. Vegetasjon nr 1 til 5 refererer til vegetasjonsmattene listet i Vedlegget.

Artstrender

Bitterbergknapp (*Sedum acre*) har god utvikling Bergen, Trondheim og Tromsø, men har svært begrenset forekomst på de andre lokalitetene. Oftes står det igjen bare noen få skudd.

Hvitbergknapp (*S. album*) ser ut til å ha en betydelig nedgang langs kysten og nordover, men det må følges opp med registreringer over tid. Den har en god utvikling på takene i og rundt Oslo hvis den ikke skygges ut av de høye artene. Denne utviklingen kan forklare noe av den dårlige kvaliteten på ruter i Bergen, Trondheim og Tromsø.

Kystbergknapp (*S. anglicum*) er bare inkludert i en av vegetasjonsmattene og denne er bare testet ut noen få steder. Den har god utvikling på noen av lokalitetene der den er testet som Drammen og Sandnes.

Gråbergknapp (*S. hispanicum*) har en noe mer tilfeldig forekomst. Den var opprinnelig bare i en av vegetasjonsmattene ved start, men ser ut til å spre seg mellom rutene.

Lydisk bergknapp (*S. lydium*) er også mer tilfeldig i forekomsten. På noen av lokaliteten har den svært god utvikling som i Sandnes og Oslo 2. For de fleste rutene der den finnes har den lav total dekning, men er mer jevnt spredt utover rutene. Den har også godt utviklede skudd i Tromsø. Den er så langt ikke negativt påvirket av klima mot nord.

Broddbergknapp (*S. rupestre*) går helt ut på forsøktakene. Den forekommer opprinnelig i tre av vegetasjonsmattene, men kun et enkelt skudd ble gjenfunnet i registreringene. Den svært like *S. fosterianum* ble observert med noen få skudd i de nylagte mattene i Tromsø.

Kantbergknapp (*S. sexangulare*) er et betydelig innslag (5-25 %) i mange av rutene på flere av lokalitetene, også på Vestlandet.

Høstbergknapp (*Hylotelephium ewersi*) har jevnt en forekomst på 10-20 % av arealet i rutene der den forekom opprinnelig. Har gått ut i Sandnes.

Gravbergknapp (*Phedimus spurius*) har en jevn forekomst i mange av rutene uten å dekke store arealer, selv om den har svært høy dekning i noen ruter i Drammen. Vesentlig lavere forekomst i Sandnes, Trondheim og Tromsø, enn resten av lokalitetene. Denne arten sprer seg raskt mellom rutene, mest sannsynlig med fragmenter.

Sibirbergknapp og gullbergknapp er samlet (*Phedimus coll.*) er, da de er vanskelige å skille fra hverandre. Disse har god vekst og svært høy dekning på mange av takene der de skygger ut alt av lavere vegetasjon. De har bare begrenset (om noe) spredning mellom rutene.

Ugrasvegetasjonen

Det ble registrert mye forskjellig ugras, fra store reproduserende individer av melkearter, løvetann, hvitkløver osv. til frøplanter av furu. Mengdene og artene varierer mellom lokalitetene. Ulike arter av melke og arve har stor evne til å etablere seg på grønne tak og sette frø.

Moser

Det ble registrert bare noen få arter av moser og det meste ser ut til å være med mattene fra produksjonen.

Etablering fra frø

Evnen til reetablering etter utgang, ser hovedsakelig ut til å skje ved ny vegetativ vekst fra overlevende individer og bryting av knopper fra de gamle bladløse stenglene. Av alle de undersøkte rutene, ble det registrert frøplanter av bergknapp bare på et av Bærumstakene med mye eksponert finkornet substrat. Disse frøplantene er mest sannsynlig gråbergknapp også den eneste arten vi ser sprer seg med frø i forsøkene på Særheim. Det ble også samlet frø av *Phedimus coll.* på noen av takene for å se på spiredyktigheten. Så langt er det bare frø fra en av 6 innsamlinger som har spirt.



