

Grønne tak - et byøkologisk prinsipp.
Bærekraftig planlegging, eksempler og anvendelse.

Green roofs - an urban ecological principle.
Sustainable planning, examples and application.

Ingebjørg Finnebråten

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
Institutt for landskapsplanlegging
Masteroppgave 30 sfp. 2013



GRØNNE TAK

ET BYØKOLOGISK PRINSIPP
BÆREKRAFTIG PLANLEGGING
EKSEMPLER & ANVENDELSE



Bibliotekside

Tittel: Grønne tak - et byøkologisk prinsipp. Bærekraftig planlegging, eksempler og anvendelse

Title: Green roofs - an urban ecological principle. Sustainable planning, examples and application

Forfatter: Ingebjørg Finnebråten

Hovedveileder: Ingrid Merete Ødegård, 1. amanuensis i landskapsarkitektur, Institutt for landskapsplanlegging

Biveileder: Leif Lillehammer, spesialrådgiver i økologi/byøkologi, Sweco
Silje Flage Dragsund, siv. ing byplanlegging, Sweco

Sideantall: 125

Opplag: 3 stk.

Forside: Grønne tak på KLP-bygget i Bjørvika. Foto: Jostein Sundby, Vital Vekst.

Emneord: Grønne tak, Byøkologi, Klimaendringer, Framtidens byer, Økosystem, Økosystemtjenester, Gaustad, Rikshospitalet, Oslo, Klimatilpasning, Bærekraftig planlegging

Keywords: Green roofs, Urban ecology, Climate change, Cities of the Future, Ecosystem, Ecosystem services, Gaustad, Rikshospitalet, Oslo, Adapting to climate change, Sustainable planning

Sammendrag

En økende urbanisering til byer innebærer fortetting og stadig nedbygging av grøntarealer. Kombinert med klimaendringer i tiden fremover, bidrar disse til store utfordringer i de naturlige ressursstrømmene mellom byen, mennesker og natur i urbane områder.

Dette kan føre til store økonomiske konsekvenser, tap av biologisk mangfold, redusert bykvalitet og livskvalitet for mennesker i byen.

Disse miljø - og klimaendringene krever endret planlegging og krav i arealplanleggingen. Økende fokus på de grønne bærekraftige løsningene på ulike felt i arealplanleggingen har bidratt til slik tankegang også når det gjelder grønne tak.

Byøkologi og grønne tak er to elementer som i større grad enn tidligere fremmes som viktige tiltak innen bærekraftig planlegging. Denne oppgaven ser på sammenhengen mellom strategien byøkologi og tiltaket grønne tak. Oppgaven ser også på hvilke grønne tak som kan bidra mest i bærekraftig planlegging fra et byøkologisk perspektiv.

Denne oppgaven er tredelt der del 1 og del 2 er en generell del og der del 3 er et casestudie hvor grønne tak skisseres på et konkret areal.

I del 1 omtales bakgrunnen for tematikken rundt miljø - og klimautfordringer, samt byøkologi som strategi i en bærekraftig planlegging.

Del 2 viser sammenhengen mellom grønne tak og byøkologi, hvilke muligheter grønne tak har i planleggingen og hvilke byøkologiske egenskaper de kan ha. Et eksempelstudium fra København med et byøkologisk barometer avslutter den generelle delen. Den generelle delen gir en indikasjon på hvilke byøkologiske egenskaper som finnes på ulike typer grønne tak, og hvilke grønne tak som fremmer flest.

Del 3 er et casestudie i Gaustad i Oslo kommune. Det gjennomføres en områdeanalyse for å finne ut hvor grønne tak kan implementeres. Analysen skal sammen med del 1 og del 2 belyse hvor og med hvilken takløsning som kan implementeres for å oppnå størst effekt av økosystemtjenester i området.

Abstract

Urbanization to of citites involves densification and increased reduction of natural areas. Combined with climate change in the future, contribute to the challenges in the natural resource flows between the cities, people and nature in urban areas.

The economical, biological and recreational consequences can in many cases be significant.

These changes in environment and climate urge for change in planning and requirements in land use planning. Increasing focus on green sustainable solutions in various fields of land use planning has contributed to such thinking when it comes to green roofs.

Urban ecology and green roofs are two elements that are increasingly promoted as important measures in sustainable land use planning. This paper investigates the relationship between the strategy and the measure green roofs.

The thesis also investigates which green roof that can contrivute most to sustainable land use planning from an urban ecological perspective.

This paper is threefolded with part 1 and part 2 being a general part and part 3 shows a case study of green roofs outlined in a specific area.

Part 1 discusses the background about environmental and climatechallenges and urban ecology as a strategy in sustainable land use planning.

Part 2 discusses green roofs as an urban ecological tool in sustainable land use planning, and the ecosystem services they may have. An example study from Copenhagen with an urban ecological barometer concludes part 2. The general part gives an indication of which ecosystem services will be found in various types of green roof, and

Part 3 is a case study in Gaustad in Oslo municipality. After a siteanalysis, and together with the results from the general part, a solution will be outlined for the implementation of green roofs which give the best effect of ecosystem services.

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet ved Institutt for landskapsplanlegging (ILP) ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). Oppgaven er gjennomført våren 2013 som siste del av et 5 årig mastergradsstudie i landskapsarkitektur. Oppgaven utgjør 30 studiepoeng.

Masteroppgaven er skrevet med støtte fra Miljøverndepartementet. Masteroppgaven er en del av Framtidens byer prosjektet og jeg ønsker å takke alle i Framtidens byer teamet for nyttige møter og diskusjoner (Mer om prosjektet står i innledningen til oppgaven). Jeg ønsker med dette å rette en stor takk til Miljøverndepartementet og ser fram til å presentere oppgaven for dem. I tillegg har jeg brukt Swecos case i mitt studie.

Målet mitt med denne oppgaven har vært å sette meg inn i et fagfelt jeg kunne lite om fra før. Grønne tak er et svært aktuelt tiltak i miljø - og klimatilpasset planlegging og en forståelse av sammenhenger, begreper og systemer innen dette feltet har vært mye av motivasjonen for valg av tema og problemstilling.

Jeg ønsker å takke min hovedveileder Ingrid Merethe Ødegård (ILP) og mine to biveiledere Leif Lillehammer og Silje Flage Dragsund (Sweco) for meget god veiledning og diskusjon gjennom hele oppgaven.

En stor takk rettes også til:

Plan og landskap på Sweco Lysaker for gode innspill og diskusjoner.

Einar Flaa og David Brasfield i Oslo kommune, Bymiljøetaten for forståelse rundt problematikk og diskusjon rundt problemstillinger. Solfrid Trå i Oslo kommune, Bymiljøetaten, for hjelp med kart og bakgrunnsdata på Gaustad.

Arvid Ottar i Ratio arkitekter for hjelp med kart og bakgrunnsdata, samt omvisning på Gaustad.

Ulla Hornsyld fra SLA arkitekter og Dorthe Rømø i København kommune for nyttig informasjon, samt omvisning av grønne tak i København.

Fredrik Holth for veiledning rundt lovverk og verktøy for plansikring av grønne tak.

Jostein Sundby fra Vital vekst for nyttig informasjon om grønne tak i Norge.

Andreas Ramdahl for moralsk støtte og korrekturlesing.

Ingrid Wendelbo og Ida Therese Grande for innspill og gode lunsjpauser.

Innholdsfortegnelse

Bibliotekside	4
Sammendrag	5
Abstract	6
Forord	7
Innholdsfortegnelse	8
Oppgavens oppbygning	10
Begrepsavklaring	11
INNLEDNING	
Oppgavens problemstilling	14
Mål med oppgaven	14
Avgrensing	14
Metode	15
Prosjektsamarbeid	16
Konfidensiell gradsoppgave	17
DEL 1 : GENERELL DEL	
1.1. BAKGRUNN - DET STORE BILDET	19
Urbanisering	20
Et klima i endring	21
Bærekraftig planlegging	22
1.2 BYØKOLOGI	
Overordnet byøkologisk fokus	24
Sentrale elementer	25
Urbane økosystemtjenester	26
Tabell over åtte urbane økosystemtjenester	27
Oppsummering del 1	28
DEL 2 : GRØNNE TAK - VERKTØYKASSE	
Grønne tak i byøkologi	32
Introduksjon	33
Kategorier	34
Fra ekstensive til intensive grønne tak	35
Grønne tak i bærekraftig planlegging	36
Hvordan fremme grønne tak i arealplanlegging	37
Kommunal planstrategi	37
Kommuneplan	38
Reguleringsplan	40
NOU: Urbane økosystemtjenester	40
Byggteknisk forskrift TEK - 10	40
Grønn overflatefaktor	41
Oppsummering	42

Byøkologiske egenskaper	44
Matproduksjon	45
Overvannshåndtering	46
Forbedre luftkvalitet	47
Støyregulering	47
Klimaregulering	48
Biologisk mangfold	49
Rekreasjon og fysisk og mental helse	50
Kognitiv lek og læring	51
Grønne taks utfordringer	52
Oppsummering	54
Eksempelstudium	56
Byøkologisk barometer	57
Bymilen	58
Riksarkivet	60
Tivoli kongressenter	62
Gyldenrisparken	64
Rikshospitalet	66
Oppsummering	68
Konklusjon generell del	70
DEL 3 : CASESTUDIE	
3.1 OMRÅDEANALYSE GAUSTAD	73
Bakgrunn for case og hensikt	74
Områdeanalyse	76
Tilnærming til område	77
Fremtidig planlagt arealutnyttelse	78
Utfordringer	79
Blå og grønn struktur	80
Avgrensning av planområde	81
Eksisterende funksjoner	84
Biologisk mangfold	85
Rekreasjonsarealer	86
Lokalklima	87
Hydrologiske forhold	88
Inndeling av planområde basert på effekt	89
3.2 SKISSEPLAN GAUSTAD	
Alternativ til utvikling	92
Oslo universitetssykehus samlet på Gaustad	94
Utvikling av grønne tak på Gaustad	96
Overordnet byøkologisk fokus	96
Gaustad 2013 - 2025	98
Grønne tak på Gaustad 2050	100
Innsatsområde 1: De grønne rekker	102
Innsatsområde 2: Forskningshagen	106
Innsatsområde 3: Riksparken	110
Konklusjon casedel	115
AVSLUTTENDE MATERIALE	
Litteraturliste	118
Figurliste	121
Etterord	124

Oppgavens oppbygning

	INNLEDNING Problemstilling, mål, metode og samarbeid.	Problemstilling, mål, metode, konfidensiell grads oppgave, avgrensing samt informasjon om Framtidens byer gjøres rede for i denne innledende delen.
	1. 1 BAKGRUNN Urbanisering, klimaendringer og tilnærminger til bærekraftig planlegging.	Utfordringer knyttet til urbanisering og klimaendringer i Oslo, samt bærekraftig planlegging omtales her.
	1. 2 BYØKOLOGI Strategi, økosystemtjenester og landskaps elementer.	Byøkologi redegjøres for i dette kapittelet, samt sammenhengen mellom strategien og grønne tak.
	2. 1 VERKTØYKASSE GRØNNE TAK Verktøy, utfordringer, eksempelstudie med byøkologisk barometer og konklusjon.	Verktøy og utfordringer knyttet til grønne tak som et byøkologisk prinsipp redegjøres for her. Den er laget med henblikk på Oslo, som er den største byen i Norge med en høy tetthet av mennesker som bor og lever der. Konklusjon av generell del.
	3. 1 OMRÅDEANALYSE PÅ GAUSTAD Områdeanalyse som gir en oversikt over viktige forhold for plassering av grønne tak.	Gjennom en overordnet analyse vises hvilke forhold som er av betydning for plassering og valg av grønne tak.
	3. 2 TAKPLAN PÅ GAUSTAD Takplan med utvalgte innsatsområder som skisserer muligheter for implementering av grønne tak, samt konklusjon.	Analysen leder til utvalgte arealer der det skisseres muligheter for implementering av grønne tak som tilfører økosystemtjenester i området. Konklusjon casedel.
	AVSLUTTENDE MATERIALET Litteraturliste, figurliste og etterord.	I denne avsluttende delen finnes en litteraturliste og figurliste samt oppgavens etterord.

Begrepsavklaring

I det følgende er det gitt en redegjørelse for begreper slik jeg gjennom litteraturen har forstått dem og valgt å anvende i denne oppgaven.

Bærekraftig planlegging : En langsiktig plan for forvaltning, utvikling eller vern av natur, naturressurser på en måte som lar dagens forbruk være forenlig med framtidige generasjoners helse, trygghet og velstand (CIENS 2010).

Byøkologi : Strategi som fremmer helhetsorienterte løsninger på problemstillinger knyttet til et områdets ressurser for bruk, miljøbelastning og naturinnhold (Oslo kommune 1998).

Byøkologisk konektivitet : Forbindelser som styrker naturlige kjerneområder. En type forbindelse kan være grønne tak som binder større grøntdrag sammen (Lillehammer et al 2011).

Økosystem : Et dynamisk kompleks av planter, dyr og mikroorganiske samfunn og ikke-levende funksjoner som en funksjonell enhet. Et økosystem kan beskrives som et dynamisk kompleks som inkluderer både de levende organismene og deres ikke-levende miljø, som samhandler som en funksjonell enhet (Kumar 2010).

Økosystemtjenester : Sentral del av byøkologi som er goder og tjenester vi får fra naturen som har nytte og gir velferd for mennesker. Det er fire hovedkategorier. Vi skiller mellom forsynende, regulerende, kulturelle og støttende tjenester (TEEB 2008).

Urbane landskapselementer : Sentral del av byøkologien som består av homogene landskapselementer som urban skog, gatetrær, bekker og elver, grønne tak i et urbant landskap (Lillehammer et al 2011).

Grønne tak : Et grøntområde som skapes gjennom ulike lag av vekstmedium og vegetasjon på et tak. Vi skiller mellom ekstensivt, hybrid og intensivt tak (København kommune 2013).

Ekstensivt tak : Lette tak med en blanding av sedum, urter og gress, veier mellom 60 - 150 kg/m² i vannmettet tilstand, og har lav byggehøyde (Alnæs et al 2012).

Hybrid tak : Er en mellomting mellom et ekstensivt og et intensivt tak. Byggehøyde er høyere, veier 120-200 kg/m² i vannmettet tilstand. De krever mer stell og vedlikehold enn ekstensive tak, kan utformes slik at de er beregnet for opphold av mennesker (Ibid).

Intensivt tak : Tunge tak som skal tåle menneskelig opphold og ferdsel. De kan ha varierende vekstlags tykkelse tilpasset de ulike behovene til stauder, busker og trær. Typisk vekstlagstykkelse er 150-400 mm eller mer, med ekstra jordtykkelse ved store trær. Total vekt til et intensivt grønt tak kan variere mellom 200-1000 kg/m² i vannmettet tilstand (Ibid).

Somatikk : Den delen av medisin, som i forbindelse med behandling i sykehus, refererer til den fysiske delen av kroppen. Fysiske lidelser og behandling av disse (Wikipedia 2013a).

Psykatri : Den delen av medisin, som i forbindelse med behandling i sykehus, som refererer til den psykiske delen av kroppen. Psykiske lidelser og behandling av disse (Wikipedia 2013b).

NOU : Forkortelse for Norges offentlige utredninger. Disse utredningene publiseres av utvalg eller arbeidsgrupper nedsatt av regjeringen eller et departement (Regjeringen 2013).

OUS : Forkortelse for Oslo universitetssykehus. Oslo universitetssykehus er lokalsykehus for deler av Oslos befolkning, regionssykehus for innbyggere i Helse Sør-Øst (Oslo universitetssykehus 2013).

BTA : Forkortelse for bruttoareal for en bygning og er summen av bruttoarealene for alle plan. Planene kan være både helt eller delvis under terreng, over terreng, loft, terrasser, takterrasser eller tekniske plan (Husbanken 2013).

INNLEDNING

PROBLEMSTILLING MÅL &
METODE AVGRENŚNING
PROSJEKTSAMARBEID

1.1 Oppgavens problemstilling

Grønne tak er et stort og bredt tema, og det finnes mange områder å fordype seg på. Jeg har valgt å fordype meg i grønne tak og byøkologi. Oppgaven har to problemstillinger.

Gjennom den første problemstillingen i del 1 og del 2 ønsker jeg at leseren skal få kunnskap om grønne tak fra et byøkologisk perspektiv, og hvordan de kan bli et viktig bidrag i bærekraftig planlegging.

Problemstillingen i del 3 tar utgangspunkt i et case studie, og besvares gjennom overordnet prosjektering. Her anvender jeg kunnskap fra del 1 og del 2, samt analysen i del 3.

1. "Hvordan kan grønne tak bidra fra et byøkologisk perspektiv i bærekraftig planlegging, og hvilke grønne tak kan bidra mest?"

2. "Hvor og hvilke grønne tak kan implementeres på Gaustad slik at de fremmer flest urbane økosystemtjenester i området?"

Mål med oppgaven

Mine personlige mål for oppgaven er å få innblikk og en oversikt over en tematikk jeg har begrenset med kunnskap om fra før. Globale klimaendringer og økt urbanisering til byene krever at vi som planlegger og utformer byen har kunnskap om løsninger som kan bidra til en bærekraftig byutvikling.

Hovedmålet for oppgaven er å undersøke hvor og hvilke grønne tak som kan bidra til bærekraftig planlegging, og hvor grønne tak kan implementeres slik at de fremmer urbane økosystemtjenester på Gaustad.

Avgrensning

Oppgaven avgrenser seg nivåmessig, tematisk og geografisk. Hovedtema for oppgaven er å se på grønne tak som et byøkologisk prinsipp, anvendelsen i bærekraftig planlegging og hvor prinsippet kan implementeres konkret i et område.

Hovedvekten ligger på grønne tak på et overordnet nivå. Flere viktige aspekter ved grønne tak som kommer i senere faser, som for eksempel detaljert formspråk, tekniske beregninger og økonomi har derfor i liten grad blitt trukket inn.

Etter den generelle delen avgrenser casestudiet seg geografisk til et område på Gaustad i Oslo kommune.

Metode

Den generelle delen bygger på intervjuer, studietur, litteraturstudier og internettsøk for å svare på problemstillingen min i den generelle delen. Særlig har rapportene Grønne tak - Resultater fra et kunnskapsinnhentingprosjekt (Alnæs et al. 2012) og Urbane økosystemtjenester i Norge. Status, utvikling, verdi og kunnskapshull (Lindhjem og Sørheim 2011) dannet grunnlaget rundt forståelsen av tematikken.

Muntlige samtaler og informasjonshenting med veiledere, byplanleggere, økologer og andre som jobber med byøkologi og grønne tak.

En studietur til København i Danmark for å befare referanseprosjekter har blitt foretatt. Jeg har valgt å se på eksempler fra Danmark fordi de har kommet lenger i utviklingen omkring temaene byøkologi og grønne tak enn Norge.

For å besvare problemstillingen i del 3 har jeg gjennomført et casestudie på Gaustad i Oslo hvor jeg undersøker den nåværende situasjonen før en mulig fremtidig sykehusutbygging.

Det har blitt gjennomført informasjonshenting og samtaler med veiledere, arkitekter og landskapsarkitekter som jobber med området på Gaustad. Det er også hentet inn informasjon gjennom kartstudier og litteratur.

Det har blitt foretatt befaringer til Gaustad der Oslo Universitetssykehus vurderer utbygging av Rikshospitalet, for å få en forståelse av området.

Videre er det gjennomført registrering og områdeanalyse for å få innblikk i framtidig bruk, og for å finne kvaliteter og utfordringer for området i dag. Resultatet fra analysen kan gi føringer på hvor grønne tak kan implementeres for å fremme urbane økosystemtjenester på Gaustad.



Figur 1: Illustrasjonen viser en by med grønne tak. Basert på en illustrasjon av Fredrik Lund.

Prosjektsamarbeid

Masteroppgaven er skrevet med støtte fra Miljøverndepartementet. Departementet ønsket våren 2013 å markedsføre planleggingsfag som en attraktiv karrierevei og delte ut masterstipender til studenter med planfaglige temaer for masteroppgaven. Klimatilpasset bærekraftig arealplanlegging var et av temaene de ønsket å støtte. Oppgaven min befinner seg under denne kategorien og er koblet til Framtidens byer prosjektet.

Framtidens byer er et samarbeidsprosjekt mellom staten og de 13 største byene i Norge. De 13 byene er Oslo, Bærum, Drammen, Sarpsborg, Fredrikstad, Porsgrunn, Skien, Kristiansand, Sandnes, Stavanger, Bergen, Trondheim og Tromsø.

Programmet går fra 2008 – 2014. Hovedmålet i Framtidens byer er følgelig å redusere klimagassutslippene og gjøre byene bedre å bo i. Prosjektet skal hjelpe bykommunene med å dele sine gode ideer til klimavennlig byutvikling med hverandre – og samarbeide med næringsliv, region og stat.

Oppgaven er også koblet til Sweco. Jeg har valgt Gaustad i Oslo som caseområdet. Sweco og Ratio arkitekter jobber nå med utarbeidelse av et mulighetsstudie som grunnlag for utarbeidelse av reguleringsplan for en eventuell utvidelse av sykehuset på Gaustad. Min casedel bygger på et av alternativene fra dette mulighetsstudiet.

Selv om jeg har valgt et alternativ fra Sweco og Ratio, har ikke dette berørt masteroppgavens selvstendighet. Jeg har vært i en fristilt posisjon for casedelens innhold og vurderinger.

Kun avgrensningen er tatt i samråd med Sweco og Ratio, ellers vil oppgaven være et selvstendig arbeid. Eventuelle endringer og resultater de har utarbeidet på et senere tidspunkt i mulighetsstudiet, er heller ikke fulgt.

Likevel berører mitt valg av casestudiet masteroppgavens grad av offentlighet. Sweco og Ratios mulighetsstudie er blitt gjort konfidensiell av deres oppdragsgiver, Oslo universitetssykehus, og er unntatt offentligheten. Se avsnittet om Konfidensiell gradsoppgave.

MILJØVERNDEPARTEMENTET

FRAMTIDENS
BYER



Denne masteroppgaven er printet med støtte fra Miljøverndepartementet.

This study was partly funded by the Ministry of the Environment.

Konfidensiell gradsoppgave

Mars 2013 fikk jeg beskjed fra Sweco om at Oslo universitetssykehus ønsker at mulighetsstudie er konfidensielt. Følgelig vil oppgaven berøres, da jeg har benyttet tegninger og informasjon fra mulighetsstudiet i casedelen. Det er kun casedelen, del 3, som er unntatt offentligheten.

I henhold til kapittel 49 “Gradsoppgaver” i Forskrift om opptak og studier ved Universitetet for miljø - og biovitenskap er det en avtale om konfidensiell gradoppgave for oppgaven. Kopi av denne avtalen følger alle datostemplede eksemplarer av oppgaven.

Konfidensiell gradsoppgave innebærer at oppgavens casedel ikke gjøres offentlig tilgjengelig på universitetes bibliotek eller på BIBSYS Brage - et åpent publiseringsarkiv for forskning og studentarbeider, før en gitt dato.

Masteroppgaven er konfidensiell.

DEL 1

BAKGRUNN

DET STORE BILDET
BÆREKRAFTIG PLANLEGGING
BYØKOLOGI



Figur 2: Akvarell av Suhita Shirodkar.

1.1 Det store bildet

Urbanisering

I dag bor over 50% av verdens befolkning i byer (United Nations 2012:4). Det er snakk om en global urbanisering hvor byer kan tilby variert arbeid, bolig og infrastruktur.

Oslo er en av Nordens raskest voksende byer med en forventet vekst på omkring 200 000 innbyggere innen 2030 (Oslo kommune 2011). Veksten krever arealer til flere boliger, arbeid, infrastruktur og skoler. Denne veksten utsetter særlig grøntområder for stadig større press.

Oslo kommune ønsker at veksten tas gjennom fortetting og transformasjon innen Oslos byggegrenser, som er en del av Oslos overordnede byutviklingsstrategi. I følge Stortingsmelding nr. 31 (1992 - 1993) skal ikke ønsket om en tettere byutvikling gå på bekostning av verdifulle arealer, som grøntområder i byen.

En studie ledet av Kine Halvorsen Thorén, professor på landskapsplanlegging på UMB, påpeker likevel at byutviklingsstrategien utløser en konkurranse om grøntområder i Oslo. Fortetting og nye byggeprosjekter i Oslo har medført at grøntområder tilsvarende 640 fotballbaner har forsvunnet i tidsrommet 1994 til 2006 (Thoren og Bergnaust 2011).

Det er foreløpig ikke analysert hvilke grønne områder som forsvinner, men med bakgrunn i protestaksjoner tyder dette allikevel mye på at det er viktige bruksområder som nedbygges (ibid).

Presset på Oslos grøntområder er stor, og kommer ofte i konflikt med at mange ulike interesser ønskes ivaretatt.

Eksempler på dette er Ringnes' etablering i Ekebergskogen, Tiedemannsjordet på Ensjø gikk tapt på tross av lokal engasjement og Husebyskogen hvor den amerikanske ambassaden bygges, viser hvordan nasjonale interesser har gått foran lokalbefolkningens interesser.

Det er av stor betydning for mange mennesker hvordan byen utvikles og hvordan miljøkvaliteter ivaretas når byen vokser. Urbanisering betyr flere mennesker på mindre arealer, noe som trolig vil gjøre grøntområder i byen enda viktigere for helse og psykisk velvære.

Med den kommende veksten vil utfordringen være å ivareta Oslos blågrønne preg og samtidig romme flere mennesker. For å oppnå dette må grøntområder veie like tungt i bærekraftig arealplanlegging som energieffektive bygg og miljøvennlig transport.



Figur 3: Det blir stadig flere grå arealer i Oslo i følge Halvorsen Thoréns studier.

Et klima i endring

Et klimascenario viser en mulig utvikling basert på forhold man vet påvirker klimaet. Dette kan være menneskeskapte utslipp som klimagasser og polsmelting, men også naturlige endringer i solutstråling og vulkansk aktivitet. Selv om det er knyttet en rekke usikkerhetsfaktorer til klimascenarier, vet vi med ganske stor sikkerhet si at vi står ovenfor store klimautfordringer i tiden framover (Metrologisk institutt 2012).

Eirik Førland, forsker på Metrologisk institutt, påpeker at de største klimautfordringene i Norge er forbundet med økt nedbør og temperaturøkning (pers. komm. 2013). Han peker på disse tendensene:

- Større oppvarming gjennom det 20. århundre (3-5 ganger så stor).
- Økning i årsnedbør på 5-15% over mesteparten av Norge.
- I hele Norge vil ekstreme nedbørverdier opptre oftere.

I følge NOU 2010:10 *Tilpassing til eit klima i endring. Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane* må også Oslo forholde seg til disse nevnte utfordringene i arealplanlegging. Det blir både varmere og våtere vær. Osloregionen vil også oppleve mer nedbør og mer intensive nedbørsperioder i årene som kommer. I tillegg vil den årlige middeltemperaturen i løpet av dette århundret øke med 3 °C i regionen

Klimaendringer gjør det viktigere å se Oslos grøntområder, bekke - og elvestrekninger i sammenheng med byens behov for motstandskraft mot mer ekstremvær, som flom.

De kan være sentrale i forhold til avrenning av overvann og andre klimaregulerende tiltak som å forbedre luftkvaliteten og redusere støy. I tillegg kan grønne korridorer være sentrale for å sikre biologisk mangfold i byen.

Grøntområdene dekker mange ulike behov, både sikkerhetsmessig og for mennesker, dyr og planter. Det er derfor viktig at grøntområder ivaretas og suppleres når byen stadig fortettes og bygger ned grøntområder.



Figur 4: Avisartikkel om et stadig våtere og varmere Oslo-klima. Slike artikler er jevnlig på agendaen.

Bærekraftig planlegging

Brundtlandkommisjonen 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 (Regjeringen 2013). Begrepet kan deles inn i sosial, økonomisk og miljø/økologisk bærekraft.

Oppgaven tar for seg økologisk bærekraft som er en av tre dimensjoner innen begrepet. Økologisk bærekraft betyr at en utvikling må skje innenfor naturens tålegrenser (Lillehammer et al 2011). Den skal sikre et ressursgrunnlag for mennesker og miljø som er livsnødvendig og er avgjørende for helse, velferd og verdiskapning i samfunnet vårt.

Økt fokus på økologisk bærekraft i planlegging kan bedre menneskers vilkår i byen, fordi man fokuserer på samspill med naturen (ibid).



Figur 5: Illustrasjonen er basert på Brundtland kommisjonens definisjon av bærekraftig utvikling.

For å sikre at en byutvikling skjer innenfor naturens tålegrenser og i tråd med definisjonen, må man ha en langsiktig og bærekraftig plan for forvaltning, utvikling eller vern av natur på en måte som lar dagens forbruk være forenlig med framtidige generasjoners helse, trygghet og velstand (CIENS 2010).

I 2001 ble det i CEMAT, en konferanse om regional planlegging, i Hannover vedtatt nye prinsipper for bærekraftig planlegging. Den viktigste saken på konferansen var behandlingen av "Guiding Principles for Sustainable Spatial Development of the European Continent" (2001). Det som kan trekkes frem av prinsipper var blant annet å:

- Utvikle tilgang til informasjon og kunnskap om klima- og miljøtilpassede tiltak, og begrense skadevirkningene av naturkatastrofer.
- Redusere skader og inngrep på miljø.
- Tenke helhetlig arealplanlegging som ser klimaendringer i sammenheng med andre påvirkningsfaktorer.
- Styrke og verne naturressurser og naturarv

Økt urbanisering og fortetting i byen samt fremtidens klimautfordringer har ført til at vi i de senere år også i Norge har fått øynene opp for en mer miljøvennlig arealplanlegging med grønne bærekraftige løsninger.

1.2 Byøkologi

Byøkologi er en strategi som oppmuntrer til et nytt sett med verdier som tilstreber sirkulære ressursstrømmer mellom mennesker, naturen og byen, som figur 6 illustrerer.

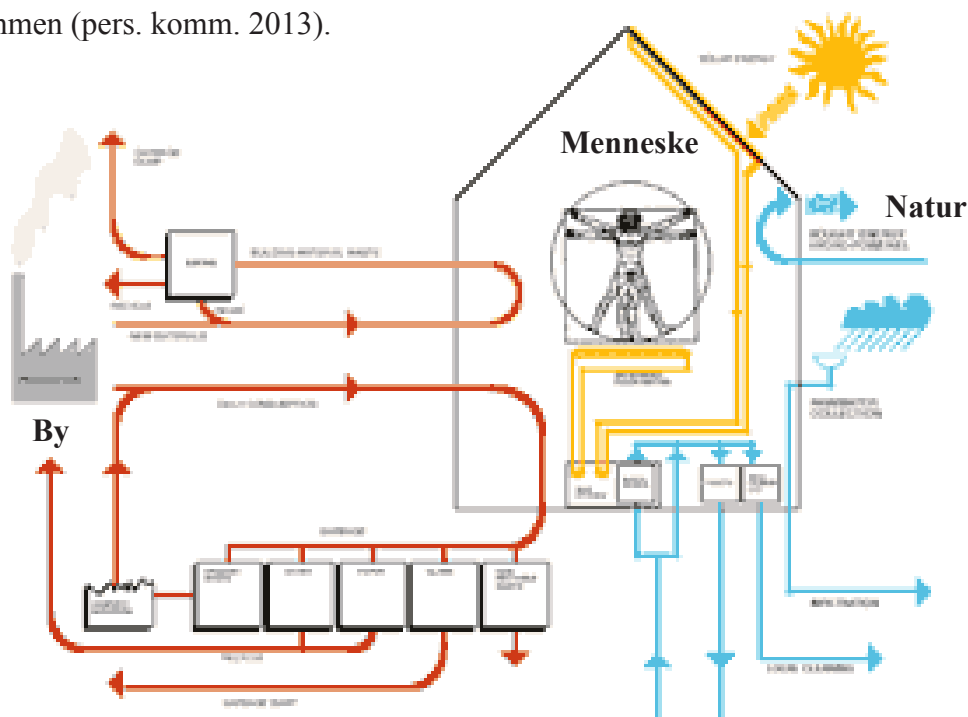
I følge Dansk Byøkologisk Cænter kan byøkologi defineres som en strategi som fremmer helhetsorienterte løsninger på problemstillinger knyttet til et områdes ressurser for bruk, miljøbelastning og naturinnhold.

Dorthe Rømø, biolog og prosjektleder for grønne tak i København kommune, påpeker at en byøkologisk strategi tilstreber et samspill mellom mennesker, byen og naturen, hvor disse kan dra nytte av hverandres fordeler for å gjøre byen grønnere, renere og mer motstandsdyktig for miljø og klimaendringer (pers. komm. 2013). Som et eksempel trekker hun frem grønne tak som et av flere tiltak som fremmer denne ressursstrømmen (pers. komm. 2013).

Et velfungerende samspill kan være et førstelinje forsvar mot konsekvenser av klima og miljøendringer.

I lys av dette blir byøkologi sett på med økt interesse som en viktig strategi innen bærekraftig planlegging fordi den kan bidra til å motvirke noen av de negative effektene vi forventer at endringene gir, og er en kostnadseffektiv måte å tilnærme seg noen av disse utfordringene på (Oslo kommune 2011).

Oslo kommune vedtok i 2011 et byøkologisk program som skal gi innspill på hva som vil være viktig for byens behov for rekreasjonsområder og for motstandskraft mot ekstremvær.



Figur 6: Illustrasjonen viser et byøkologisk kretsløp mellom natur, by og mennesker.

Overordnet fokus

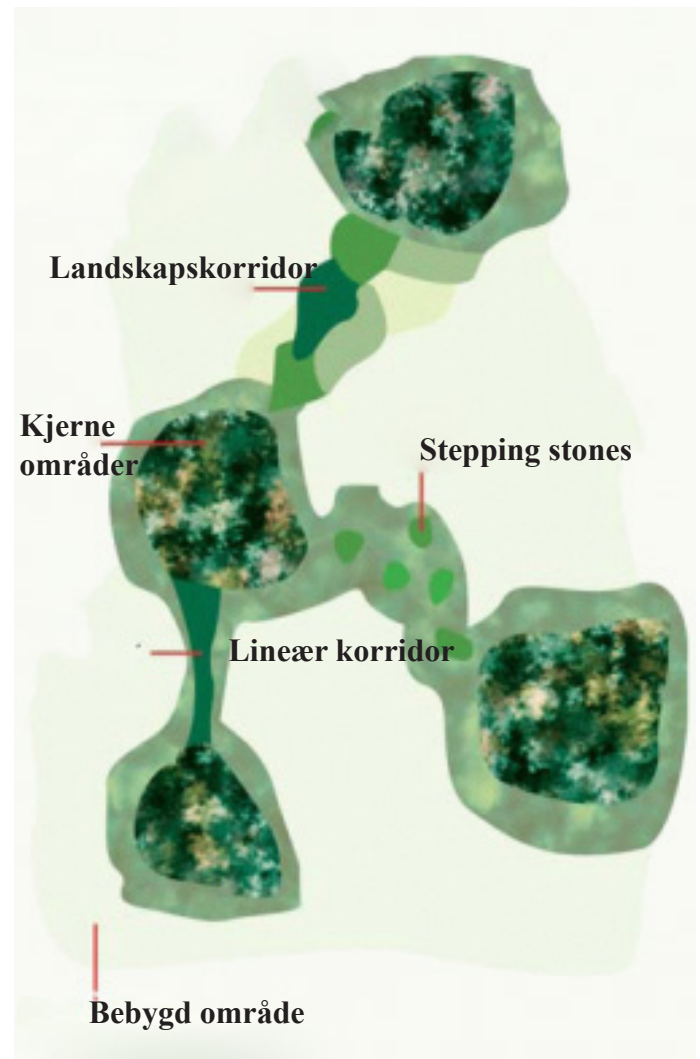
For å oppnå målet om sirkulære ressursstrømmer mellom mennesker, byen og naturen hvor disse kan dra nytte av hverandre fordeler, fokuserer byøkologi på å styrke forbindelser mellom grønne og blå landskapselementer i urbane områder (Lillehammer et al 2011). Landskapselementene kan for eksempel være en park, en skog, en bekk som gjennom urbanisering er blitt fragmentert av bebygde områder og infrastruktur.

Konsekvensen av fragmentering er at landskapselementer ligger som isolerte fragmenter fra et helhetlig økosystem som de tilhører. Med økende grad av urbanisering vil de stadig splittes opp i mindre fragmenter, og bli mer isolert hverandre og deres verdi som grøntområder kan synke betraktelig (Thunes et al 2010). I følge Thunes et al (2010) fører fragmentering til tap av habitat for planter og dyr, og reduserer biologisk mangfold.

Å styrke forbindelsen mellom landskapselementene, også kalt byøkologisk konektivitet, er en mulig løsning til fragmenteringsproblemet ved at den kobler sammen landskapselementene via grønne korridorer slik at de fungerer som en større, levende enhet som vist i figur 7. En byøkologisk forbindelse kan oppnås gjennom flere typer grønne korridorer. Fellesnevneren er at de må implementeres i et område som har fragmentert landskapselementene.

Tidligere studier viser både at forbindelsen kan øke et habitatområde og forbedre biologisk mangfold og vil tilføre en viss verdi uansett hvor koblet den er til andre landskapselementer (Harris 1984).

En byøkologisk forbindelse er generelt et akseptert tiltak innen økologisk restativering av områder, selv om det er vanskelig å forutse om en korridor vil fungere som forventet (ibid).



Figur 7: Illustrasjonen viser byøkologiske forbindelser i et bebygde område (beige). Kjerneområdene som er de større sirkelene kan kobles sammen med ulike typer grøntkorridorer og utgjøre en større grønnstruktur.

Sentrale elementer

Landskapselementer

Landskapselementer er de blå og grønne strukturene i urbane områder (Lillehammer et al 2011).

Bekker, parker, trær og grønne tak er eksempler på landskapselementer som kan finnes i byen.

I følge TEEB (2010) og Bolund & Hunhammar (1999) er landskapselementer modifiserte økosystemer som har en betydelig redusert biologisk kvalitet i forhold til uberørt natur. Likevel viser studier at landskapselementer kan produsere viktige og verdifulle økosystemtjenester (TEEB 2010, Lindhjem & Sørheim 2012, Lillehammer et al 2011)

Oppgaven tar utgangspunkt i landskapselementet grønne tak, men det finnes som nevnt flere landskapselementer i byen. Disse vil ikke bli nærmere behandlet fordi det er utenfor oppgavens problemstilling.

Urbane økosystemtjenester

TEEB (2010) definerer urbane økosystemtjenester som de gode og tjenester som mennesker får fra landskapselementer. Jeg har forstått definisjonen som at urbane økosystemtjenester gir lokale goder og tjenester for befolkningen i byer.

Absorpsjon av overvann via beplantede og permeable grønne overflater, støyreduksjon ved hjelp av trær og busker og parkarealer som kilder til rekreasjon og psykisk velvære, er eksempler på det første (Lindhjem & Sørheim 2012). Samtidig er naturen i byene også en del av et større regionalt system, der den bidrar til nytte også utenfor bygrensen (for eksempel grønne tak og fasader).

Det er flere måter å klassifisere urbane økosystemtjenester på. Det er likevel vanlig å dele inn i fire hovedkategorier. Jeg skiller mellom produserende, regulerende, kulturelle og støttende økosystemtjenester i oppgaven (Lillehammer et al 2011). Produserende tjenester er produkter mennesker får fra økosystemer. Mat og råvarer er eksempler. Regulerende tjenester regulerer for eksempel klima og overvann. Kulturelle tjenester gir nytte i form av rekreasjon, og støttende tjenester er de grunnleggende tjenester som er nødvendig for alle andre økosystemtjenester.



Figur 8: Grønne tak er et av flere landskapselementer som produserer økosystemtjenester.



Figur 9: Produserende tjenester som for eksempel matproduksjon.



Figur 10: Støttende tjeneste som for eksempel biologisk mangfold.

Urbane økosystemtjenester

Tradisjonelt er det ikke så vanlig å tenke på byer som deler av større økosystemer eller som mottakere og produsenter av økosystemtjenester. Men økosystemtjenester er i økende grad sett på som viktige fordi flere av oss bor, og i framtiden vil velge å bo, i byer. Urbanisering er en global trend, der Norge ikke er noe unntak.

Mens befolkningen i flere byer i Europa krymper, er for eksempel Oslo i sterk vekst. Urbaniseringen betyr flere mennesker på mindre arealer, noe som gjør at økosystemtjenester fra for eksempel parker og andre grøntarealer i byer vil bli enda viktigere for helse og mental velvære.

Klimaendringer gjør det også viktigere å se urbane økosystemtjenester i sammenheng med byer behov for motstandskraft. Økosystemenes mer indirekte funksjoner i den forbindelse, for eksempel grøntarealers evne til å ta opp og filtrere overvann, vil bli viktigere som følge av klimaendringene.