Frøplanter på 3B taket i Bærum. Foreløpig identifisert som gråbergknapp

Frøplanter av gråbergknapp i veksthus

Frøplanter fra innsamlet frø av *Phedimus coll.* spirt i veksthus

4 Diskusjon og konklusjoner

4.1 Vegetasjonsutvikling

Så langt har det vært noen episoder med vanskelige miljøforhold som har forårsaket størst utgang av arter. Kald og fuktig vår 2015 i Tromsø, og en uttørking som mest sannsynlig skyldes lav temperatur i vekstmediet, vind og sol våren 2016 i Bergen og Trondheim, har skilt seg ut som viktige. Alle artene reagerer ikke likt på miljøforholdene, så slike episoder kan i tillegg til å gi en kraftig reduksjon i vegetasjonsdekket og kvaliteten på takene også sortere kraftig i artssammensetningen. Observasjoner fra forsøktakene på Særheim og noen få enkeltskudd på Sandnes og i Troms indikerer også at plantesykdommer kan spille en rolle og påvirke hvilke arter som overlever.

Det er en tendens til at hvitbergknapp går ut langs kysten, og at *S. acre* gjør det bedre mot nord. En sørlig art som lydisk bergknapp klarer seg godt på mange av takene, selv i Tromsø. *Phedimus* artene med de ettårige skuddene har god vinterherdighet. Høstbergknapp har også underjordiske knoller som sender opp nye skudd hvis skuddet skades i tørke eller frost. De flerårige skuddene til de lave bergknappartene er mer påvirket av værforholdene. Disse artene har heller ikke like store ressurser til gjenvekst hvis skuddene skades. Broddbergknapp går raskt ut på alle lokalitetene. Dette tyder på at miljøforholdene på tak er for krevende for denne arten. På Særheim står det igjen noen glisne bestander på forsøktakene fra 2014. Bakhtina (2016) registrerte denne arten på noen av takene hun undersøkte, men bare med lav forekomst.

Det er en trend på noen av takene at de høyvokste artene konkurrerer ut de lavere artene. Dette gir en tett vegetasjon med god dekning basert på et par arter. Dette gjelder spesielt sibirbergknapp og gullbergknapp. Gravbergknapp har en mer krypende vekstform og dominerer i mindre grad. Høstbergknapp har mer glisne tuer som dekker en del, men den ekspanderer ikke like raskt. Det ser så langt ut til at denne utviklingen styrkes av god vanntilgang, men det kan ikke utelukkes at også næringstilgangen er viktig. Denne utviklingen går mer langsomt der det antas å være mest begrenset vanntilgang som på Helsefyr. Hvis en ønsker en mangfoldig vegetasjon på taket, må det vurderes om en skal bruke vegetasjonsmatter uten sibirbergknapp og gullbergknapp, eventuelt hvordan en skal legge til rette slik at de ikke tar helt over. Er målet kun vannhåndtering, har vi så langt ikke indikasjoner på at det er store forskjeller mellom bergknapparter når det gjelder tilbakeholding og fordrøying av vann, men en kan forvente at den større stående biomassen av de høye artene bruke noe mer vann slik at en raskere får reetablere retensjonskapasiteten i substratet. Vi vil få svar på dette når data fra måling av avrenning i Sandnes, Bergen og Trondheim er ferdig analysert.



Bitterbergknapp med soppangrep

Det er ikke tilfredsstillende at vi ikke har klart å skille bedre mellom sibirbergknapp (*Phedimus hybridus*) og gullbergknapp (*Phedimus kamtschaticus*). Det må tas bedre høyde for blomstringstid i fremtidige registreringer og samtidig vurdere bruk av molekylærbiologiske metoder. Å skille disse artene bare med vegetativt materiale er vanskelig, noe som også gjelder noen av de andre bergknappartene i studien.

4.2 Teknisk tilstand

Det er skader og tekniske problemer på noen av takene. Dette bør rettes opp i 2017. Det gjelder særlig matter som har glidd noe fra hverandre, der en må etterfylle masser i glipene. De fleste av takene i Bærum har liten verdi slik de ligger nå. Takene der har dokumentert at bergknappvegetasjon fungerer dårlig i skyggen Vi foreslår noen endring slik at disse takene fortsatt kan bidra til ny kunnskap. Den mest interessante tilnærmingen vil være å så til takene med lokal flora (dvs. med frø samlet på øya), basert på arter fra knauser og tynne jordlag. Dette kan gjennomføres høsten 2017 som et supplement til den vegetasjonen som er på takene nå. Systemet med Grodan mattene har en del tekniske skader og noe mangelfull vegetasjonsutvikling på noen av takene. Det er tydelig at en med denne løsningen må gjøre en ekstra grundig jobb med utlegging og oppfølging for å unngå eksponerte områder. Når steinull eksponeres, vil det effektivt trekke fuktighet ut av vekstmassene.