Økosystemene kan i noen grad erstatte (eller i hvert fall supplere) funksjoner på en rimeligere måte enn ved bruk av tekniske løsninger. Det er derfor avgjørende å se på byens blå og grønne infrastruktur som en integrert del av den samlede «bykapitalen», som til sammen produserer en rekke tjenester som gjør det attraktivt for folk å bo i byer.



Figur 11: Parker gir kulturelle tjenester som for eksempel rekreasjon.

Bildene viser eksempler på økosystemtjenester vi finner i byen. Det kan være forsyvende økosystemtjenester som urban matdyrking i parsellhager eller på grønne tak. Det kan være regulerende økosystemtjenester som regulerer lokalklima eller overvann. Støttende økosystemtjenester kan være biologisk mangfold, og kulturelle økosystemtjenester kan være muligheter til rekreasjon.

Som nevnt på forrige side kan urbane økosystemtjenester videre deles inn i mer spesifikke økosystemtjenester, som vist i figur 13.









Tabellen foreslår en forenklet klassifisering av åtte urbane økosystemtjenester. De åtte økosystemtjenestene er valgt ut fordi de i urbane områder kan gi størst nytte og velvære for mennesker (TEEB 2010, Lindhjem & Sørheim 2011). Det finnes dermed flere økosystemtjenester enn de som er nevnt i oppgaven, men disse er utelukket fordi viser at de ikke er påvist med like stor nytte i urbane områder (ibid).

Tabellen viser hvilken kategori økosystemtjenesten tilhører, funksjoner den har, et eksempel fra litteraturstudiet og et symbol for økosystemtjenesten. Disse økosystemtjenestene vil i del 2 bli redegjort og diskutert med utgangspunkt i landskapselementet grønne tak.



Figur 12: Gressplener og dammer regulerer tjenester som for eksempel overvannshåndtering.

Tabell over 8 urbane økosystemtjenester

Økosystemtjeneste	Symbol	Kategori	Funksjon	Eksempel
Vannhåndtering		Regulerende	Tar unna overvann, naturlig rensing gjennom filtrering	Grønne tak (Veolia miljø) har redusert avrenningen til avløpsnettet med 50% (Vegtech 2010).
Klimaregulering		Regulerende	Avskjerming og skygge. Evapotranspirasjon. Isolasjon.	Grønne tak isolerer og forhindrer varmetap (Vegtech 2010).
Støyreduksjon		Regulerende	Vegetasjon absorberer lydbølger	En gressplen i stedet for betongdekke kan senke lydnivået med 3dB (Bolund og Hunhammar 1999)
Forbedret luftkvalitet		Regulerende	Rense luften, fiksere svevestøv	I en bypark i Firenze, hadde vegetasjonen kapasitet til å fjerne 72,4 kg per hektar per år med forurensning (Paoletti et al 2011).
Biologisk mangfold		Støttende	Rikt plante – og dyreliv, sjeldne og truede arter	Sognsvannbekken på Gaustad har et svært variert plante – og dyreliv
Rekreasjon og fysisk og mental helse		Kulturell	Grøntområder og korridorer gir mulighet for rekreasjon	Å se grønne omgivelser ved sykehus reduserer smerter og stress hos pasienter og ansatte (Cold 2010).
Kognitiv læring og lek		Kulturell	Landskapselementer gir grunnlag for utdanning og kognitiv læring	Områder avsatt til urban dyrking kan være en kilde til opplæring for barn og unge og virker som sosiale møteplasser (Andersson et al. 2007)
Matproduksjon		Produserende	Omdanne energi og næring til spiselige vekster ved fotosyntese	Dyrking av mat og nyttevekster kan være en hobby, sosial møteplasser og gi kunnskap om selvforsyning (Barthel et al. 2010)

Figur 13: Tabellen viser åtte viktige og relevant urbane økosystemtjenester.

Del 1 Bakgrunn oppsummert

- Oslo er en av Nordens raskest voksende byer. I 2030 er det forventet en vekst på 200 000 nye innbyggere. Dette vil føre til fortetting og konkurranse om verdifulle grøntdrag.
- I tillegg til økt urbanisering og nedbygging av grøntområder, må Oslo kommune forholde seg til fremtidens klimautfordringer. I følge framskrivningene vil Osloregionen oppleve mer nedbør og økt temperatur i årene som kommer.
- Både befolkningsvekst og klimaendringer er utfordringer som Oslo kommune må forholde seg til i bærekraftig arealplanlegging. De gir et varsel på at byen trenger bærekraftige strategier som gjør den motstandsdyktig for miljø - og klimaendringer i fremtiden.
- Byøkologi er en strategi som vil fremme bærekraftige løsninger på problemstillinger knyttet til et områdets ressurser for bruk, miljøbelastning og naturinnhold. Manglende kunnskap om strategien ved arealplanlegging er en utfordring.
- Byøkologiens overordnede fokus er å styrke forbindelser mellom grønne og blå landskaps elementer i byen. Dette kan gjøres ved å danne grønne korridorer mellom større grønnstrukturer, og dermed øke potensialet for biologisk mangfold.
- Sentrale elementer er landskapselementer og økosystemtjenester. I en by utgjør landskapselementer de blå og grønne strukturer. De kan ses som modifiserte økosystem som har et potensial til å produsere økosystemtjenester.
- Økosystemtjenester er de gode og tjenester vi mennesker får fra naturen. Disse kan deles inn i fire hovedkategorier forsynende, regulerende, kulturelle og støttende tjenester. Videre kan hovedkategoriene deles inn i spesifikke økosystemtjenester.
- Fra et byøkologisk perspektiv er grønne tak et landskapselement som har mulighet til å produsere urbane økosystemtjenester.
- En utfordring er at tematikken er lite kjent i Norge. Det er manglende kunnskap og erfaring om byøkologi og sammenhengen med grønne tak.

DEL 2

GRØNNE TAK

BÆREKRAFTIG PLANLEGGING
BYØKOLGISKE EGENSKAPER
EKSEMPELSTUDIE



Figur 14: Akvarell av Suhita Shirodkar.

2. 1 Grønne tak i byøkologi

I byøkologi er grønne tak et landskapselement som kan produsere økosystemtjenester som er til nytte og velvære for mennesker i byen.

Grønne tak er på verdensagendaen som et tiltak på å møte utfordringer innen klima, fortetting i byer og et behov for et sunnere samfunn. Grønne takløsninger kan være unike som et byøkologisk infrastrukturelement i byen. De kan bidra til å konvertere ikke permeable takflater om til et flerfunksjonelt levende dekke som både inneholder økologiske og funksjonelle egenskaper uten å redusere arealer.

Grønne tak har potensial til å forsyne et område med ulike konkrete økosystemtjenester som å håndtere overvann, redusere støy og luftforurensning (Oberndorfer et al 2007). De har også potensial til å skape biologiske korridorer og bindre sammen overordnede grønne og blå strukturer i byen (Carter & Butler 2008). De bringer også estetisk og helsemessig verdi for mennesker ved å fungere som grønne oaser i byen (Oberndorfer et al 2007).

Oslo kommune har blitt inspirert av verdensledende byer som Chicago, München, København og Malmø, og har siden 2008 satt grønne takløsninger som et av flere tiltak innen bærekraftig planlegging, særlig rettet mot klimautfordringer som flom.

Del 2 er en verktøykasse som har til hensikt å se på grønne tak som et byøkologisk prinsipp i en bærekraftig planlegging. Del 2 gir en introduksjon til grønne tak og en oversikt over grønne tak i bærekraftig planlegging i dag. Jeg vil også diskutere de åtte byøkologiske egenskapene som ble nevnt i del 1, og se hvilke økosystemtjenester som man kan vil finne på ulike grønne tak. I tillegg vises et eksempelstudie fra København med et byøkologisk barometer.

Hvert delkapittel er et verktøy i verktøykassen om grønne tak som hjelper til å forstå hva grønne tak er innen byøkologi og hvordan grønne tak kan være et tiltak mot miljø - og klimaendringer i en bærekraftig planlegging. Det er utarbeidet fire verktøy. Disse er:

VERKTØYKASSE FOR GRØNNE TAK SOM BYØKOLOGISK PRINSIPP



Introduksjon.

Bruksanvisningen gir en forståelse av grønne tak innen byøkologi.



Planlegging.

Hammeren viser en oversikt over grønne tak i planlegging, og indikerer hvor elementet kan fremmes.



Byøkologiske egenskaper.

Spikere representerer grønne taks egenskaper. Fordeler og utfordringer vil bli behandlet.



Eksempelstudium

Målebåndet viser et eksempelstudie som med et byøkologisk barometer. Barometeret måler økosystemtjenesters uttelling på hvert eksempel.



Introduksjon

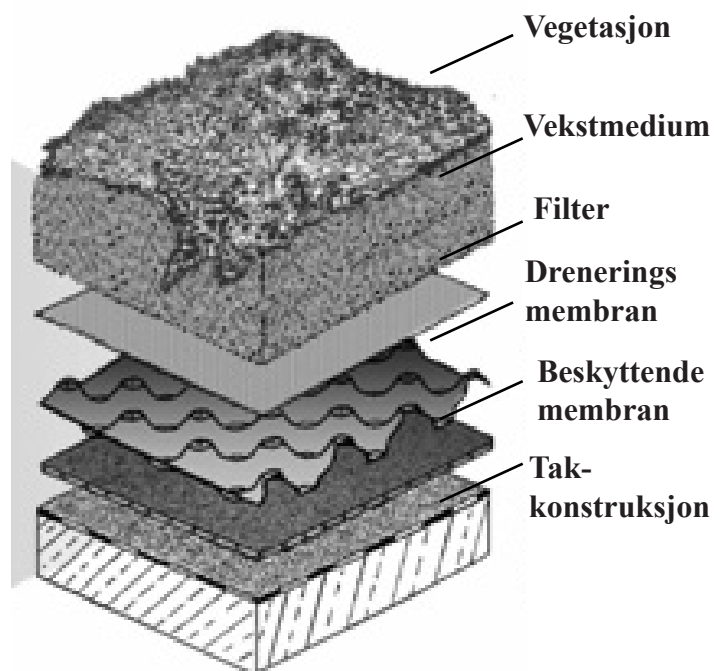
Det finnes mange ulike definisjoner av grønne tak. Steven Peck, grunnleggeren og lederen av organisasjonen Green Roofs for Healthy Cities, USA, mener grønne tak er grunnleggende for den framvoksende praksisen av levende arkitektur som forsøker å integrere levende organiske system og uorganiske, livløse bygninger. Peck definerer grønne tak som et grøntområde som er skapt gjennom å legge ulike lag av vekstmedium, vegetasjon, filter, rotbeskyttende membran, og dreneringsmembran (Peck 2008).

København kommune definerer et grønt tak som et grøntområde som skapes gjennom ulike lag av vekstmedium og vegetasjon oppe på et tak (København kommune 2013). Vegetasjonen kan være ulike typer som sedum, moser, stauder, busker og trær. Valget av vegetasjon bestemmer tykkelsen av vekstmedium og dermed vekten av grønne tak. Fra et byøkologisk perspektiv gir disse valgene forskjellig grad av interne strukturer, og takets lagoppbygning kan gi

I 2012 utga UMB og SINTEF en rapport om kunnskap om grønne tak i Norge, hvor de la til grunn Københavns kommunes definisjon om grønne tak. Denne masteroppgaven har et ønske om å fortsette med kunnskapsinnhenting om grønne tak som et byøkologisk landskapselement. Derfor vil jeg legge til grunn samme definisjon. En felles grunnleggende kunnskapsbase kan føre til at dataer lettere kan sammenlignes og diskuteres. Figur 15 viser en oversikt over hvordan en grønn takoppbygning kan se ut.



Figur 15: Intensive tak på Coast Plaza Hotell i Vancouver



Figur 16: Illustrasjonen er basert på Københavns kommunes definisjon av hvordan grønne tak kan se ut.

Kategorier

Den tyske organisasjonen, The German Landscape Research, Development and Construction Society (FFL) deler i Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing (Breuning & Yanders 2008) inn grønne tak i intensive grønne tak, ekstensive grønne tak og semi-ekstensive grønne tak, mens København kommune skiller mellom hovedtypene ekstensive, semi-intensive og intensive grønne tak på grunnlag av kriterier som bruk, vegetasjonstype og tykkelse (København kommune 2013).

Min oppfatning er at det ikke er skarpe skiller mellom de tre hovedtypene og at det kan være vanskelig å være entydig blant annet fordi det er flere kriterier som legges til grunn. Særlig kan semiintensiv og semi-ekstensiv være svært vanskelig å skille (Ødegård pers. komm. 2013). Jeg har derfor valgt å underordne disse begrepene under fellesnevneren hybrid tak. Figur 16 er ment som hjelp i denne sammenheng.

Med bærekraftig landskap menes grønne tak som er mer rettet mot økologisk nytte enn menneskelig bruk i byen. Det må likevel presiseres at ekstensive grønne tak ikke utelukker rekreasjonsmuligheter.



Egenskaper	Ekstensivt tak	Hybrid tak	Intensivt tak	Kilde
Bruk	Bærekraftig landskap	Semi-ekstensiv semi-intensiv 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)

Figur 17: Inndeling og beskrivelse av de ulike typene grønne tak. *Den vannmettede vekten inkluderer ikke belastning fra snø, fordi det varierer med regionale og lokale forhold (Rømø, pers. komm., 18.02.2013).

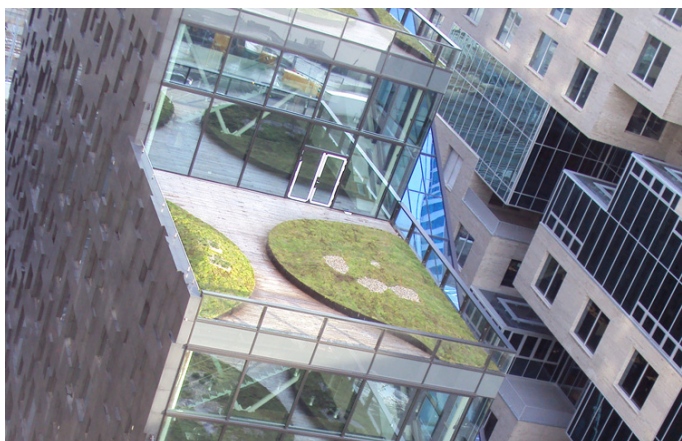
Fra ekstensive til intensive grønne tak



Figur 18: Ekstensive grønne tak på KLP-bygget i Bjørvika, Oslo.



Figur 19: Ekstensive grønne tak på Nedre Romerikes avløpssekskap, Strømmen.



Figur 20: Hybride grønne tak på DnB-bygget i Bjørvika, Oslo.



Figur 21: Hybride grønne tak på Riksarkivet, København.



Figur 22: Hybride grønne tak på Augustenborg, Malmø.



Figur 23: Intensive grønne tak på TCC Hotell, København.



Grønne tak i bærekraftig planlegging

Grønne tak i overordnede planer og lovverk i dag

Arealplanlegging er kommunens viktigste verktøy for å sikre en robust og bærekraftig forvaltning og utvikling av areal og naturmiljø i kommunen, jamfør NOU 2010:10 *Tilpasning til eit klima i endring. Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane* hvor det presiseres at kommunene selv har ansvar for å arbeide med samfunnstrygghet på lokalt nivå.

Det er viktig for kommunen å få informasjon om fordelene ved å anlegge grønne tak. På denne måten kan politikere og beslutningstakere som vedtar planer, ha nok kunnskap om at grønne tak er et viktig satsingsområde i en mer miljøvennlig arealplanlegging.

Jeg har i tabell 2 laget en oversikt over forskjellige overordnede lovverk og planer, og om disse nevner grønne tak eller ikke. Tabellen viser at det er kun fire planer som nevner grønne tak.

Byøkologisk program 2011 -2026 (2011) nevner etableringen av grønne tak som et klimatilpasningstiltak i forbindelse med overvannshåndtering. *Grøntplan for Oslo* (2009) nevner også grønne tak i forbindelse med overvannshåndtering. I tillegg nevner planen grønne tak for å bedre lokalklima og luftkvalitet, spesielt i dalsoner.

I *Kommunedelplanen for byutvikling og bevaring* (2006) og *Utearealnormer. Normer for felles leke - og uteoppholdsarealer for boligbygging i indre Oslo* (2012) nevnes takterrasser som mulige oppholdsarealer. Begge er imidlertid enige om at takterrasser fungerer best som supplement til andre uteområder.

Tabell 2 : Grønne tak i overordnede planer og lovverk

Lov / planer i Oslo	Grønne tak (X = nevnt)
Plan og bygningsloven	
Byggteknisk forskrift	
Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging	
Kommuneplan 2008	
Byøkologisk program 2011 - 2026	X
Handlingsplan for miljø og klima 2012 - 2015	
Kommunedelplan for torg og møteplasser	
Fremtidens byer for lavere klimagassutslipp og bedre bymiljø	
Kommunedelplan for byutvikling og bevaring (ikke vedtatt)	X
Grøntplan for Oslo (ikke vedtatt)	X
Utearealnormer. Normer for felles leke - og uteoppholdsarealer for boligbygging i indre Oslo 2012	X

Hvordan fremme grønne tak i planleggingen?

Dagens planer og lovverk nevner lite om grønne tak. Når grønne tak nevnes er det i forbindelse med klimatilpassede tiltak som overvannshåndtering og regulering av lokalklima. Likevel kan bestemmelser i lover og planer vedrørende biologisk mangfold, folkehelse, luftkvalitet, klimagassutslipp, støy, energi og andre emner indirekte relateres til grønne tak fordi grønne tak har så mange og vidtfavnende fordeler.

For at vi skal se at flere grønne tak anlegges i byen, må grønne tak sikres i bestemmelser i planer og lovverk. Jeg har valgt å se på de viktigste lovverkene i kommunalplanlegging. I tillegg vil begrepet grønn overflatefaktor (GOF) som verktøy og en NOU som kommer ut høsten 2013 om urbane økosystemtjenester i Norge bli gjennomgått.

Plan og bygningsloven (pbl)

- Kapittel 10 Kommunal planstrategi
- Kapittel 11 Kommuneplan
- Kapittel 12 Reguleringsplan

Byggteknisk forskrift – TEK-10

Urbane økosystemtjenester i Norge (NOU)

Grønn overflatefaktor (GOF)

Kapittel 10 : Kommunal planstrategi

Gjennom den nye plan og bygningsloven av 2009 er kommunen pålagt å utarbeide en planstrategi hvert fjerde år etter kommunevalget. Formålet er at kommunen skal identifisere og prioritere de planoppgavene det nye kommunestyret skal starte opp eller føre videre fra forrige periode.

Planstrategien legger de politiske rammene for planleggingen og skal vise sammenheng mellom arealbruk og framtidig samfunnsutvikling.

Kommunen kan her sette fokus på temaer som overvann, biologisk mangfold, luftforurensning, tilgang til friområder, derunder hører grønne tak.

Per dags dato er ikke grønne tak spesielt nevnt i Oslos planstrategi. Fredrik Holth, jurist og dosent på UMB, mener at dersom man får inn grønne tak som et begrep og som en del av kommunens planstrategi, vil dette være det beste grunnlaget for å fremme bruken av grønne tak på kommunalt nivå (pers. komm. 2013)

Det problematiske med grønne tak i planstrategien, vil være at den revideres hvert fjerde år og med følger at grønne tak kan falle ut av planstrategien hvis ikke det nye kommunestyret prioriterer dette videre.

Kapittel 11 : Kommuneplan

I formålsparagrafen til plan og bygningslov vedtatt 2008, og som trådte i kraft juli 2009 sies det at loven skal fremme bærekraftig utvikling til det beste for den enkelte, samfunnet og framtidige generasjoner. Kommuneplanen bestående av samfunnsdelen og arealdelen er det viktigste styringsdokumentet for utvikling og arealforvaltning i kommunene. Å innta grønne tak i aktuelle bestemmelser mener jeg vil være det viktigste verktøyet for å fremme grønne tak i arealplanleggingen.

Samfunnsdelen

Mål og strategier for å møte ulike samfunns-sikkerhetsutfordringer bør tas opp i kommuneplanens samfunnsdel etter pbl. § 11-2. Dette kan være strategier omhandlende det å redusere konsekvensene av endringer i klima, som ekstremvær, fuktskader i bygninger eller uteoppholdsarealer og biologisk mangfold i byen. Her vil grønne tak inngå i strategiene som et aktuelt tiltak.

Videre er det viktig at denne delen av kommuneplanen utarbeider retningslinjer for de ulike kommunale sektorenes virksomhet slik at det sikres nødvendig oppfølging av arbeidet.

Arealdelen

Kommuneplanens arealdel har rettsvirkning. Alle bestemmelser som inntas her vil dermed være bindende. Følgelig vil det å finne aktuelle lovbestemmelser som man knytter grønne tak opp mot, være viktig for å fremme grønne tak i kommuneplanleggingen.

- Arealformål Grønnstruktur jfr. Pbl. § 11-7 Nr. 3. Formål 1 er Bebyggelse og anlegg med underformål bolig- og fritidsbebyggelse, kjøpesenter, forretninger etc. Under dette formålet kan man spesifisere hvilke typer bebyggelse hvor det kan være hensiktsmessig å anlegge grønne tak. For eksempel kan store forretningsbygg o.l som har tilnærmet flatt (minimum 2,5% helning) eller svakt skrånende tak (opptil en viss takvinkel) så vidt det er mulig være beplantet med vegetasjon.

- Arealformål Grønnstruktur jfr. Pbl. § 11-7 Nr. 3. Grønnstruktur er et formål som er nytt i loven av 2008. Tidligere inngikk grønnstruktur som en del i «byggeområde» og dels i «spesialområde» og «friområde». Med grønnstruktur menes et sammenhengende, eller tilnærmet sammenhengende, vegetasjonspreget område som ligger innenfor eller i tilknytning til en by eller et tettsted (Berg 2009). Arealformålet ivaretar kommunens behov for å avgrense hovedstrukturen av naturområder i og ved byer og tettsteder.

Grønnstruktur kan være aktuelt å bruke i planer i sammenheng med grønne tak av flere grunner. Grønnstrukturen vil binde de grønne områdene innenfor byggesonen sammen med friluftsområder utenfor, noe som fører til større rekreasjonsarealer og habitat for dyr og planter i byen. Nedbygging av naturlige arealer som tidligere infiltrerte og fordrøyde overvann, kombinert med klimaendringer hvor vi stadig får kraftigere regn, gjør grønne tak til et klimapasningsdyktig tiltak i urbane nedbørsfelt.

- Hensynssoner, jfr. Pbl § 11-8

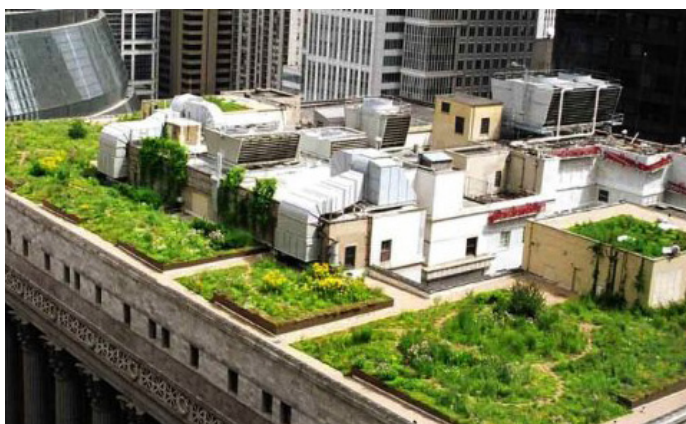
En hensynssone beskriver i kommunens arealdel som soner man skal ta hensyn til, og er nytt i loven av 2008. For grønne tak i planer er hensynssoner og tilhørende bestemmelser også et viktig verktøy. Grønne tak kan få både generelle og spesielle bestemmelser knyttet til seg. Det kan for eksempel stilles krav til spesielle utredninger i et område før man igangsetter en byggesak.

Man kan også forby eller sette vilkår for å bygge i hensynssoner. I §11-8a) kan grønne tak knyttes opp mot miljøhensyn, mens i §11-8b) om infrastruktur kan grønne tak knyttes opp mot overvannshåndtering og styrke en blågrønn infrastruktur. Videre er det aktuelt å argumentere for grønne tak i §11-8c) hvor hensynssoner kan være grønnstruktur, landskap eller bevaring av naturmiljø eller kulturmiljø. Dette er en alternativ måte å vise grønnstrukturen på i en kommuneplan.

- Generelle bestemmelser, jfr. Pbl § 11-9

Arealplanens generelle bestemmelser gir kommunen mulighet til å vedta bestemmelser som kan knyttes opp mot grønne tak. For eksempel kan bruk av §11-9 Nr. 4 om rekkefølgekrav sikre etablering av grønne tak som ”teknisk infrastruktur og grønnstruktur” før området tas i bruk.

Grønne tak vil også være aktuelt å argumenteres for i §11-9 Nr. 6 som fokuserer på miljøkvalitet, estetikk, grønnstruktur hvor grønne tak omfatter disse momentene.



Figur 24: Med et engasjert bystyre og borgermester, har Chicago i USA utviklet langsiktige strategier som vil gjøre byen mer miljøvennlig og grønnere.



Figur 25: Grønne tak har vært viktig i utviklingen av økobydelen Augustenborg i Malmø både som en miljøkvalitet og et klimatilpasset tiltak.

Kapittel 12 : Reguleringsplan

På nivået under kommuneplan finnes reguleringsplannivået som regulerer større eller mindre arealer i kommunen. Det kan være et utbyggingsområde, en bydel eller lignende. Ved å innta bestemmelser om grønne tak på kommuneplannivå vil det være vanskeligere å fravike disse ved dispensasjon på reguleringsplannivå, fordi kommuneplannivået viser en mer helhetlig plan for arealbruken i kommunen.

På reguleringsplannivå er det i bydelen Bjørvika i Oslo satt krav på å anlegge grønne tak. I følge Plan og bygningsetaten er det satt krav på at 50% av bygningene skal ha grønne tak (Dahl 2010).

På reguleringsnivå vil hensynssoner som er fastsatt i kommuneplanens arealdel i §11-8 videreføres som et grunnlag i reguleringsplanarbeidet. Hvis grønne tak knyttes til hensynssoner i kommuneplanens arealdel må de videreføres i reguleringsplanarbeidet.



Figur 26: Halvparten av blokkene som utgjør Operakvarteret i Bjørvika får grønne tak etter at Plan og bygningsetaten satte et krav på reguleringsplannivå.

NOU : Urbane økosystemtjenester i Norge (kommer høsten 2013)

Regjeringen etablerte 28. oktober 2011 et ekspertutvalg om verdier av urbane økosystemtjenester i Norge. Utvalget skal levere en NOU med sine konklusjoner og anbefalinger innen 31. august 2013. Norge er som andre land avhengig av robuste økosystemer og velfungerende økosystemtjenester, blant annet for biologisk mangfold, god vannforvaltning og redusert sårbarhet for endringer i klima.

Utvalget skal levere en NOU med sine konklusjoner og anbefalinger innen 31. august 2013. Utvalget vil bygge blant annet på det internasjonale TEEB-prosjektet fra 2009 som har sett på økonomi, biologisk mangfold og økosystemtjenester.

Utvalget skal vurdere innholdet, hvilke elementer og anbefalinger som er særlig relevante for Norge. Videre skal den peke på behov for og muligheter for bedre måling av økosystemtjenester, og på hvordan relevant kunnskap best kan formidles til dem som tar beslutninger i samfunnet.

Byggteknisk forskrift - TEK-10

Det tekniske forskriftet til plan og bygningsloven er å sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra blant annet at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi. Grønne tak er ikke nevnt i TEK10, men kan knyttes opp mot kapittel 7 §7-1 Sikkerhet mot naturpåkjenninger.

Grønn overflatefaktor (GOF)

Grønn overflatefaktor er et planleggingsverktøy som ivaretar grønne løsninger i nye prosjekter. Ideen er at utbyggingen skal kompensere for tap av grønne arealer og permeable overflater. Her inngår grønne tak som en av flere delfaktorer.

Planleggingsmodellen beregner graden av grønne overflater/ grønn teknikk i byggeprosjekter og utt rykker forholdet mellom den økologisk effektive overflaten og tomtens totale areal (de Caprona 2013). Den bygger på et poengsystem der asfalterte flater gir 0 (laveste poeng), mens vegeterte flater gir 1,0 (høyest poeng) (Alnæs et al 2011).

Som eksempel kan det nevnes at i den nye bydelen Västra Hamnen i Malmö ble det kun gitt byggetillatelse til utbyggere som kunne oppvise en GOF gjennomsnittsverdi på 0,6 poeng (ibid).

I Norge har Trondheim kommune anvendt GOF ved planleggingen av den klimanøytrale bydelen Brøset (de Caprona 2013). Oslo kommune har i et forslag til *Kvalitetsprogram for utviklingen på Filipstad* (2012) foreslått å bruke GOF. Her skal utbyggere skal tilstrebe en gjennomsnittelig verdi på 0,5 poeng for planområdet som helhet.

Et verktøy som grønn overflatefaktor vil bidra til å sikre grønne arealer i byen. Siden grønne tak inngår i disse arealene, men kun utgjør en liten del av den, kan verktøyet ikke spesifikt brukes for å kun fremme grønne tak. I følge Arvid Ekle (2013) må det også foreligge føringer fra myndighetshold for å bruke verktøyet riktig. For eksempel at det ligger føringer for park og hageløsninger på bakkenivå der det er muligheter for dette som allmennhetens tilgjengelighet til grønne lunger.

$$\text{GOF} = \frac{\sum (\text{overflate pr. type vegetasjon} \times \text{delfaktor})}{\text{Totalt areal}}$$

Anbefalt grønn arealfaktor på området

- Boligområder: 0,6
- Blandet bebyggelse: 0,45
- Sentrums bebyggelse (næring og kontor): 0,3
- Gater: 0,2 - 0,3
- Urbane byrom: 0,3 - 0,6
- Parker: 0,6 - 1

Delfaktor type vegetasjon

1,0	Gress på bakken	
0,9	Intensive tak	> = 800mm dypt vekstlag.
0,7	Hybride tak	= 200mm - 800mm
0,6	Ekstensive tak	< = 200 mm

Delfaktor dekker

0,0	Tett dekke	Asfalt/ betong
0,2	Harde flater	Delvis heldekkende flate
0,4	Åpen til halvåpen hard flate	Gressarmert betong eller naturstein, grus, singel

Grønne tak i bærekraftig planlegging oppsummert

- Arealplanlegging er kommunens viktigste verktøy for å sikre en robust, bærekraftig forvaltning og utvikling av areal og naturmiljø i kommunen. Det er viktig for kommunen å få informasjon om fordelene med grønne tak i byen. Økt kunnskap og formidling gjennom planverktøy og utredninger er viktig.
- Det har vist seg utfordrende å fremme grønne tak i arealplanlegging. Grønne tak er lite nevnt i planer i Oslo og generelle lovverk i dag. I en tabell syntetiserte jeg 11 planer og lovverk, og hvorvidt de nevnte grønne tak eller ikke. Tabellen viste at kun fire planer nevnte grønne tak.
- Byøkologiske program og Grøntplan for Oslo nevner grønne tak som et klimatilpasningstiltak i forbindelse med overvannshåndtering. I tillegg nevner Grøntplanen grønne tak for å bedre lokalklima og luftkvalitet.
- I Kommunedelplanen for byutvikling og bevaring og Normer for felles leke - og uteoppholdsarealer for boligbygging i indre Oslo nevnes takterrasser som mulige oppholdsarealer. Begge er imidlertid enig om at takterrasser fungerer best som supplement til andre uteområder.
- Det beste grunnlaget for å fremme bruk av grønne tak på et kommunalt nivå er å få begrepet inn i plan og bygningsloven.
- Planstrategi kan utarbeides og omfatter en drøfting av kommunens strategiske valg knyttet til samfunnsutvikling herunder langsiktig arealbruk og miljøutfordringer. Planen må ta opp grønne tak som en del av klimatilpasning, grønnstruktur eller som oppholdsarealer.
- Begrepet grønne tak kan inntas i bestemmelser i kommuneplanens arealdel. Det å finne aktuelle lovbestemmelser som man kan knytte grønne tak opp mot er viktig for å fremme grønne tak.
- De aktuelle lovbestemmelsene er funnet i kapittel 10 Planstrategi, kapittel 11 Kommuneplan og kapittel 12 Reguleringsplan, samt i Byggeteknisk forskrift TEK-10.
- Grønne tak som begrep inn i ulike planer under kommuneplanen. Disse gjenspeiler og konkretiserer synet til tiltaket som er avdekket i overordnede planer.
- Relevante tiltak for å hindre negative byøkologiske effekter av utbygging pålegges utbygger i byggetillatelse. For eksempel verktøyet GOF.
- I tillegg kan grønne tak nevnes spesifikt i den nye offentlige utredningen om urbane økosystemtjenester i Norge som kommer høsten 2013.



Byøkologiske egenskaper

I dette kapittelet diskuteres åtte byøkologiske egenskaper som kan eksistere på grønne tak, samt utfordringene ved å anlegge grønne tak i Norge. De utvalgte økosystemtjenestene representerer alle hovedkategoriene, men er ujevnt fordelt. Dette valget er basert på hvilke økosystemtjenester jeg anser som viktige i norske urbane områder jfr. kapittel 1.2 Byøkologi.

Jeg har bevisst valgt å diskutere bredt enn snevert. Jeg har tatt for meg åtte økosystemtjenester i stedet for en enkelt økosystemtjeneste. Grunnen er at sammenhengen mellom byøkologi og grønne tak er lite kjent i Norge. Min hensikt er derfor å formidle en oppgave som ser disse to elementene sammen på et overordnet nivå. Å diskutere en økosystemtjeneste i dybden kan inspirere til en annen oppgave.

Nedenfor vises et diagram hvor økosystemtjenester finnes på en side, og grønne tak på den andre. Diagrammet skal vise sammenhengen mellom økosystemtjenester og ekstensive, hybride og intensive grønne tak. Vil alle åtte økosystemtjenester kunne eksistere på grønne tak? Er det noen økosystemtjenester som vil eksistere uavhengig av hvilke type grønne tak som anlegges? Er det andre økosystemtjenester som forsvinner på enkelte tak?

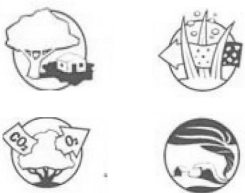
I oppsummeringen vil det samme diagrammet vises men med eventuelle funn fra kapittelet. De vil vises som streker i ulike tykkelser. Strekene viser hvilke urbane økosystemtjenester som kan forekomme på ekstensivt, hybrid og intensivt tak. Tykkelsen på strekene indikerer hvor sannsynlig det er å finne de ulike økosystemtjenestene på de ulike takene.

Produserende tjenester



Ekstensivt tak

Regulerende tjenester



Hybrid tak

Kulturelle tjenester



Intensivt tak

Støttende tjenester





Matproduksjon

Dyrking av mat på tak er ikke en ny idé. Det har blitt praktisert i for eksempel Asia og Sør-Europa i lang tid (Veg Tech 2012). Både urter, grønnsaker og større avlinger kan dyrkes der med et vellykket resultat.

Behovet for lokal urban matproduksjon øker etter hvert som byer og tettsteder fortettes, og potensialet er stort for videre utvikling av denne typen takprosjekter (Dunnett & Kingsbury 2011). 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).

På et lokalt nivå vil et urbant jordbruk på taket kunne bli en aktiv møteplass for nabolaget (Hui 2011). I et lokalområdet i Montreal i 1995, grunnla flere naboer et frivillig nettverk kalt "Santropol Roulant" som jobbet med helse og matproduksjon for eldre og syke mennesker. Gjennom flere grønne tak-prosjekter har de skapt en aktiv møteplass for naboene (ibid).



Figur 27: En av flere takhager i nettverket "Santropol Roulant" i Montreal. Her dyrkes det hodekål, poteter, ulike typer urter, frukter og bær.

I Norge har MaJoBo-prosjektet (Mat og jord der du bor), som tar i bruk alle mulige områder for å dyrke mat, blitt høyst aktuelt på grønne tak. Det vanligste i Norge i dag er likevel at grønne tak plantes for pryding, og ikke med et urbant jordbruk (Alnæs et al 2012). Dette kommer av flere faktorer.

Vi har enda ikke nok forskning og erfaring med urban matdyrking på grønne tak i Norge. I tillegg har vi kort vekstsesong og et kaldt klima som kan begrense matproduksjon på grønne tak. Likevel viser studier at klimaendringer kan gi en lengre vekstsesong og mildere klima (Regjeringen 2013). Disse faktorene kan gjøre det enklere å dyrke mat på takene i Norge i fremtiden.

Økosystemtjenesten kan ikke eksistere på alle typer grønne tak på grunn av vekt og krever mye vedlikehold. Økosystemtjenesten utelukkes derfor på ekstensive grønne tak, fordi disse takene har en lett oppbygning som ikke tillater vekt av urban matproduksjon eller mennesker. Økosystemtjenesten vil ha mest nytte på intensive grønne tak.



Figur 28: Takhage med urban dyrking i Nørrebro, København



Overvannshåndtering

Fram mot år 2100 vil det bli flere dager med mye nedbør, og den gjennomsnittlige nedbørmengden disse dagene vil også øke i følge Metrologisk institutt (2013). Oslo har i tillegg et underdimensjonert avløpsnett hvor klimaendringene kan gjøre anleggene enda mer sårbare hvis ikke det gjennomføres tilpasningstiltak (NVE 2010). Byen opplever i tillegg økt fortetting og nedbygging av grøntområder. Dette medfører færre permeable flater hvor overvannet kan filtrere ned i grunnen, og mer belastning på et avløpsnett hvor kapasiteten allerede er begrenset.

Fra et tradisjonelt flatt tak, der et vanntett takbelegg av asfalt, plast eller gummi i øverste sjiktet av takkonstruksjonen, vil det meste av nedbøren renne av. På et grønt tak blir nedbøren først fanget opp av plantedekket. Den infiltrerer deretter ned i vekstmediet hvor lagring av nedbør vil pågå inntil vekstmediet når sitt metningspunkt og avrenning starter. Figur 31 viser at et grønt tak vil både redusere intensiteten i avrenningen, og utsette tidspunktet for når den høyeste intensitet kommer sammenlignet med et tradisjonelt tak.



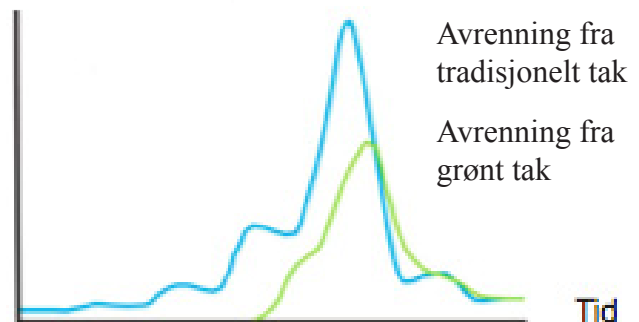
Figur 29: I et alternativt overvannssystem er grønne tak et av flere klimatilpassingstiltak som kan fordrøye overvann.

All litteratur som er studert viser at grønne tak fordrøyer avrenningen ved å redusere total avrenning og forsinke avrenningsintensiteten, men forskjellen i observerte verdier er store da forsøkene er gjort under ulike forhold og ulike grønne tak (Mentens et al 2006, Veg Tech 2010). Noen hovedtrekk er det i midlertidig mulig å trekke ut.

Vann holdes tilbake ulikt på de grønne tak. Ekstensivt tak ville holde minst vann igjen, hybrid tak vil variere, mens et intensivt tak vil holde mye vann tilbake. Mentens et al (2006) viser at intensive tak kan holde tilbake mellom 50% - 80% av nedbøren gjennom et år mens det ekstensive grønne taket på Veolia miljø i Oslo hadde en avrenning på ca. 50% vann i løpet av året (Vegtech 2010).

Økosystemtjenesten vil kunne forekomme på alle grønne tak. Likvel vil nytten fra økosystemtjenesten være størst på intensive tak. Disse takene har dypere vekstmedium og mer variasjon i vegetasjon slik at mer vann kan holdes tilbake enn på ekstensive og hybride grønne tak.

Avrenningshastighet



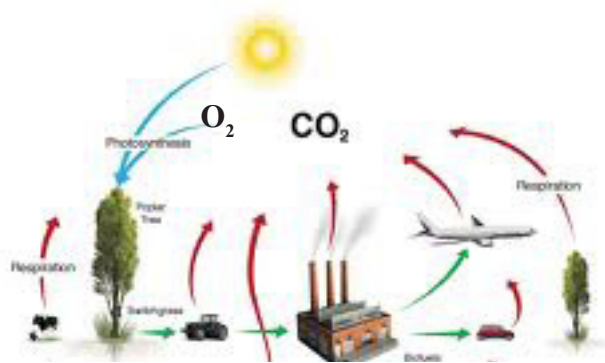
Figur 30: Figuren viser at grønne tak reduserer intensiteten i avrenningen etter nedbør sammenlignet med et tradisjonelt tak.