4.3 Kvalitet på takene

Det er stor forskjell i kvalitet på vegetasjonen på de ulike takene, noen få med høy og akseptabel kvalitet, men også mange med lav og ikke akseptabel kvalitet. Det er et stort problem at en ikke klarer å opprettholde kvaliteten på takene over tid. Dette er også noe av konklusjonene fra Bakhtina (2016) og Noreng et al. (2012). Foreløpig har vi for liten kunnskap om hva som gir planteutgang og dårlig kvalitet. Et par episoder med ekstreme forhold har ikke overraskende vist at forhold vinter og vår er viktige og kan gi betydelige skader i stor grad uavhengig av oppbygning av taket. I tillegg har en hatt langsom gjenvækst og reparasjon av skadene. Dette kunne kanskje vært oppnådd raskere ved mer målrettet skjøtsel, men kan også skyldes begrensninger i plantematerialet.

Det ser ut til å være en stor utfordring å få til gode løsninger basert på lave stedegne arter. Mattene med de norske artene gir jevnt over et godt inntrykk, men vegetasjonsdekket er tynt og tilsynelatende med begrenset evne til raskt å dekke hull i vegetasjonen. En bør se på metoder for å forbedre disse mattene, f.eks. økt genetisk bredde/variasjon i materialet en bruker, eller bruk av annen vegetasjon som raskere kan tette hull i vegetasjonen. Nibio har forsøk på gang som undersøker alternativ vegetasjon til grønne tak, men aktiviteten har ikke det omfanget som behøves for raske svar.

Matter med *Phedimus* og *Hylotelephium* artene gir stort sett godt og tett vegetasjonsdekke, men under litt fuktige forhold går antall arter ned over tid og en til to arter dominerer. Tak med disse artene er flotte i blomstringsperioden, men taper raskt estetiske kvaliteter etter hvert som plantene begynner å visne. Matter med de lave artene gir et mer jevnt inntrykk gjennom sesongen, selv om bitterbergknapp og hvitbergknapp har kraftig blomstring.

For å finne årsakene til manglende kvalitet på grønne tak, vil det være avgjørende at forsøktakene følges og dokumenteres over flere år. Registreringene til nå har allerede identifisert flere spørsmål som vi følger opp i andre forskningsprosjekter. Denne kombinasjonen av langtidsforsøk og mer målrettet eksperimentell aktivitet vil kunne identifisere de kritiske faktorene slik at en kan øke kvaliteten på grønne takene både for vannhåndtering og andre tjenester som biologisk mangfold og estetikk langs de store klimagradiene vi har i landet. For å ha fortsatt nytte av forsøktakene fra *Fremtidens Byer*, er det vesentlig at de vedlikeholdes i tilstrekkelig grad. 2017 blir et avgjørende år i forhold til oppfølging med lusing, gjødsling og reparasjon av skader.



Høyvokste *Phedimus* og *Hylotelephium* i blomst. Blomstrende
hvitbergknapp (hvite) og noen
bitterbegknapp (gule) i front (Oslo2)

Høyvokste arter ved
begynnende vissning
(Drammen)

Tak med lave arter (Oslo 2)

5 Referanser

- Bakhtina M. 2016. Vegetation composition of extensive green roofs in Oslo, Norway
MSc thesis, University College of Southeast Norway
- Braskerud BC. 2014a. Grønne tak og styrtregn. Effekten av ekstensive tak med sedumvegetasjon for redusert avrenning etter nedbør og snøsmelting i Oslo. NVE Rapport nr 65/2014
- Braskerud BC. 2014b. Styrtregn og avrenning fra grønne tak med sedumvegetasjon. VANN 04 2014.
- Hanslin HM, Johannessen BG. 2015. Erfaringer med grønne tak i 7 norske byer i perioden 2014 – 2015. Nibio rapport 1:40 2015.
- Locatelli L, Mark O, Mikkelsen PS, Arnbjerg-Nielsen K, Jensen MB, Binning PJ 2014. Modelling of green roof hydrological performance for urban drainage applications. *Journal of Hydrology* 519: 3237-3248.
- Lundholm J, Williams NS. 2015. Effects of vegetation on green roof ecosystem services. I: Sutton, R. ed. *Green Roof Ecosystems* (Springer) pp. 211-232.
- Noreng K, Kvalvik M, Busklein JO, Ødegård IM, Clewing CS, French HK. 2012. Grønne tak. Resultater fra et kunnskapsinnhentingsprosjekt. Prosjektrapport nr. 104 2012 SINTEF Byggforsk
- Oberndorfer EC, Lundholm JT, Bass B, Coffman R, Doshi H, Dunnett N, Gaffin S, Köhler M, Liu K, Rowe B. 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions and services. *BioScience* 57: 823-833.