Forbedret luftkvalitet

Flere studier viser at grønne tak har et potensialet til å regulere og forbedre luftkvaliteten i byer (Cantor 2008, Johnston og Newton 2004). Vegetasjon har en bindende effekt på forurensende partikler og klimagasser i luften. For eksempel er CO_2 en klimagass som bidrar til drivhuseffekten og global oppvarming. Klimagassen tas opp av vegetasjon som en del av fotosyntesen, som igjen frigir O_2 ut i atmosfæren. Jo mer vegetasjon vi har, dess mer CO_2 kan bli bundet i vegetasjonen.

Alle grønne tak har mer eller mindre grad av vegetasjon på takene. Sammenlignet med et tradisjonelt tak, som ikke gir noen effekt, kan vegetasjon på grønne tak filtrere svevestøvet som ellers ville forurenset luften eller bli pustet inn av mennesker eller dyr (Cantor 2008). Økosystemtjenesten vil derfor kunne forekomme på alle grønne tak.



Figur 31: Figuren viser at vegetasjon har en bindende effekt på forurensede partikler som CO_2 . Klimagassen omdannes under fotosyntesen og O_2 frigis i luften.

Det er målt at intensive grønne tak som har alle vegetasjonsjikt har et større potensialet til å regulere luftkvalitet enn ekstensive tak (Cantor 2008). Det er ikke kjent hvor stort potensial økosystemtjenesten har på hybride tak (ibid).

Jo flere grønne tak som blir anlagt, dess mer øker potensialet for å regulere og forbedre luftkvaliteten i Oslo. Dette vil gjelde uansett type grønne tak.



Støy

Støy er det miljøproblemet som rammer flest mennesker i Norge, og lydstyrken måles i desibel (dB). Vegtrafikk er den desidert viktigste kilden til støyplager, og står for nesten 80% av beregnet støyplage. Forskning viser at støy kan gi psykisk stress, og helseplager som muskelsmerter og en medvirkende årsak til høyt blodtrykk og utvikling av hjertesykdom (Klima- og forurensningsdirektoratet 2013).

Studier viser at grønne tak generelt* virker lyddempende i forhold til støy fra trafikk og fly (Cantor 2008). Vegetasjonen demper støy både inn til bygget, og utendørs ved at det demper ekkoeffekten av lyder (Veg Tech 2012). Dette skjer ved at vegetasjonen absorberer lyder og ikke kaster dem tilbake, slik som tradisjonelle takflater gjør (ibid). I en studie ved Augustenborg Botaniske Takhage har det fremkommet at grønne tak reduserer støy betydelig (Scandinavian Green Roof Association 2012). I gjennomsnitt har lydnivået i de underliggende etasjene sunket med 6dB på grønne tak jamført med tak uten vegetasjon.

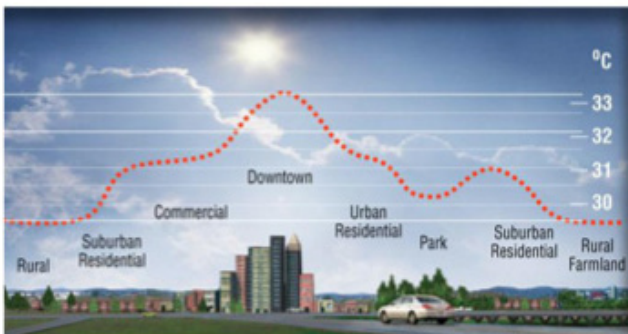
*Studiene er generelle og skiller ikke mellom de ulike grønne takene. Det er derfor ukjent hvor økosystemtjenesten kan ha størst nytte.



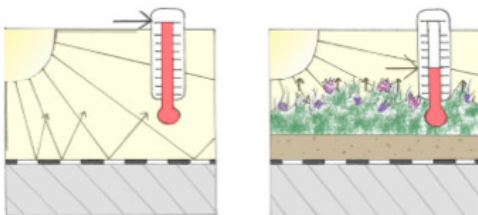
Klimaregulering

Gjennomsnittstemperaturen er gjerne høyere i byer enn omkringliggende forstadsområder. Dette fenomenet kalles "The urban heat island effect" eller "Den urbane varme øy-effekten" (Cantor 2008). Effekten kommer av tettbebygde områder har mange tette og tørre i form av bygninger og infrastruktur, mens landlige områder har mange permeable og fuktige overflater med vegetasjon. (U.S Environmental Protection Agency (EPA) 2013).

I en by med 1 million innbyggere eller mer kan den gjennomsnittlige lufttemperaturen være 1-3 grader varmere enn omgivelsene som figur 32 viser. Temperaturen på tak dekket med grus eller asfalt kan bli opptil 80 grader på solfylte sommerdager (ibid).



Figur 32: Illustrasjonen viser "The urban heat island effect". Temperaturen i tett bebygde strøk er 3 grader varmere enn områdene rundt.



Figur 33: Illustrasjonen viser et tradisjonelt tak (t.v) og et grønt tak (t.h). På grønne tak er temperaturen lavere.

Den urbane varme øy-effekten kan føre til mange negative konsekvenser for miljø og livskvalitet for mennesker. I følge Weiler og Scholz-Barth (2009) kan effekten føre til økt energiforbruk til nedkjøling av bygninger, forurenset nedbør, stress for økosystemer, samt redusert helse og velvære for mennesker. Effekten er dessuten potensielt farlig, spesielt for gamle og syke mennesker (Borden og Cutter 2008).

Grønne tak har generelt* et potensial til å forebygge denne effekten. Grønne tak kan isolere mot varmen om sommeren og mot kulde om vinteren (VegTech 2012). På varme dager kjøler vegetasjonen ned takoverflaten gjennom evapotranspirasjon. Dette betyr at vann fordampes til atmosfæren fra vegeterte og ikke-vegeterte overflater (Cantor 2008) (Se figur 33). I følge Framtidens byer kan grønne tak redusere varmen på takoverflater om sommeren med 50%. Om vinteren kan vegetasjonen bidra som et ekstra isolerende lag.

Det er viktig å understreke at grønne tak ikke er erstatninger for isolasjon, heller kan det gi en ekstra isolerende effekt. I Norge er bygningene allerede godt isolerte mot kulde, slik at isolasjonsevnen til grønne tak ikke vil merkes markant. Uansett er inntrykket at økosystemtjenesten kan føre til å senke temperaturen i byen, bidra til forbedret luftkvalitet og redusere kostnader i forbruk av energi.

*Økosystemtjenesten vil kunne forekomme på alle grønne tak. Studiene som er undersøkt er generelle og skiller ikke mellom de ulike grønne takene. Det er derfor ukjent på hvilke tak økosystemtjenesten kan ha størst nytte.



Biologisk mangfold

Grønne tak er levende systemer som gjerne tiltrekker fugler og dyr, og mikroorganismer som trives i jorda under vegetasjonen. Begrepet “levende tak” blir brukt når hovedformålet med taket er dyreliv og habitat (Dunnet 2006).

Studier gjennomført i Europa har vist at levende tak kan spille en viktig rolle for bevaring av biologisk mangfold i urbant miljø ved å tilby et habitat. Resultatene har ført til økt mobilisering av lokale og nasjonale organisasjoner innen naturforvaltning som ønsker å fremme grønne tak som habitat (Brenneisen 2006).

I Sveits har hovedformålet med grønne tak lenge vært en erstatning av bestemte arters tapte habitater (Peck 2008). De kan også tilpasses for lokale planter og dyr (Dunnett 2006).

Grønne tak kan også styrke en overordnet grønn - og blå struktur i byen. Flere tak kan skape en byøkologisk korridor til større grøntområder slik at fugler og dyr kan bevege seg mellom habitater, for eksempel mellom byens parker (ibid).

For å sikre biologisk mangfold på grønne tak, har Smith et al (2006) påpekt at variasjon i vegetasjon og vekstmedium på grønne tak er viktig. Flere vegetasjonssjikt og et variert planteutvalg kan fungere bedre som habitat og har større positive innvirkninger på biologisk mangfold enn gressflater og få plantearter.

Det er ingen av de undersøkte studiene som peker på hvilke grønne tak økosystemtjenesten gir mest nytte. Basert på studiene er det i midlertidig grunn til å anta at økosystemtjenesten kan ha stor nytte på et tak som inneholder alle vegetasjonssjikt. Dette vil da gjelde intensive grønne tak som kan inneholde gressplener, flerårige stauder, kratt, busker og trær.

Det er også grunn til å anta at økosystemtjenesten kan ha stor nytte på tak som ikke er tilgjengelig for mennesker. Intensive og semi-intensive tak er ofte brukt som hager og parker, noe som kan gjøre det vanskelig for truede arter å leve på taket. I London er ca 90 000 kvadratmeter med grønne tak etablert kun for å redde den truede svartrødstjertfuglen. Disse takene er ikke tilgjengelig for mennesker.



Figur 34: Svartrødstjert blir tatt vare på ved å gjenskape deres naturlige habitat på grønne tak i London.



Rekreasjon og fysisk og mental helse

Oslo vil de neste 20 årene forvente en betydelig befolkningsvekst og fortetting. I 1998 skrev Jon Guttu og Anne Karine Halvorsen Thorén i *Fortett med kvalitet* (1998) at om vi ikke satser på bra kvalitet i fortettingen kan vi blant annet stå i fare for å bygge ned områder for lek og opphold. Guttu og Thorén påpeker at måten vi anvender våre arealer på kan skjerpe eller bidra til å løse problemer rundt fortetting. I følge Dorthe Rømø (pers. komm. 2013) kan grønne tak bli et viktig tiltak som tilfører byen og bygningene attraktive rekreasjonsområder, som løpebaner, lekeplasser, kjøkkenhager og nye parker.

Forskningsstudier innen omgivelsespsykologien viser at kontakt med natur, for eksempel hagedyrkning, utsikt til landskap og aktiv erfaring i naturen, har en positiv effekt for menneskers helse og velvære (Cold 2010).

Ekstensivt tak er kun tilgjengelig visuelt sett, men en studie som har studert sykehuspasienter argumenterer at ekstensivt grønne tak reduserer stress og senker blodtrykket. Pasientene med utsikt til grøntområder trengte også mindre smertestillende medisin og hadde færre liggedøgn enn de med utsikt til parkeringsplasser eller bygninger (Dunnnett & Kingsbury 2008).

Intensivt grønne tak, kan i tillegg til å være visuelt tilgjengelig, brukes til opphold. Takene har et potensial til å gi gode uterom til rekreasjon i byen. Ofte har de mye sol og lys, er skjermet mot støy, har fin utsikt og bedre luftkvalitet. De er trygge mot hærverk og annen kriminalitet (ibid). I tillegg viser kan intensivt grønne tak fremme det sosiale livet og motvirke ensomhet ved å fungere som møteplass for naboer i bygningen (ibid).

I Norge er flere grønne tak anlagt med fokus på økosystemtjenesten, både ekstensive og intensive grønne tak. For eksempel er St. Olavs hospital i Trondheim planlagt med intensive grønne tak som skal virke positivt for pasienter, pårørende og ansatte. På krisesenteret i Telemark er hybride tak anlagt. I tillegg har Barcodebyggene i Bjørvika grønne tak for ansatte og beboere som kan benyttes til rekreasjon.

Økosystemtjenesten vil kunne forekomme på alle grønne tak. Likvel vil nytten fra økosystemtjenesten sannsynligvis være størst på intensive grønne tak, siden disse takene i tillegg til å være visuelle, kan tas i bruk som hager eller parker og fremme muligheter for rekreasjon på takene.



Figur 35: Krisesenteret i Telemark med en hybrid takløsning. Det er soner med begrenset adgang og en tilgjengelig sone med kjøkkenhage for ansatte og pasienter.



Kognitiv lek og læring

Et viktig tema som ofte er debattert er å skape byområder som fremmer barns mentale og fysiske utvikling. Grøntarealer og innslag av natur er viktig for denne utviklingen, og kanskje i sentrale områder av byen, der det ofte bor mange yngre barn (Lindhjem & Sørheim 2011).

Grøntområder kan påvirke barn og unges kognitive utvikling positivt. Kognitiv utvikling er et begrep som kan defineres på flere ulike måter. Innen psykologifaget kan kognitiv utvikling forklares som en intellektuell tankeutvikling som hevder at mennesker utvikler seg i stadier (Paulsen & Grønlid 2013). Hvert stadiet er forskjellig fra de andre, og gjennom opplevelser og erfaringer vi gjør, utvikler vi oss.

Nærhet til natur kan være viktig for barn og unges oppvekst og utvikling. Det kan også tjene som arena for opplæring i naturfag. Forskning har vist at barn utvikler seg bedre og få økt konsentrasjon og læreevne (Barthel et al 2010). Områder avsatt til urban dyrking er kilde til så vel matproduksjon som rekreasjon og opplæring og kan virke som sosiale møteplasser og være gjenstand for kulturutveksling (ibid).

Bjørnar Johnsen, utviklingsleder i Infill og Aspelin Ramm, har utarbeidet flere private takhager i Oslo. De utarbeider nå et prosjekt om intensive grønne tak på barnehager i samarbeid med arkitektfirmaet. Her ser de for seg takhager som fungerer som uteareal for barnehager på dagtid og rekreasjonsområde for beboere på kveldstid (Bjørnar Johnsen pers. komm 2013).

I 2013 åpner Gyldenris dagsenter for barn og unge i København. Dette er et intensivt grønt tak som er tilknyttet et dagsenteret med funksjoner for lek og læring for barn og unge. I følge Dorthe Rømø (pers. komm. 2013) er dette et demonstrasjonsprosjekt for undersøke intensive grønne taks muligheter som møteplasser for lek, kognitiv læring og helse.

Det er ikke funnet studier om økosystemtjenesten på ekstensive eller hybride grønne tak, kun på intensive grønne tak. Det må likevel presiseres at økosystemtjenesten ikke kan utelukkes på ekstensive og hybride grønne tak.



Figur 36: Skisse av den planlagte takhagen på Gyldenris dagsenter for barn og unge som ferdigstilles høsten 2013.

Grønne taks utfordringer

Det må poengteres at mange av økosystemtjenestene bare gir en betydelig effekt dersom det bygges grønne tak i et større omfang (Dunnett 2011). Dette gjelder for eksempel overvannshåndtering, klimaregulering og støy. Det kan også være vanskelig å gjennomføre alle økosystemtjenestene i ett og samme prosjekt (Peck 2008). Selv om grønne tak har mange positive egenskaper for naturen og mennesker, har grønne tak følgende begrensninger.

Tilgjengelighet

Ekstensiv tak har liten eller ingen grad av tilgjengelighet. Det er et bærekraftig landskap som kun kan betraktes visuelt for mennesker. Intensiv tak er ofte private eller halvprivate, og det pågår en diskusjon om det er positivt eller negativt å anlegge grønne tak oven bakkeplan. I *Fortett med kvalitet* (1998) hevder Jon Guttu og Kine Halvorsen Thorén at å anlegge grønne tak som blir utilgjengelig for allmennheten, harmoniserer dårlig med ønsket om at nye stedutviklingsprosjekter skal tilføre stedet kvaliteter med et større register av uterom.

Bård Isdahl i rapporten *På taket - i gården - i parken* (2007) viser i tillegg hvilke brukere som egner seg best på takene. Isdahl viser at barn i førskole- og skolealder bruker helst arealer på bakkeplan. Intensiv tak egner seg best for voksne brukere og, og til en viss grad for ungdom og barn i førskolealder. Man kan i midlertidig tenke seg at dersom et tak var et stort, lett tilgjengelig og trygt areal på et offentlig bygg, ville brukernes valg kan hende endres.

Her vil jeg uansett påpeke at grønne tak ikke skal erstatte grøntområder på bakkeplan, men heller å komplementere disse jfr. takhagen på Gyldenrisparken.

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). Et helt vedlikeholdsritt grønt tak er umulig å få til. Intensiv tak krever mye vedlikehold, mens på ekstensive og hybride systemer kan vedlikeholdet reduseres til noen enkle oppgaver i året (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Kaldt klima

Frost og kulde er i følge NVE en stor utfordring med grønne tak. Det er et forskningsbehov på grønne tak som tåler norsk klima, hva som kan hindre frostskafer på vegetasjon og på vegetasjon som trives på grønne tak i Norge (Framtidens byer 2011). Jostein Sundby fra Vital Vekst (pers. komm. 2013) 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.

Kostnad

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. I følge Vital vekst vil et ekstensivt tak koste ca 400 - 420 kr/m² inkl montasje, mens et intensivt tak vil variere avhengig av intensitetsgraden, jorddybde og vegetasjon. De har gitt et estimat på ca 1650 kr/m² ekskludert planter og kranbil, men påpeker at beregningen er upresis og vil variere fra anlegg. Ved etableringen av et grønt tak på et eksisterende bygg er det også nødvendig å utføre en utredning om konstruksjonen vil tåle den vekten denne type tak vil medføre. En slik utredning gjøres av en ingeniør, og antas å koste i overkant 50 000 kr (Sundby pers. komm. 2013).

Lekkasje

Det er generelt lite sannsynlighet at et grønt tak vil lekke, hvis det er anlagt og vedlikeholdt på riktig måte (Brasfield pers. komm. 2013). Men skulle uhellet intrefte 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). Dessuten må vegetasjonen og vekstmediumet fjernes før reparasjonen, og det grønne taket må deretter etableres på ny (ibid).

Vektproblematikk

Det er viktig å tenke på den ekstra vektbelastningen et grønt tak medfører i planleggingen av bygninger. Mest sannsynlig egner ikke alle eksisterende tak seg til vegetasjonsetablering på grunn av denne ekstra belastningen (Brasfield pers. komm. 2013). 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.

Et ekstensivt tak lar seg lettere gjennomføre enn et intensivt tak på nybygg og ettermontert på eksisterende bygg (Brasfield pers. komm. 2013).

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 David Brasfield i Oslo kommune (pers. komm. 2013) er det mangel på kunnskap og erfaringer med grønne tak i Norge 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 pers. komm. 2011).

I 2011 hentet SINTEF Byggforsk og UMB kunnskap om grønne tak i Norge. I rapporten konkluderte de med at forskning og kunnskap om grønne tak må fremmes mer. Lover og regler, arkitekters interesse, poenggivende programmer, forskning og opplysning vil øke bruken av grønne tak.

Suksess

Dunnett (2011) karakteriserer et vellykket grønt tak av blant annet at vegetasjonsetableringen er god. Dette innebærer at vekstmediumet og plantene fungerer på stedet, at prosjektets intensjon fullføres og at vegetasjonen trives i lengden. Ifølge Ingrid Ødegård (pers. komm. 2013) blir resultatet som oftest vellykket dersom det klarer seg det første året.

Davis Brasfield (pers. komm. 2013) mener det er en suksessfaktor at grønne tak er vakre å se på, og at det estetiske også bør prioriteres. Etter min mening er dette et viktig poeng hvis anlegget skal synes og oppleves. Vakre og levende anlegg kan på den måten også gi inspirasjon og føre til økt interesse for grønne tak for beslutningstagere og byggherrer.

Oppsummering byøkologiske egenskaper

- Diagrammet på neste side viser en sammenfatning av diskusjonen mellom økosystemtjenestenes forekomst og nytte på ekstensive, hybride og intensive grønne tak.
- Strekene viser hvilke økosystemtjenester som kan forekomme på de ulike takene. Tykkelsen på strekene indikerer hvor stor nytte økosystemtjenestene gir på de ulike takene. Jo tykkere strek, dess større byøkologisk nytte.
- Et viktig poeng som kan trekkes ut fra diskusjonen er at grønne tak har et potensial til å fremme de undersøkte økosystemtjenestene, men det er forskjell i hvilke tak som har flest økosystemtjenester og som gir mest byøkologisk nytte.
- En svakhet ved diskusjonen var litteraturstudiets varierende dokumentasjon av økosystemtjenestene. Noen økosystemtjenester var godt dokumentert, mens andre økosystemtjenester ikke var like mye forsket på i forbindelse med grønne tak. Disse er merket med * i diagrammet.
- Diskusjonen påpeker at intensive grønne tak har det største potensialet av grønne tak til å bidra mest i bærekraftig planlegging. Av åtte undersøkte økosystemtjenester forekommer i hvertfall seks økosystemtjenester på intensive grønne tak. I tillegg yter økosystemtjenestene størst nytte på disse takene.
- Intensive grønne tak kan som følge av takoppbygningen inneholde alle vegetasjonssjikt og åpner opp for bruk og opphold.
- Ekstensiv tak har den letteste takoppbygningen med et vegetasjonssjikt og er ofte utilgjengelig for opphold. Ikke alle økosystemtjenester forekommer og nyttegraden er den minste av alle taktypene.
- Hybride grønne tak er en mellomvariant av intensive og ekstensive grønne tak. Hvorvidt økosystemtjenester forekommer på et hybrid grønt tak vil variere med hvor mye de ligner ekstensive eller intensive grønne tak.
- Selv om grønne tak har et potensialet til å inneholde alle åtte økosystemtjenester, har grønne tak en del begrensninger som kan gi en betydelig effekt på økosystemtjenestene.
- Intensive grønne tak kan sannsynligvis inneholde de undersøkte økosystemtjenestene og gi høy byøkologisk nytte. Taket er likevel dyrere og krever mer vedlikehold enn et ekstensivt grønt tak. Det finnes også mindre erfaring med intensive grønne tak i Oslo (Brasfield 2013).
- Et ekstensivt grønt tak gir minst byøkologisk nytte av alle grønne tak, men lar seg lettere gjennomføre enn et intensivt og hybride grønne tak på nybygg og ettermontert på eksisterende bygg fordi de har en lettere konstruksjon. De krever også minimalt med vedlikehold og er billigere enn intensive grønne tak.