6 Vedlegg

Vedlegg 1. Oversikt over tekniske løsninger og sammensetning av vegetasjonen på de ulike forsøktakene. Dette er tabell 1, 2, 3 og 4 fra rapport 2015

Tabell 1. Oversikt over grønne tak etablert i prosjektet Fremtidens Byer i 2014

Tabell 2. Oversikt over oppbygning av systemene som testes ut på grønne tak etablert i prosjektet Fremtidens Byer

Tabell 3. Lokale tilpasninger i oppbygning av taksystemene som testes på grønne tak etablert i prosjektet Fremtidens Byer

Tabell 4. Vegetasjonssammensetning i sedummatter lagt ut i rutene.

Vedlegg 2. Værdata for de ulike lokalitetene 2014-2015.

Tabell 1. Oversikt over grønne tak etablert i prosjektet Fremtidens Byer i 2014. Taket i Langmyrgrenda i Oslo, ble etablert i 2009.

Kommune	Oslo1	Oslo2	Bærum	Drammen	Sandnes	Bergen	Trondheim	Tromsø
Adresse	Strømsveien 102, 11. etg.	Langmyrgrenda 34b, garasjetak	Kalvøya, toalettanlegg	Lyngvn. 10, garasjetak	Rovikheimen, varmesentral	Nygårdstangen, pumpestasjon	Risvollan bl, bod	Rådhuset, 5. etg
Takvinkel (°)	flatt	3	27	20	15	15	9	flatt
Rutestørrelse (m ²)	7,7	8,0 (2,0 x 4,0)	5,6 (2,8 x 2)	4,2 (1,2 x 3,5)	8,5 (1,6 x 5,3)	7,7 (1,6 x 4,9)	14,8 (2,0 x 7,5)	9
Antall ruter	5	3	6	12, halvparten vannes	4	5	4	6
Eksponering	SV	N	3 tak i forskjellige retninger	SØ og NV	N-NØ	Ø	Ø	SV
Måling avrenning	Nei	Ja	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Nei

Tabell 2. Oversikt over oppbygning av systemene som testes ut på grønne tak etablert i prosjektet Fremtidens Byer. Med system menes spesifikke kombinasjoner av vegetasjon og tekniske løsninger for oppbygning av drenering. Nummer gitt i raden for vegetasjon viser hvilke av vegetasjonsblandingene i Tabell 4 som er brukt. Lokale tilpasninger av oppbygninger er gitt i Tabell 3. Plassering av de ulike systemene på de ulike takene er vist i Vedlegg 1. Systemene 2A-2D bruker et vekstmedium basert på knust og fraksjoner teglstein, torv, Leca og kompostert hageparkavfall. System 3A bruker et vekstmedium av pimpstein, lavagrus og noe organisk materiale.

System	1A	1B	2A	2B	2C	2D	3A	3B	4A	4B	4C
Plassering	Oslo1 Oslo2 Tromsø	Oslo2 Bærum Drammen Sandnes Bergen Trondh.	Oslo1 Tromsø	Bærum Drammen Sandnes	Bergen	Trondh.	Oslo1 Tromsø	Bærum Drammen Sandnes Bergen Trondh.	Oslo1	Tromsø	Bærum Drammen Sandnes Bergen
Filtduk		10 mm VT	4 mm filtduk	5 mm SSM45	5 mm SSM45	5 mm SSM45	-	25 mm Grodan	5 mm Filtduk	10mm Filtduk	10 eller 3,1 mm
Drenslag	25 mm Nophad rain 5+1 (XMS o- 4)	-	25 mm drenin g (FD 25-E)	75 mm Floraset FS75 med brønner opp	75 mm. Floraset FS75 - brønner ned	25 mm Flodrain FD25-E	10 mm Oldroyd 10B	-	20 mm Oldroyd XV green 25	20 mm Oldroyd XV green 25	-
Separasjon	(10 mm VT for Oslo2)-	-	0,6 mm Filtdu k	0,6 mm Filtduk	0,6 mm Filtduk	0,6 mm Filtduk		-	-	-	-
Substrat (mm)	-	-	40	50-60	Ikke oppgitt	50-60	40	-	-	-	-
Vegetasjon	1	1	3	3	3	3	2	2	5	4	4 (5 iBærum)