Produserende tjenester



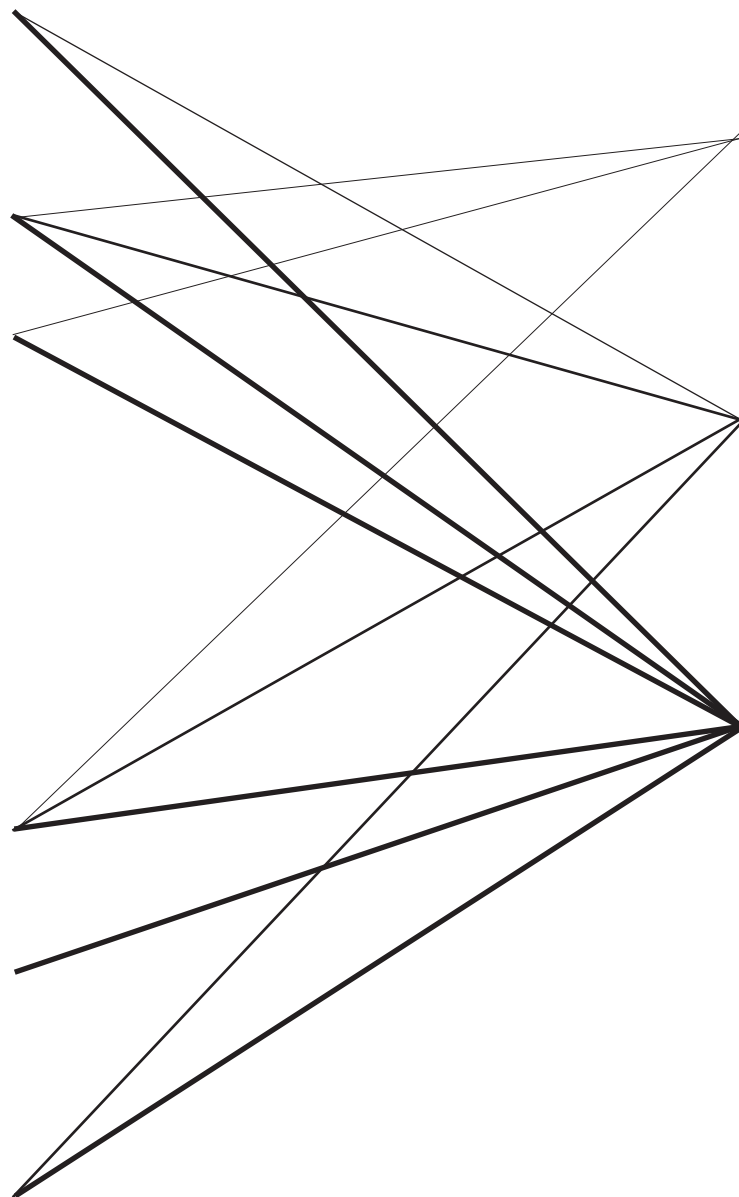
Regulerende tjenester



Kulturelle tjenester



Støttende tjenester



Ekstensive tak

Hybride tak

Intensive tak



Eksempelstudium

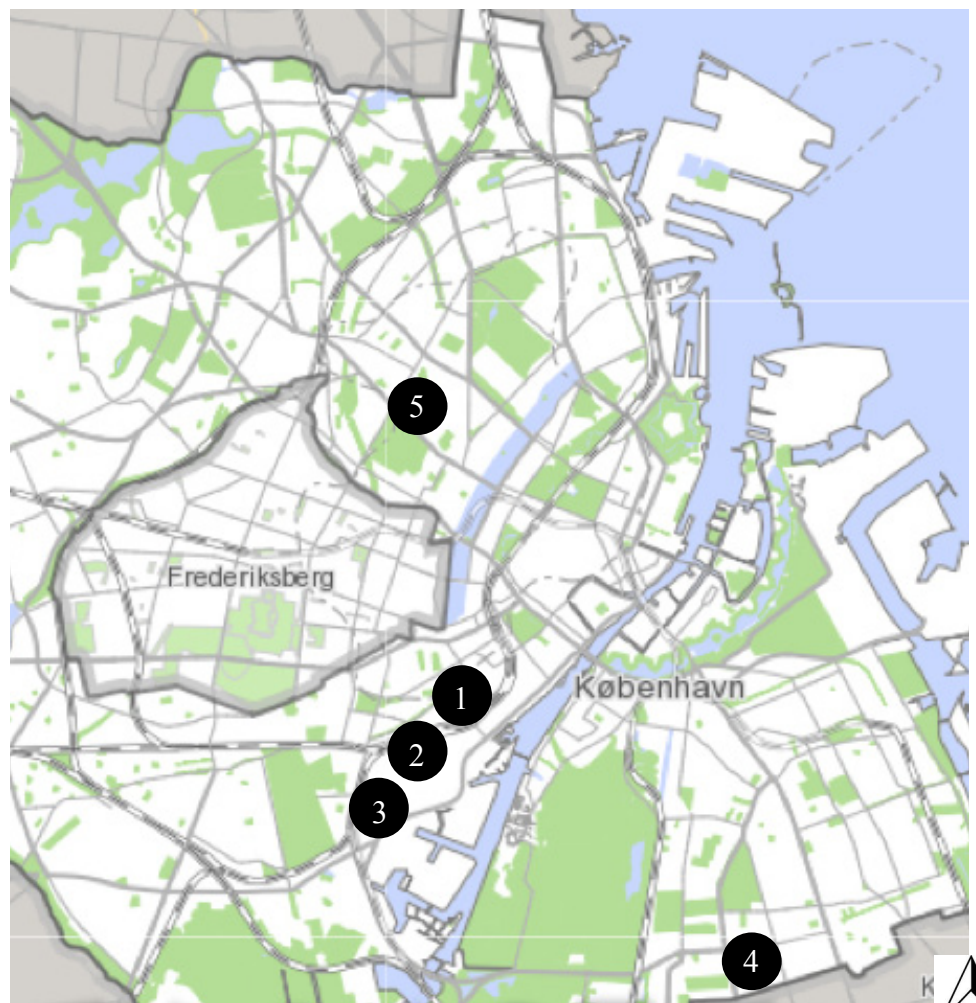
I forrige kapittel oppsummerte jeg at alle åtte økosystemtjenester kunne forekomme på grønne tak, men at de forekom på ulike grønne tak. Det viktigste funnet er at intensive grønne tak sannsynligvis vil gi mest byøkologisk nytte. Dette eksempelstudiet ønsker å undersøke økosystemtjenestene i praksis. Jeg har valgt å undersøke intensive, hybride og ekstensive grønne tak i København. Et eksempel er i sentrum (5), mens resten er fra Københavns indre byområder.

Jeg befarte tre tak (1,2 og 3) med Dorthe Rømø fra København kommune. I tillegg har jeg snakket med SLA ved Ulla Hornsyld per epost. De to siste takene (4 og 5) var ikke ferdigstilt ved befaring, og jeg har kun fått informasjon. Eksempelene er supplert med bilder, plantegning og en beskrivelse. Noen eksempler har kun en områdeplan som plantegning. Her vil det grønne taket være innfelt i rødt.



Figur 37: København (innfelt i rødt) i Danmark.

- 1 Bymilen - Sentralbanken
- 2 Riksarkivet
- 3 TCC - hotell og kongressenter
- 4 Gyldenrisparken dagsenter
- 5 Rikshospitalet



Figur 38: Kart over København kommune. Kartet er ute av målestokk.

Byøkologisk barometer

For å undersøke forekomsten av økosystemtjenestene på grønne tak på en systematisk måte, har jeg utviklet et byøkologisk barometer. Det byøkologiske barometeret ønsker å måle økosystemtjenestene i hvert eksempel. Det er ikke funnet studier på å poenggi økosystemtjenester på grønne tak.

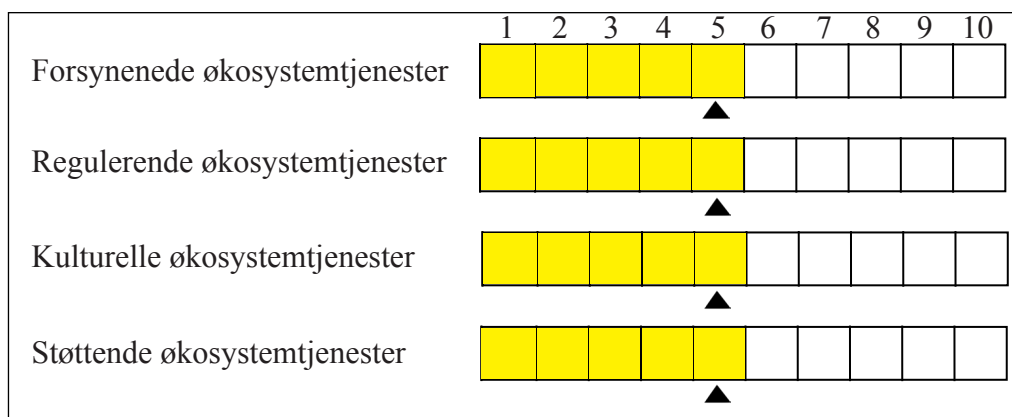
Barometeret måler økosystemtjenestene på grønne tak ved hjelp av en poengsum. Poenggivningen går fra 1 til 10, og viser hvor høyt de ulike økosystemtjenestene scorer på ulike grønne tak. 10 er høyest score og 1 er lavest score. Jo høyere økosystemtjenestene scorer, dess mer vellykket er taket som et byøkologisk prinsipp. Poengsummen er basert på en skjønsmessig vurdering av det enkelte tak og er poenggitt ut fra samtaler med kommunen, konsulent og subjektiv opplevelse.

Jeg har valgt å måle hovedkategoriene: Forsynenede, regulerende, kulturelle og støttende økosystemtjenester. De er likt vektet selv om noen av kategoriene inneholder flere enn én økosystemtjeneste. Dette er et bevisst valg på å gjøre barometeret lettfattelig i denne omgang.

Barometeret kan videreutvikles ved at hovedkategoriene utdypes grundigere. Det er viktig å presisere at barometeret ikke gir en fasit, men skal være et utgangspunkt for diskusjon rundt grønne tak som et viktig bidrag i bærekraftig planlegging.

- Grønne tak som scorer på forsynenede økosystemtjenester har muligheter for urban dyrking på taket. Jo høyere forsyningsintensitet og større takareal, dess høyere score.
- Dersom taket scorer på regulerende økosystemtjenester betyr det at taket har fokusert på å regulere økosystemtjenester som for eksempel overvannshåndtering. Jo større takareal med flere vegetasjonsjikt, dess høyere score.
- Hvis taket scorer på kulturelle økosystemtjenester er det muligheter til å bruke taket til aktiviteter, rekreasjon og møteplass for flere typer mennesker. Jo større takareal og sesongbruk, dess høyere score.
- Dersom taket scorer på støttende økosystemtjenester er det blitt tatt hensyn til biologisk mangfold og habitat for planter, fugler og dyrearter. Jo større takareal og variasjon i utforming og vegetasjon, dess høyere score.

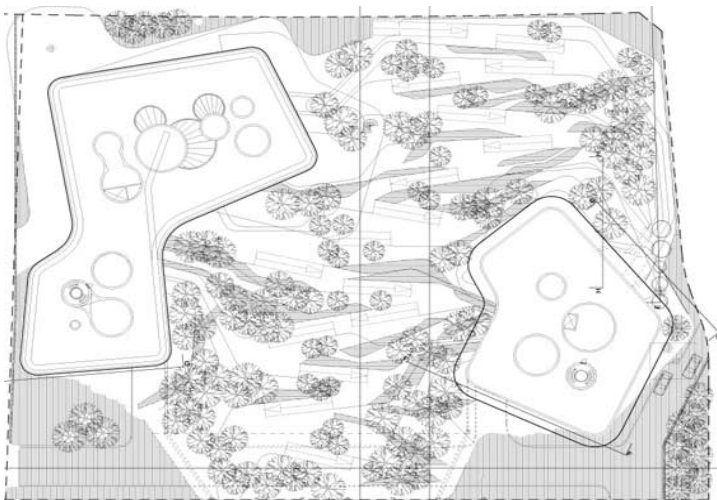
BYØKOLOGISK BAROMETER



1 Bymilen - et urbant byrom



Figur 39: Oversiktsbilde av Bymilen.



Figur 40: SLAs plantegning av Bymilen.



Figur 41: Utsnitt som viser trær og busker, med en stor andel hvit betong.

Navn: Bymilen - Sentralbanken i København
Størrelse: 7.300 m²
Byggekostnader: 35 millioner danske kroner
Landskapsarkitekt: SLA

Lokalisering: Bernstorffs gate 50
Kategori: Intensivt grønt tak
Ferdigstilt: 2010

Bymilen ligger på Bernstorffsgate nær sentrum i København mellom Sentralbankens bygninger. Bymilen er konstruert av hvit betong og vegetasjon, og er utformet etter de foldende sandbanker på Nordjylland, hvor sand og snø smyer seg rundt i landskapet og inn mellom bygningene (Hornsyld epost 2013). Byrommet stiger fra gatenivå til annen etasje, og skaper sammenheng mellom byrommet og de to kontorbygningers ulike nivåer.

Forsynende økosystemtjenester

Taket har ingen matproduksjon (Rømø pers. komm. 2013) og scorer derfor ikke på barometeret.

Regulerende økosystemtjenester

I følge Ulla Hornsyld fra SLA er klimaregulering og overvannshåndtering de viktigste prinsippene for Bymilens utforming. De har valgt hvit betong som skal reflektere mye av solens innstråling, og som vil skape et naturlig avkjølet mikroklima om sommeren.

Avkjølingen skal øke ytterligere av vegetasjonen som består av trær, bregner og gress. Vegetasjonen samler også overvannet ned i to oppsamlingstanker i parkeringskjelleren. Vannet resirkuleres og brukes til å vanne anlegget. Vannet brukes også etter byggenes behov (Rømø pers. komm. 2013).

En begrensning på økosystemtjenestenes nytte er at det er lite vegetasjon i byrommet. Funn i forrige kapittel viste at regulerende økosystemtjenester sannsynligvis ville gi mer nytte på større og frodigere grønne tak fordi disse vil ha mer kapasitet til å for eksempel holde tilbake overvann. Jeg synes det likevel er positivt at vannet brukes til å vanne anlegget og byggets behov. På grunnlag av dette scorer Bymilen 4 på barometeret.

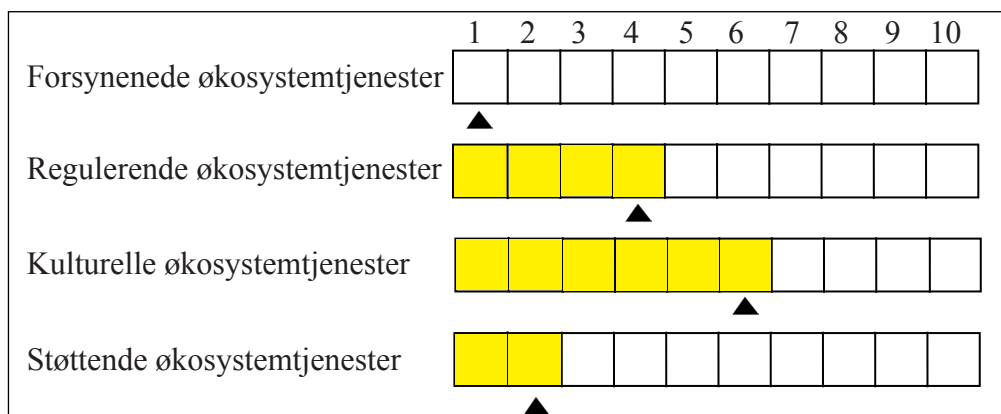
Kulturelle økosystemtjenester

Byrommet brukes til ulike formål og av ulike målgrupper. Fra vår til høst brukes plassen av skatere, bankansatte, beboere i nabolaget og besøkende (Rømø pers. komm. 2013). En styrke ved Bymilen er at den er tilgjengelig og flerfunksjonell, men det er en svakhet at byrommet ikke er grønnere. Bymilen scorer derfor 6 på barometeret.

Støttende økosystemtjenester

I følge Rømø og Hornshyld er ikke biologisk mangfold tatt særlig hensyn til i dette prosjektet. Selv om byrommet inneholder flere vegetasjonssjikt, er det ikke brukt stedegen vegetasjon. Det er også for lite vegetasjon til å kunne være et habitat for flere små dyr og fugler. Bymilen scorer derfor 2 på barometeret.

BYØKOLOGISK BAROMETER : BYMILEN





Figur 44: Øverst vises et utsnitt av Riksarkivet som viser ulike soner grønne soner.

Figur 42: Til venstre er et oversiktsbilde av Riksarkivet.



Figur 43: Schönherr A/S plantegning av Riksarkivet.

Navn: Riksarkivet i København
Størrelse: 7000 m²
Byggekostnader: 14 millioner danske kroner
Landskapsarkitekt: Schönherr A/S

Lokalisering: Kalvebodbrygge 32
Kategori: Hybrid grønt tak
Ferdigstilt: 2009

Takhagen på Riksarkivet ligger ved Kalvebod brygge på Vesterbro i København. Prosjektet inneholder utearealer i terreng og en stor offentlig tilgjengelig takterrasse med beplantning som forbinder Bernstorffsgate og Bymilen med Tivoli hotell og kongressenter. Hensikten med taket er å forbinde to bydeler i København sammen gjennom å bli Københavns fremtidige highline (Rømø pers. komm 2013). Takterrassen har et mål på 220 x 30 meter hvor stisystemet er avspeilet av relieffene på Riksarkivets murvegger. De deler opp rommet i felter av stisystemer i hvit betong, gressflater, beplantede flater og mindre oppholdsrom definert av espalier og sittemuligheter.

Forsynende økosystemtjenester

Riksarkivet er beplantet med soner for urteplanter. I tillegg er espaliene beplantet med jordbær og andre bær. Tilsammen utgjør spiselige vekster en liten del av vegetasjonen, og forsyningsgraden er liten. De gir en større betydning for kulturelle og støttende økosystemtjenester. Riksarkivet scorer derfor 2 på barometeret.

Regulerende økosystemtjenester

Overvannshåndtering og klimaregulering er viktige prinsipper bak utformingen (Rømø pers. komm. 2013). Riksarkivet er dekket med store grønne flater slik at overvannet kan holdes tilbake. I en studie gjennomført av København kommune har opptil 70% av overvannet blitt holdt tilbake årlig (København kommune 2013).

Det er ikke målt en temperaturreduksjon på Riksarkivet. Forrige kapittel viser at grønne tak generelt kan senke temperaturen i byen, men at regulerende økosystemtjenester vil gi mer nytte på intensive grønne tak som inneholder alle vegetasjonssjikt. Riksarkivet er et hybrid grønt tak som mangler busk - og tresjikt. Dette vil være en begrensning for økosystemtjenestene, fordi busker og trær har stort potensial til å regulere klima og overvann. På grunnlag av dette scorer Riksarkivet 6 på barometeret.