Tabell 3. Lokale tilpasninger i oppbygning av taksystemene som testes på grønne tak etablert i prosjektet Fremtidens Byer. Med system menes spesifikke kombinasjoner av vegetasjon og tekniske løsninger for oppbygning av drenering. Plassering av de ulike systemene på de ulike takene er vist i Vedlegg 1.

System	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Plassering	Oslo1	Drammen	Bergen	Trondheim	Tromsø	Tromsø
Matte			3,1 mm Colorgen T600			
Drenslag	10 mm Oldroyd 10B			21 mm Oldroyd XV 20 Green Xtra	Drensmatte	Torvtakblanding
Separasjon				0,6 mm Filtduk SF	Filtmatte	
Substrat	Pimpsteinblanding	Ferdigdyrkede moduler med blanding av pimpstein, lavagrus og noe organisk	Gressarmeringskassetter med pimpsteinblanding. Et par cm substrat fra system 2 på toppen	Blanding lavasand, pimpstein og kompost	50% torvbasert Rhododendronjord, 50 % lava og pimpsteinblanding	Torvtakblanding
Tykkelse substrat (mm)	80	80-90	Ca 60	50	100	200
Vegetasjon	Blanding 2 og stiklinger i halve ruta	Blanding 2	Blanding 4	Blanding 2	Lokalt innsamlet kreklingmatte	4 år gamle pluggplanter krekling

Tabell 4. Vegetasjonssammensetning i sedummatter lagt ut i rutene. Listen baserer seg på informasjon fra leverandørene. For noen av blandingene er det oppgitte et minimum antall arter og sorter som skal forekommer i mattene. Blanding 5 har bare materiale med norsk opphav. Taksonomi følger Artsdatabanken for arter som forekommer i Norge og The Plant List for arter ikke registrert i Norge. Det er uavklart taksonomisk status for noe av materialet, f.eks. *Sedum album* 'murale'. Risikovurdering fra Artsdatabanken per november 2015. Risikovurderingene er for artene ikke varianter eller kultivarer. Faktisk risiko kan variere mellom varianter og kultivarer, men det har vi ikke data til å vurdere.

Art/takson/kultivar		Populærnavn	Blanding 1	Blanding 2	Blanding 3	Blanding 4	Blanding 5	Risiko
<i>Sedum acre</i>	L.	Bitterbergknapp	1	1			1	Norsk art
<i>Sedum album</i>	L.	Hvitbergknapp	1			1	1	Norsk art
<i>Sedum album</i> 'Lime'	L.	Hvitbergknapp	1					
<i>Sedum album</i> 'Murale'	L.	Hvitbergknapp	1	1				
<i>Sedum album</i> 'Coral Carpet'	L.	Hvitbergknapp	1	1				
<i>Sedum album</i> blanding	L.	Hvitbergknapp			1			
<i>Sedum anglicum</i>	Huds.	Kystbergknapp					1	Norsk art
<i>Sedum hispanicum</i> (var. <i>minus</i>)	L.	Gråbergknapp		1				Potensielt høy
<i>Sedum lydium</i>	Boiss.	Lydisk bergknapp		1				Ingen kjent
<i>Sedum pulchellum</i>	Michx.		1					Ikke vurdert
<i>Sedum reflexum</i> (= <i>S. rupestre</i> L.)	L.	Broddbergknapp		1	1	1		Norsk art
<i>Sedum rupestre</i>	L.	Broddbergknapp				1		Norsk art
<i>Sedum sexangulare</i>	L.	Kantbergknapp	1	1	1			Potensielt høy
<i>Hylotelephium ewersii</i>	(Ledeb.)	Høstbergknapp	1					Lav

Tabell 4 forts.