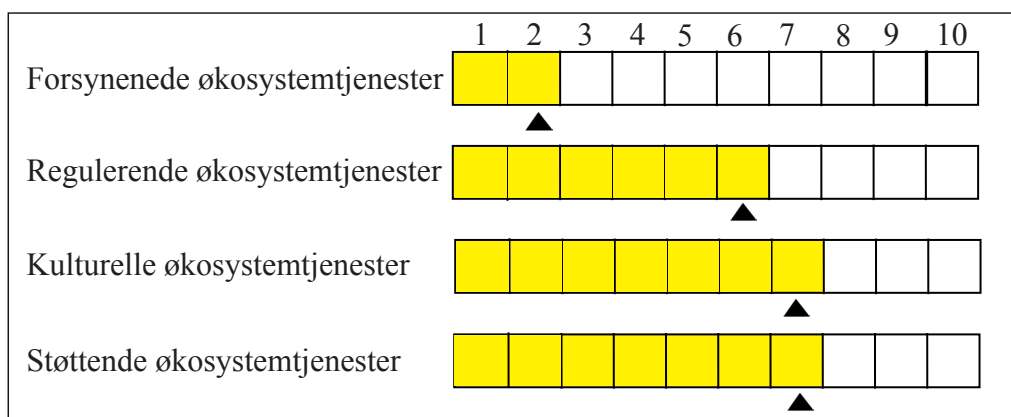
Kulturelle økosystemtjenester

Den røde tråden gjennom hele prosjektet er å gi noe tilbake til borgerne (Rømø pers. komm. 2013). Riksarkivet gjenskaper et offentlig tilgjengelig rekreasjonsareal som folk kan benytte seg av. I følge Rømø er den brukt av ansatte i nærheten og som en alternativ grønn korridor for syklister og fotgjengere. Det som trekker ned er at plassen virker bortgjemt og at grønnkorridoren som skal forbinde to bydeler ikke er ferdigstilt enda. Riksarkivet scorer derfor 7 på barometeret.

Støttende økosystemtjenester

En styrke ved Riksarkivet er variasjonen på taket. Her finnes gressplener, plantede urtebed og enger med planter. Det er en svakhet at den mangler flere vegetasjonssjikt og det er ikke brukt stedegen vegetasjon. Overordnet skal Riksarkivet øke forbindelsen mellom grønnstrukturene i to bydeler. Dette trekker i positiv retning. Riksarkivet scorer derfor 7 på barometeret.

BYØKOLOGISK BAROMETER : RIKSARKIVET





Figur 45: Utsnitt av den frodige takhagen på Tivoli kongressenter med eget vanningsystem.



Figur 46: Plantegning av Tivoli kongressenter. Kongressenteret ligger nær veg og jernbanetrafikk.



Figur 47: Utsnitt av Tivoli Kongressenter som viser variert vegetasjonssjikt og plantearter.

Navn: Tivoli Hotell - og kongressenter
Størrelse: 7.000 m²
Byggekostnader: 18 millioner danske kroner
Landskapsarkitekt: SLA

Lokalisering: Arni Magnussons gate 2
Kategori: Intensivt og ekstensive grønne tak
Ferdigstilt: 2010

Tivoli kongressenter ligger på Kalvebod brygge i København. Hotellet har ekstensive og intensive grønne tak. Tilsammen utgjør de et område på 7000 m². I forbindelse med utbyggingen av hotellet, har det vært viktig for å skape et frodig taklandskap som kan gi hotellet og lokalområdet fordeler (København kommune 2013). På toppen av hotellet finnes ekstensive grønne tak med begrenset adgang for mennesker. På et lavere nivå, har hotellet en offentlig takpark som er forbundet med Rigsarkivet og Bymilen.

Forsynede økosystemtjenester :

Verken det ekstensive taket eller det intensive taket har matproduksjon, og scorer derfor ikke på barometeret.

Regulerende økosystemtjenester :

På det ekstensive grønt taket er det fokus på overvannshåndtering (Rømø pers. komm 2013). På lik linje som Bymilen resirkuleres overvannet og lagres i store tanker slik at hotellet kan bruke vannet etter behov. Det intensive grønne taket er en frodig park som inneholder alle vegetasjonssjikt. På befaring så jeg store trær og busker, og store grønne flater. I følge Rømø trivdes den valgte vegetasjonen godt, noe jeg mener er et veldig godt utgangspunkt for at økosystemene skal gi nytte. Takparken har beholdere som samler opp og resirkulerer overvannet til vanning av anlegget.

Selv om ingen av de regulerende økosystemtjenestene har blitt målt på takene, kan man antagelig forvente en stor regulerende nytte på takene. Trær og busker kan virke støydempende for trafikken på gateplan, ha økt kapasitet til å holde igjen overvann og regulere klima. Det som trekker ned er at takareal kunne vært større for mer nytte. Tivoli kongressenter scorer derfor 8 på barometeret.

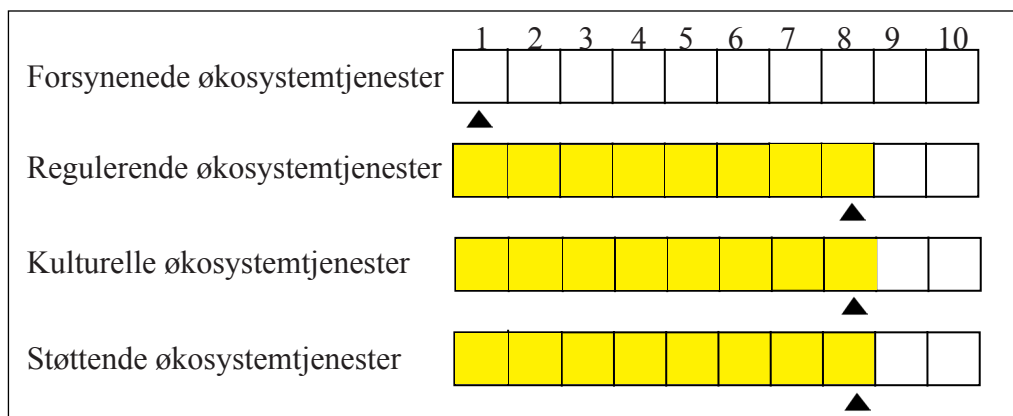
Kulturelle økosystemtjenester :

Mens det ekstensive taket kun er tilgjengelig visuelt sett fra høyere bygninger, åpner det intensive grønne taket for rekreasjon og aktiviteter for hotellets gjester og andre besøkende året rundt. Parken er inndelt i flere mindre rom forbundet av et stisystem. Ulike rom vil gi flere mulighet til å være der på samme tid, men svakheten er om flere andre enn hotellets gjester bruker takparken. Den ligger innerst i en blindvei fordi forbindelsen mellom to bydeler ikke er ferdigstilt. Denne utilgjengeligheten trekker takparken ned. Tivoli kongressenter scorer 8 på barometeret.

Støttende økosystemtjenester :

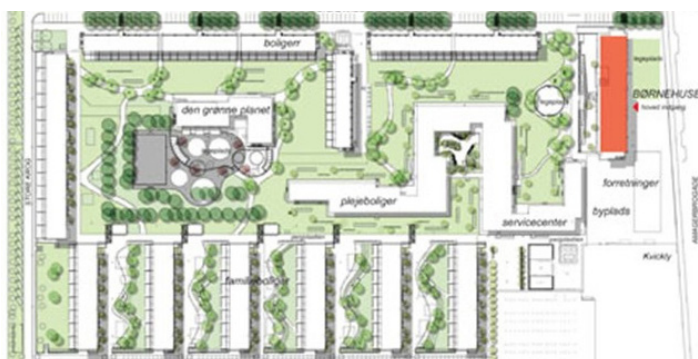
En styrke er variasjonen av grønne tak, både størrelse og type. Denne variasjonen kan støtte flere habitattyper og dermed et større biologisk mangfold. Overordnet kan takene øke forbindelsen mellom grønnstrukturer. Dette trekker i positiv retning. Tivoli kongressenter scorer 8 på barometeret.

BYØKOLOGISK BAROMETER : TIVOLI KONGRESSENTER





Figur 48: Utsnitt av planlagt takhage i Gyldenrisparken med muligheter for matdyrking, lek og læring.



Figur 49: Oversigtsbilde av Gyldenrisparken. Barnehuset er innfelt i rødt.



Figur 50: Utsnitt av Gyldenrisparkens takhage.

Navn: Gyldenrisparken dagsenter for barn
Størrelse: 1.000 m²
Byggekostnader: 60 millioner danske kroner
Landskapsarkitekt: Algren og Bruun
 Landskapsarkitekter

Lokalisering: Gyldenrisparken blokk 31
Kategori: Intensivt grønt tak
Ferdigstiles: 2013

Som en del av en helhetlig og bærekraftig områdeoppgradering i Gyldenrisparken 2005 - 2013, har blokk 31 blitt bygget om fra nedlagt pleiehjem til et grønt institusjonshus for barn. Blokk 31 består av tre etasjer med dagsenter for barn, fritidshjem og ungdomsklubb. I blokkens øvre etasje er det planlagt et intensivt tak på 1000m² med plass til lek og aktivitet for husets barn og ungdommer (Algren og Bruun Landskabsarkitekter).

Utgangspunktet for poenggivningen er kun fra samtaler med Dorthe Rømø, samt informasjon fra nettsiden til Algren og Bruun Landskabsarkitekter. I tillegg gjelder byggekostnadene oppgradering av hele Gyldenrisparkenområdet.

Forsynende økosystemtjenester

Gyldenrisparken har soner for urban matproduksjon og et drivhus. Takhagen skal forsyne barn og ansatte med frukt og grønnsaker som blir dyrket på taket. Det er planlagt å plante epler og pæretrær, bærbusker og krydderurter. I forhold til takstørrelsen går mye av det planlagte arealet til urban matproduksjon. Det som trekker ned er at taket ikke er ferdigstilt, og det er usikkert om matproduksjonen vil overleve klimaforholdene på taket. Gyldenrisparken scorer 7 på barometeret.

Regulerende økosystemtjenester

Takhagen fokuserer ikke spesielt på regulerende økosystemtjenester (Rømø pers. komm. 2013). Takhagen er planlagt med alle vegetasjonssjikt, men har det minste takarealet i eksempelstudiet. Ut fra funn i forrige kapittel vil nytten av økosystemtjenestene øke etter størrelse på arealet. Jeg kan dermed anta at nytten vil være lav. Etter informasjon fra Rømø og Algren og Bruun Landskabsarkitekter vil deler av taket også bestå av betongflater med plantekasser. Dette trekker takhagen ned. Gyldenrisparken scorer 3 på barometeret.

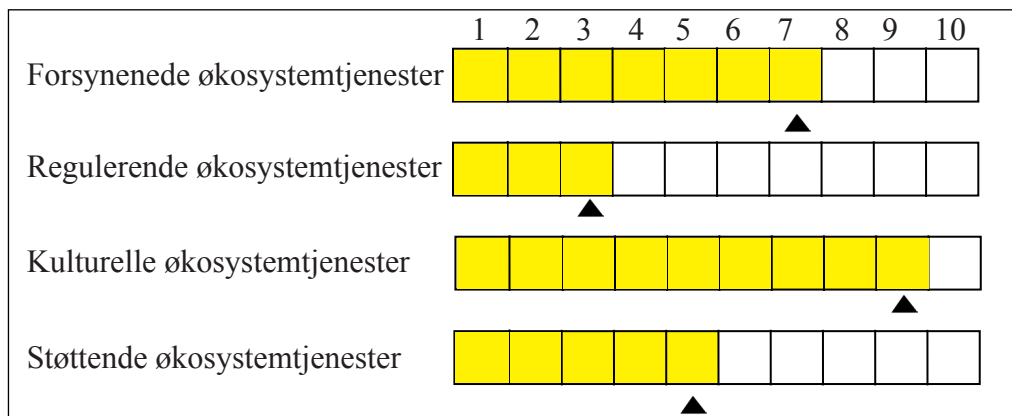
Kulturelle økosystemtjenester

Hovedtanken bak er å lage en lekearena som samtidig kan være en levende kunnskapsarena for barn og unge året rundt. Det er et demonstrasjonsprosjekt for å se intensive grønne taks muligheter som arena for lek og kognitiv læring. Det som trekker ned er at taket ikke er ferdigstilt. Takhagen Gyldenrisparken scorer 9 på barometeret.

Støttende økosystemtjenester

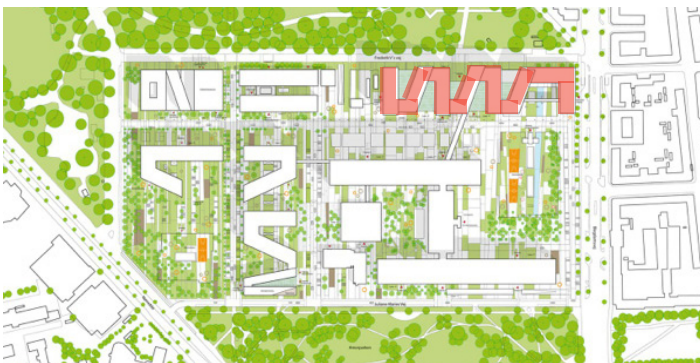
Det er en styrke at Gyldenrisparken er planlagt med alle vegetasjonssjikt og variert utforming. Svakheten er relativt lite takareal som er grønt, og om det er foreslått brukt stedefegen vegetasjon. Gyldenrisparken scorer 5 på barometeret.

BYØKOLOGISK BAROMETER : GYLDENRISPARKEN





Figur 51: Oversiktsbilde av slik Nordfløyen er planlagt med ekstensive grønne tak og soner for opphold.



Figur 52: Planskisse av Rikshospitalet. Nordfløyen er innfelt i rødt.



Figur 53: Skisse av Nordfløyen.

Navn: Rikshospitalet Nordfløyen - nytt behandlingsbygg
Størrelse: 52 500 m²
Byggekostnader: 1, 85 mrd danske kroner
Landskapsarkitekt: Kristin Jensens Tegnestue

Lokalisering: Blegdams vei og Frederik Vs vei
Kategori: Ekstensive grønne tak
Ferdigstilles: 2017

Region Hovedstaden som eier Rikshospitalet, fikk i juni 2011 tildelt 1,85 mrd danske kroner til å gjennomføre første fase av en utvidelse på Rikshospitalet. I første fase skal blant annet et nytt behandlingsbygg, Nordfløyen, med operasjonsavdeling og 300 nye sengeplasser bygges. Den er utformet som en sammenhengende bebyggelse som går fra ti til fire etasjer med et 52 000 m² ekstensivt tak.

Utgangspunktet for poengviningen er kun samtaler med Dorthe Rømø, samt informasjon fra nettsiden til Kristin Jensens tegnestue.

Forsynende økosystemtjenester :
Taket er ikke planlagt med urban dyrking (Kristin Jensens tegnestue 2013) og scorer derfor ikke på barometeret.

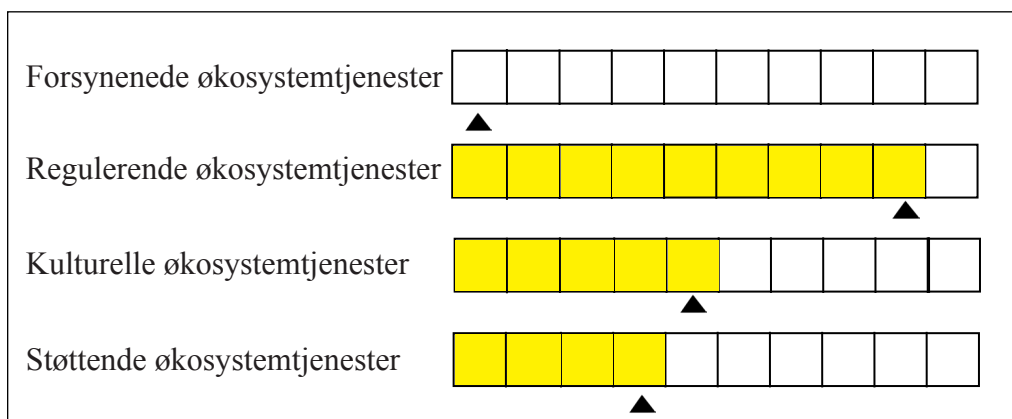
Regulerende økosystemtjenester :
Hovedfunksjonen til det 52 500 m² ekstensive taket er regulerende økosystemtjenester. Det store grøntarealet skal regulere overvann og hindre overbelastning på avløpsnett. I følge Kristin Jensens tegnestue skal også taket regulere lokalklima og virke som en ekstra isolasjon på bygningen. Forrige kapittel viste at jo større areal grønne tak ble anlagt på,

dess mer nytte ville de regulerende tjenestene kunne gi. Dette er et stort ekstensivt grønt tak hvor de regulerende økosystemtjenestene kan gi stor nytte, selvom det ikke er intensive tak. Forrige kapittel viste at intensive grønne tak vil kunne gi størst nytte av de grønne taktypene, men Nordfløyens takareal vil veie positivt. Nordfløyen scorer 9 på barometeret.

Kulturelle økosystemtjenester :
Det ekstensive taket er tenkt å kun være tilgjengelig visuelt for pasienter og ansatte, men konsulentene ser på muligheter med soner for opphold (ibid). Nordfløyen scorer etter prinsippet om at det virker helende for sykehuspasienter og ansatte å se grønne takflater enn en grå parkeringsplass, og muligheter for opphold. Nordfløyen scorer 5 på barometeret.

Støttende økosystemtjenester :
Taket er planlagt med et vegetasjonssjikt og få plantearter. Det vil derfor ikke inneholde et bredt biologisk mangfold. Likevel kan de grønne takene rent overordnet tilføre støttende tjenester ved at de grønne takene skaper en tydelig byøkologisk forbindelse mellom Amorparken i sydvest og Fælledparken i nordøst. Nordfløyen scorer 4 på barometeret.

BYØKOLOGISK BAROMETER : RIKSHOSPITALET - NORDFLØYEN



Eksempelstudium oppsummering

- Eksempelstudiet har forsøkt å systematisere utvalgte økosystemtjenester på grønne tak ved hjelp av en poengsum. Jo høyere poengsummen var på økosystemtjenester, dess mer vellykket er taket fra et byøkologisk perspektiv. Poengsummen er gitt ut fra samtaler med byggherrer og konsulenter på de ulike takene, samt egen subjektiv opplevelse av taket.
- Eksempelene er fra København. Jeg valgt København har kommet langt med grønne tak og er et forbilde på hvordan grønne tak kan fremmes i bærekraftig planlegging.
- Generelt kan det oppsummeres at eksemplene har minst to eller flere økosystemtjenester. I alle eksempler som er undersøkt er kategoriene regulerende økosystemtjenester og kulturelle økosystemtjenester de mest fremtredende.
- Kun to av fem eksempler har med produserende økosystemtjenester. Grunner til det lave utslaget kan være klima, lite behov og forskning og holdninger. Riksarkivet har urban matproduksjon, men med en lav intensitetsgrad. Gyldenrisparken scorer høyest fordi den hadde høyest produksjonsintensitet og har økosystemtjenesten som hovedfokus.
- Eksempelstudiet viser at intensive grønne tak med kombinasjonen stort og frodig grøntareal med alle vegetasjonssjikt på et tak scorer høyt på regulerende økosystemtjenester.
- Unntaket er eksemplet med Rikshospitalet som er et ekstensivt grønt tak på 52 000m². Selv om ekstensive grønne tak vil holde tilbake minst overvann av alle grønne tak, veier takets størrelse opp for dette, og eksemplet scorer høyt på regulerende økosystemtjenester.
- De fleste eksempler scorer høyt på kulturelle økosystemtjenestene. De er utformet med tanke på å være gode møteplasser for rekreasjon og aktivitet året rundt.
- Alle eksemplene har støttende økosystemtjenester, men det varierer i stor grad hvor mye de er blitt tatt hensyn til. Tivoli kongressenter scoret høyest fordi den både hadde variasjon i utforming og taktype, samt fungerer som en forbindelse mellom grønnstrukturer.
- Et viktig poeng fra eksempelstudiet er at flest økosystemtjenester forekom på intensive grønne tak. De intensive grønne takene scoret høyest med unntak av et eksempel.
- Et annet viktig poeng er å påpeke svakheter med eksempelstudiet. Selv om det hjelper meg å systematisere økosystemtjenester på grønne tak, representerer ikke funnene et fasitsvar. Resultatet kommer fra et lite eksempelutvalg i en spesifikk by.
- Det har også vært vanskelig å poenggi enkelte eksempler av mangel på informasjon og befarings.

Konklusjon av generell del

Klimaendringer, urbanisering, nedbygging av grøntarealer og alternative metoder for å håndtere utfordringene knyttet til disse er store og omfattende temaer. Denne oppgaven forsøker å belyse noen av sidene ved tematikken. Her vil jeg forsøke å oppsummere de viktigste poenger fra den generelle delen, del 1 og del 2.