Art/takson/kultivar		Populærnavn	Blanding 1	Blanding 2	Blanding 3	Blanding 4	Blanding 5	Risiko
<i>Phedimus hybridus</i>	(L.)	Sibirbergknapp	1					Svært høy
<i>Phedimus hybridus</i> 'Immergrünchen'	(L.)	Sibirbergknapp			1			
<i>Phedimus kamtschaticus</i>	(Fisch.)	Gullbergknapp	1	1		1		Lav
<i>Phedimus kamtschaticus</i> var. <i>floriferum</i>	(Fisch.)	Gullbergknapp	1	1				
<i>Phedimus kamtschaticus</i> var. <i>floriferum</i> 'Weihenstephaner Gold'	(Fisch.)	Gullbergknapp			1			
<i>Phedimus spurius</i>	(M.Bieb.)	Gravbergknapp				1		Svært høy
<i>Phedimus spurius</i> sorter	M.Bieb.)	Gravbergknapp			1			Svært høy
Antall arter og sorter (minimum)			11	9	6	5	3	
Tykkelse matte (mm)			30	30	20	30	30	

Vedlegg 2. Oversikt over gjennomsnittlig månedlig temperatur og summert månedlig nedbør for de ulike byene i studien. Data er hentet fra nærmeste værstasjon på klima.no, supplert med data fra nærliggende stasjoner ved manglende data. Forholdene i Drammen, Bærum og Oslo, er såpass like at de bare er representert med målinger fra Oslo.

År	Temperatur (° C)												Nedbør (mm)												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	
Oslo																									
2014	-2.6	1.9	4.3	7.7	12.0	15.7	20.8	15.8	13.2	8.9	4.1	-2.2		73	130	58	55	58	111	53	109	42	211	102	28
2015	-0.3	0.3	3.5	7.1	9.1	14.2	16.7	16.5	12.5	7.2	3.2	2.1		111	28	62	17	107	69	89	131	158	8	76	57
2016	-5.5	-0.7	3.1	5.9	12.3	16.7	17.2	15.5	15.0	6.1	0.7			43	50	47	77	74	61	85	144	41	13	74	
Sandnes																									
2014	1.9	4.2	5.4	8.5	10.4	13.0	18.2	14.6	13.7	10.6	7.4	3.7		108	153	154	94	31	26	80	306	106	183	98	221
2015	3.3	2.8	4.6	5.4	7.6	10.6	13.3	16.0	12.8	9.0	6.9	5.7		284	119	154	85	158	63	83	88	141	55	211	290
2016	0.5	1.9	3.7	5.6	11.5	13.6	14.3	13.8	15.4	8.4	4.3			89	125	79	40	113	113	117	126	114	46	148	
Bergen																									
2014	2.7	4.8	5.2	7.9	10.2	13.2	17.8	14.7	12.8	10.2	6.6	3.1		119	220	297	143	102	63	171	204	137	499	179	424
2015	3.2	3.0	4.6	5.3	7.8	10.5	13.3	15.7	12.7	9.2	6.4	5.4		522	254	357	108	169	97	78	187	129	143	335	357
2016	-0.2	1.5	4.0	5.3	11.0	14.0	14.7	14.2	14.7	8.0	3.5			133	226	92	94	84	83	264	368	262	94	316	
Trondheim																									
2014	-2.3	3.7	3.4	5.7	9.5	12.0	19.1	15.0	11.5	7.4	3.4	-0.2		11	8	69	57	51	74	46	134	83	57	10	76
2015	0.1	1.7	3.5	4.3	7.6	9.6	12.8	16.4	11.5	7.3	3.7	2.3		42	84	47	83	57	88	72	97	61	60	63	91
2016	-4.1	-0.5	2.3	3.8	9.8	12.1	14.8	13.0	12.2	4.8	0.3			43	91	57	60	24	32	78	87	78	58	130	
Tromsø																									
2014	-4.8	0.6	0.2	1.9	5.1	9.1	15.1	11.8	7.9	4.0	1.0	-1.1		1	35	177	117	42	39	30	71	101	61	63	130
2015	-3.0	-1.1	1.7	2.6	6.4	8.1	11.7	13.2	9.5	4.9	2.3	0.4		44	114	85	88	28	95	31	54	47	196	140	149
2016	-3.9	-1.5	0.5	3.2	8.0	8.9	12.4	10.7	9.7	5.1	0.8			39	65	44	15	32	54	89	73	98	87	34	

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.