Utfordringer

Med det stadig økende fokus på klimaendringer, urbanisering og nedbygging av grøntarealer i byen kombinert med økende satsning på grønne bærekraftige løsninger i arealplanleggingen, er det liten tvil om at grønne tak vil komme til å bli stadig mer kjent som et godt alternativ til tradisjonelle systemer. Den generelle delen har satt fokus på hvilke utfordringer vi kan forvente oss å møte i byen i fremtiden, byøkologi som strategi og jeg har belyst hvilke byøkologiske fordeler grønne tak kan bidra med i bærekraftig planlegging.

Byøkologi

Opgavens bakteppe er byøkologi, og jeg undersøker grønne tak fra et byøkologisk perspektiv. I første del av oppgaven er sammenhengen mellom byøkologi og grønne tak forklart. Grønne tak er et landskapselement innen strategien og har et potensiale til å produsere økosystemtjenester som er goder og tjenester til nytte for mennesker i byen. Oppgaven har gjennom en verktøykasse søkt å finne ut hvordan grønne tak fra et byøkologisk perspektiv kan bidra i bærekraftig planlegging.

De grønne takenes bidrag

Verktøykassen gir først en introduksjon om landskapselementet grønne tak og deretter en oversikt over grønne tak i bærekraftig planlegging i dag. Videre diskuterer jeg de åtte økosystemtjenestene fra del 1 og ser til slutt på et eksempelstudium fra København.

Det finnes ulike typer grønne tak. Jeg har valgt å dele inn i kategoriene ekstensive, hybride og intensive grønne tak. Det er takets lagoppbygning som gir variasjon i bruk, vegetasjonstype, tykkelse på vekstmedium, vedlikehold, kostnad og økosystemtjenester.

Et viktig poeng som verktøykassen peker på er å få sikret grønne tak som et miljøvennlig tiltak arealplanlegging. Grønne tak er lite nevnt i bærekraftig arealplanlegging i dag, selv om mange ulike verktøy er tilgjengelig. Jeg undersøkte 11 relevante planer og lovverk, og kun fire planer nevnte grønne tak.

For å sikre grønne tak i en bærekraftig planlegging er det beste grunnlaget for å fremme tiltaket å få begrepet inn i plan og bygningsloven. Enten som en del av kommunens planstrategi eller at begrepet inntas i bestemmelser i kommuneplanens arealdel.

Et viktig suksesskriterium er at kommunen får informasjon om fordelene ved å anlegge grønne tak. På den måten kan politikere og beslutningstakere ha nok kunnskap om at det er et viktig satsingsområde i bærekraftig arealplanlegging.

Et annet viktig poeng som kan trekkes ut fra den generelle delen er å få frem verdiskapningen på grønne tak. I diskusjonen undersøkte jeg de grønne takenes potensial til å fremme åtte økosystemtjenester som jeg valgte ut i del 1. Disse var urban matproduksjon, overvannshåndtering, forbedre luftkvalitet, forbedre klima, redusere støy, støtte biologisk mangfold, rekreasjon samt kognitiv lek og læring.

Til tross for en del begrensninger som kunne gi en effekt på økosystemtjenestene på grønne tak, ble det avdekket at grønne tak hadde et potensial til å fremme de undersøkte økosystemtjenestene.

Grønne tak og deres positive effekt for mennesker og miljø er etter min mening viktige tiltak mot klimaendringer og nedbygging av verdifulle grøntarealer, og således et viktig bidrag i bærekraftig planlegging.

Intensive grønne tak bidrar mest
Videre problematiserte jeg hvilke grønne tak som kunne bidra mest, det vil si produsere flest økosystemtjenester, i bærekraftig planlegging. Jeg undersøkte sannsynligheten for at økosystemtjenestene kunne forekomme på det grønne taket og nyttegrad.

Et viktig poeng fra denne delen var at ikke alle økosystemtjenester kunne forekomme på alle typer grønne tak, men hadde et potensiale til å forekomme på minimum en type grønt tak. For eksempel vil ikke økosystemtjenesten urban matproduksjon kunne forekomme på ekstensive grønne tak da takets lagoppbygning ikke tillater vekt og bruk som følger økosystemtjenesten. De undersøkte økosystemtjenestene forekom oftere på intensive grønne tak enn på hybride og ekstensive grønne tak. Økosystemtjenestene ga også større nytte på intensive grønne tak.

Etter funnene i diskusjonen dro jeg på befarings til København for å konkretisere økosystemtjenestene på grønne tak. Jeg undersøkte ekstensive, hybride og intensive grønne tak. Dette resulterte i et eksempelstudium hvor jeg evaluerte økosystemtjenestene på de grønne takene med et byøkologisk barometer. Jo høyere poengsum økosystemtjenestene scoret, dess mer vellykket var taket fra et byøkologisk perspektiv.

Funn fra eksempelstudiet pekte også på at flest økosystemtjenester forekom på intensive grønne tak. De intensive grønne takene scoret med unntak av et eksempel, høyest i eksempelstudiet.

Mer eksakt kunnskap

Basert på funn i den generelle delen har jeg kommet frem til at grønne tak kan produsere viktige økosystemtjenester til nytte for mennesker og miljø. De positive effektene gjør at grønne tak kan bli et viktig bidrag i bærekraftig planlegging. Jeg har også kommet frem til at intensive grønne tak vil kunne bidra mest av de grønne takene.

Et av de viktigste poenger som kan trekkes ut fra den generelle delen er at vi trenger mer eksakt kunnskap om grønne tak og byøkologi.

En svakhet ved diskusjonen var litteraturstudiets varierende dokumentasjon av økoystemtjenestene. Noen økosystemtjenester hadde god dokumentasjon på grønne tak, mens andre økosystemtjenester ikke var forsket like mye på. I tillegg kommer funnene fra eksempelstudiet fra en spesifikk by som kun viser et utvalg.

Konklusjonen jeg har trukket representerer dermed ingen fasit. Selv om det har vært et bevisst valg å formidle grønne tak og byøkologi på et overordnet nivå, kan det hende at jeg har mistet viktig argumentasjon når jeg ikke har gått ned i dybden.

Selv om det er gjort funn på hvordan grønne tak kan bidra fra et byøkologisk perspektiv og hvilke grønne tak som kan bidra mest i bærekraftig planlegging, trenger vi mer kunnskap på disse områdene som kan støtte konklusjonen.

DEL 3

CASESTUDIE

GAUSTAD OMRÅDEANALYSE
SKISSEPLAN



Figur 54: Skisse av Nina North.

3.1 Bakgrunn for valg av case

Tidlig i prosessen med masteroppgaven hadde jeg et møte med Silje Flage Dragsund i Sweco for å se på relevante casestudier jeg kunne bruke i oppgaven.

Jeg valgte et mulig fremtidig byutviklingsområde på Gaustad i Oslo som casestudium. Dette omhandler en mulig fremtidig samlokalisering av alle de store enhetene i Oslo universitetssykehus (OUS) som omhandler at Rikshospitalet, Ullevål, Aker, Radiumhospitalet, Dikemark, Gaustad og epilepsisenteret i Sandvika kan bli samlet i området på Gaustad. Sweco og Ratio arkitekter har fått i oppdrag av Oslo universitetssykehus å utarbeide reguleringsplan for utvidelse av sykehus på Gaustad og å se på muligheter for denne samlokaliseringen og utrede alternative løsninger.

Et av alternativene i mulighetsstudiet har jeg brukt som casestudie, og gått videre med for å skissere hvor grønne tak kan skape byøkologiske kvaliteter. Jeg var interessert i å arbeide med grønne tak i kontekst av en fremtidig bydel. En ny bydel med grønne tak kan synliggjøre tiltaket i en bærekraftig planlegging.

Jeg har forsøkt å trekke inn og bruke den innhentede teorien i de foregående kapitlene så mye som mulig i denne delen av oppgaven.

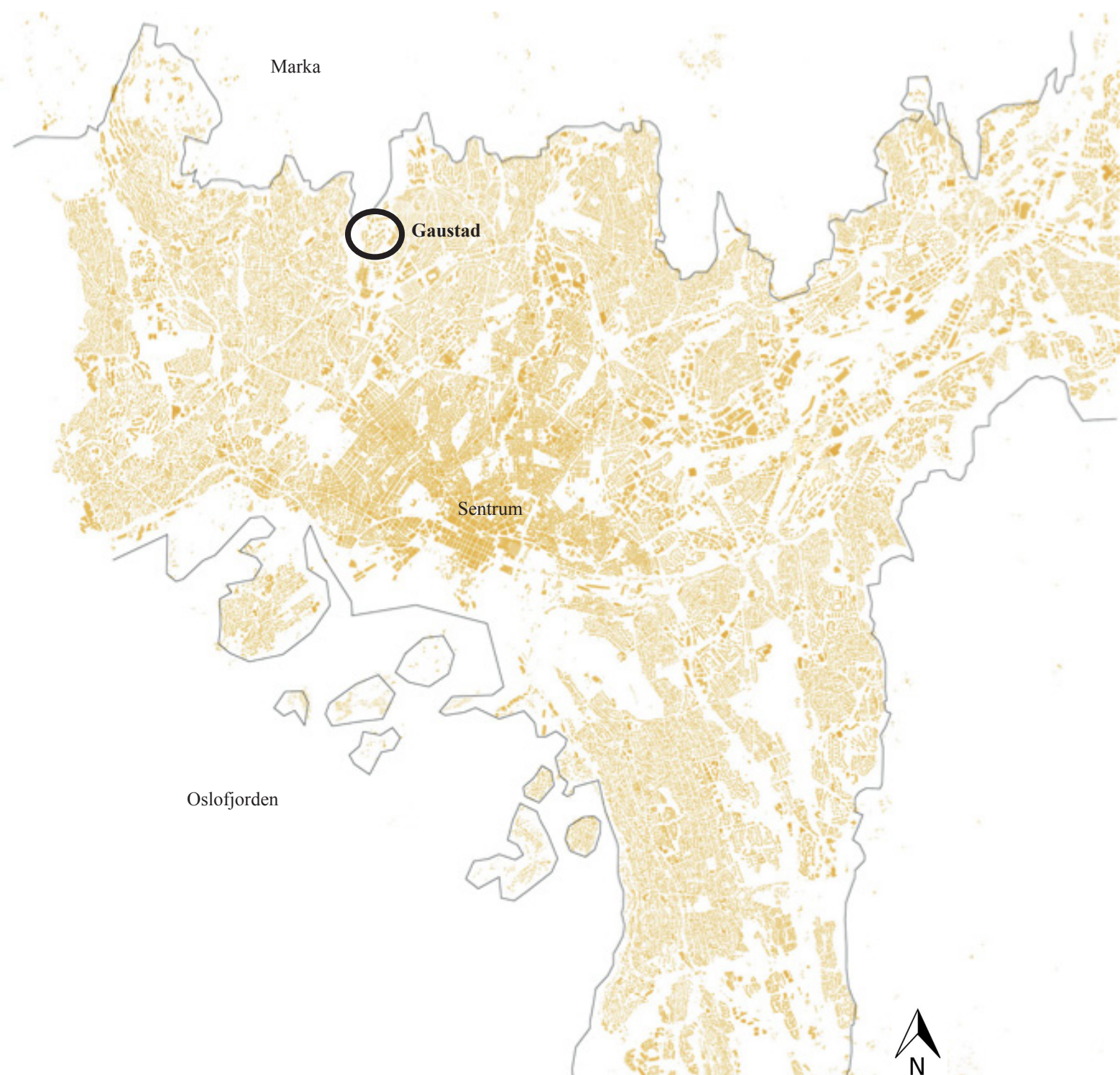
Hensikt

Områdeutbyggingen vil kunne medføre et kraftig inngrep med flere tette flater i landskapet som kan ha konsekvenser for blant annet vannavrenning, klima, biologisk mangfold og rekreasjonsmuligheter i området. Hensikten er dermed å undersøke hvor grønne tak kan fremme og skape kvaliteter i området som vil kunne ha størst mulig byøkologisk nytte i området.

Grønne tak på Oslo sykehusene på Gaustad kan også bidra til å øke oppmerksomhet og kunnskap rundt grønne tak, og synliggjøre Oslo universitetssykehus sin interesse for moderne bærekraftig utvikling og være et forbilde for fremtidige prosjekter både nasjonalt og kommunalt.

En områdeanalyse avdekker hvilke forhold som er av betydning for plassering av grønne tak. Sammen med verktøykassen vil analysen belyse hvor og hvilke takløsning som kan implementeres på Gaustad for å oppnå størst byøkologisk nytte i området.

Dette resulterer i en overordnet skisseplan på Gaustad i 2050, og tre innsatsområder med et byøkologisk barometer.



Figur 55: Kartet gir en oversikt over Oslo kommune. Caseområdet på Gaustad er innfelt i sort. Kartet er bearbeidet og ute av målestokk.

Områdeanalyse

Mål for analyse

Å identifisere ulike aspekter ved landskapet på Gaustad som har betydning for plassering og valg av grønne tak med det formål å fremme økosystemtjenester lokalt i området når bydelen skal utvikles. Relevant informasjon i analysen er derfor de tema som har betydning for denne målsetningen. I det følgende vil jeg gjøre en kort redegjørelse for de ulike tema i analysen og hvorfor disse er relevant i denne sammenheng.

Tilnærming til området

Denne delen av analysen er relevant for å bli kjent med området, dets overordnede struktur og innhold samt problemer og utfordringer knyttet til det å videreutvikle området på Gaustad.

Landskapskvaliteter

Det er viktig å kartlegge hvilke landskapskvaliteter som finnes i område, slik at disse kan styrkes ved bruk av grønne tak eller det kan tilføres en ny kvalitet til området der dette mangler. Her er det lagt vekt på blå – og grønn struktur, biologisk mangfold, lokalklima og eksisterende funksjoner i området.

Fremtidig arealutnyttelse

En oversikt over hvordan Oslo universitetssykehus ser for seg å disponere arealene i fremtiden er av betydning for å lokalisere innsatsområder hvor grønne tak kan implementeres.

Lokalisering av størst mulig effekt av økosystemtjenester

Analysen må inneholde en del som handler om å identifisere ulike innsatsområder der implementering av grønne tak potensielt vil kunne tilføre flest økosystemtjenester i området.

Gaustad

Gaustad er et boligstrøk i bydel Nordre Aker i Oslo. De nærmeste boligområdene er Ris, Ullevål og Sogn. Planområdet avgrenses av Ring 3 i sør, men forlenges av Gaustadbekkdalen sydøst for trafikkkåren og fortsetter ca. 2 km nordover, inn i Nordmarka. I vest avgrenses området av Gaustadbekkdalen, i øst av Sognsveien (Norske leksikon 2013).

Gaustad karakteriseres av sykehusene Gaustad psykiatriske sykehus og Rikshospitalet. Det bor rundt 1 115 innbyggere i dette området. Gaustad er omgitt av bekker og grøntdrag som går fra Nordmarka til Oslofjorden. Området er preget av store, grønne overflater. Sognsvannbekken renner gjennom området og gjennom deler av Oslo by før den renner ut i Oslofjorden.

Gaustad har vært utsatt for områdeutvikling og fortetting i Oslo. Statsbygg som er grunneieren i området har ved flere anledninger opplevd motstand for utbygging av området, fordi det i tidligere planer ikke har blitt tatt nok hensyn til byøkologiske faktorer som biologisk mangfold og muligheter for rekreasjon og aktiviteter.

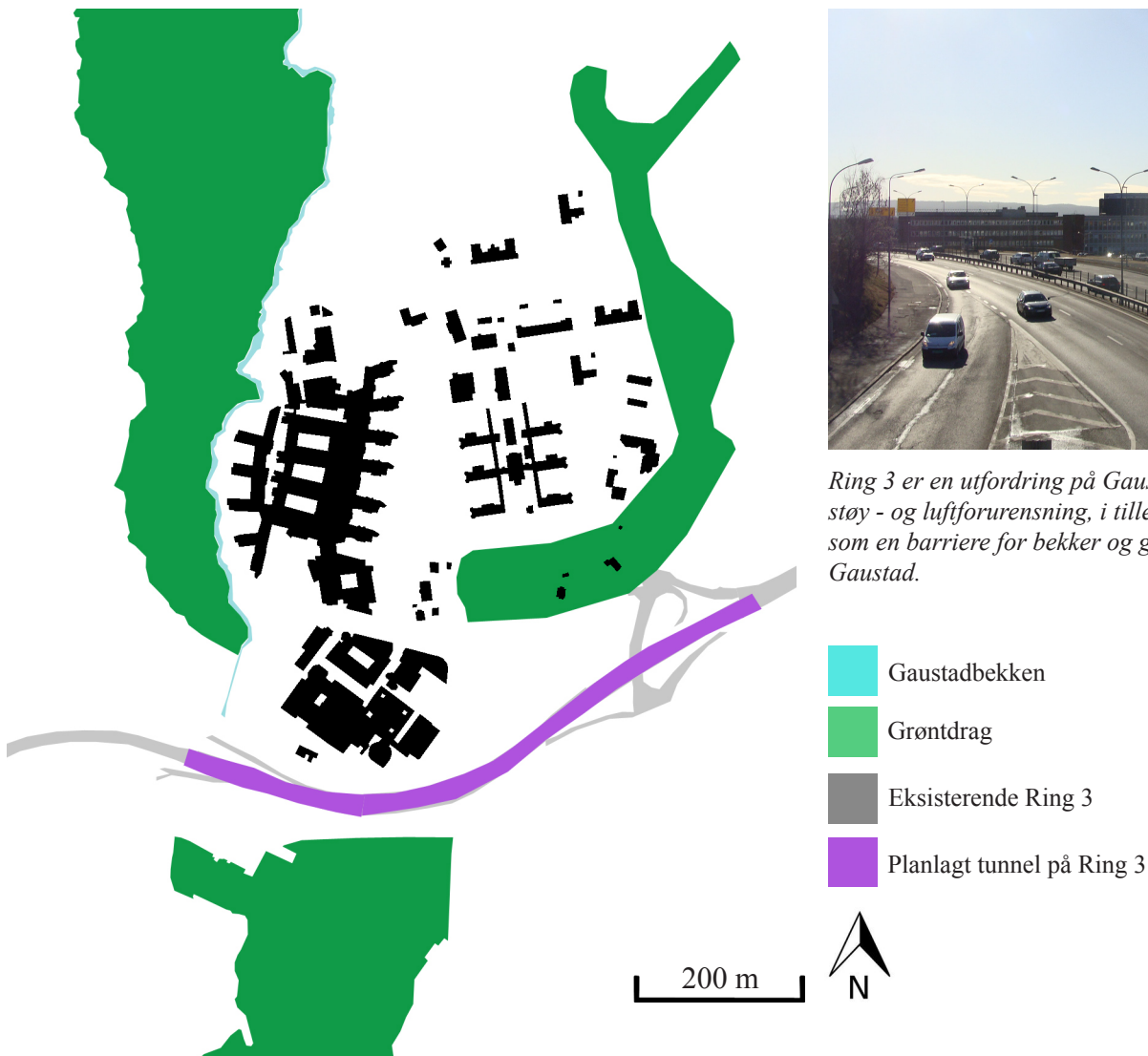
En mulig konsentrering av Oslo sykehusene medfører økt utbyggingspress på eksisterende grøntområder på Gaustad. Ved en mulig fortetting og utvikling på Gaustad vil det derfor være viktig med en overordnet plan som behandler de byøkologiske faktorene og sikrer at eksisterende verdifulle grøntområder for rekreasjon og økologi bevares, og som også sikrer at det etableres nye grøntområder der det er behov i området.

Øvre del av Gaustad er et boligområde og vil ikke bli berørt av utbyggingen. Dette området utelukkes dermed fordi den ikke er relevant i caseoppavens problemstilling.

Tilnærming til området



Utfordringer



Ring 3 er en utfordring på Gaustad. Den skaper støy - og luftforurensning, i tillegg til å fungere som en barriere for bekker og grøntdrag på Gaustad.

Ring 3

Ring 3 er en stamvei med to felt i hver retning og går mellom Ryen i Oslo og Lysaker i Bærum. En av de største utfordringene med å bygge på Gaustad er Ring 3. I følge Kjell Johansen i Vegdirektoratet, kan vegtrafikken øke i mengde og intensitet til og fra området, som følge av områdeutviklingen. Denne trafikkøkningen kan føre til mer utslipp fra biltrafikk, økt støy og dårligere luftkvalitet (pers. komm. 2013). Ring 3 utgjør også en barriere mellom sammenhengende grøntområder og bekker på Gaustad i dag.

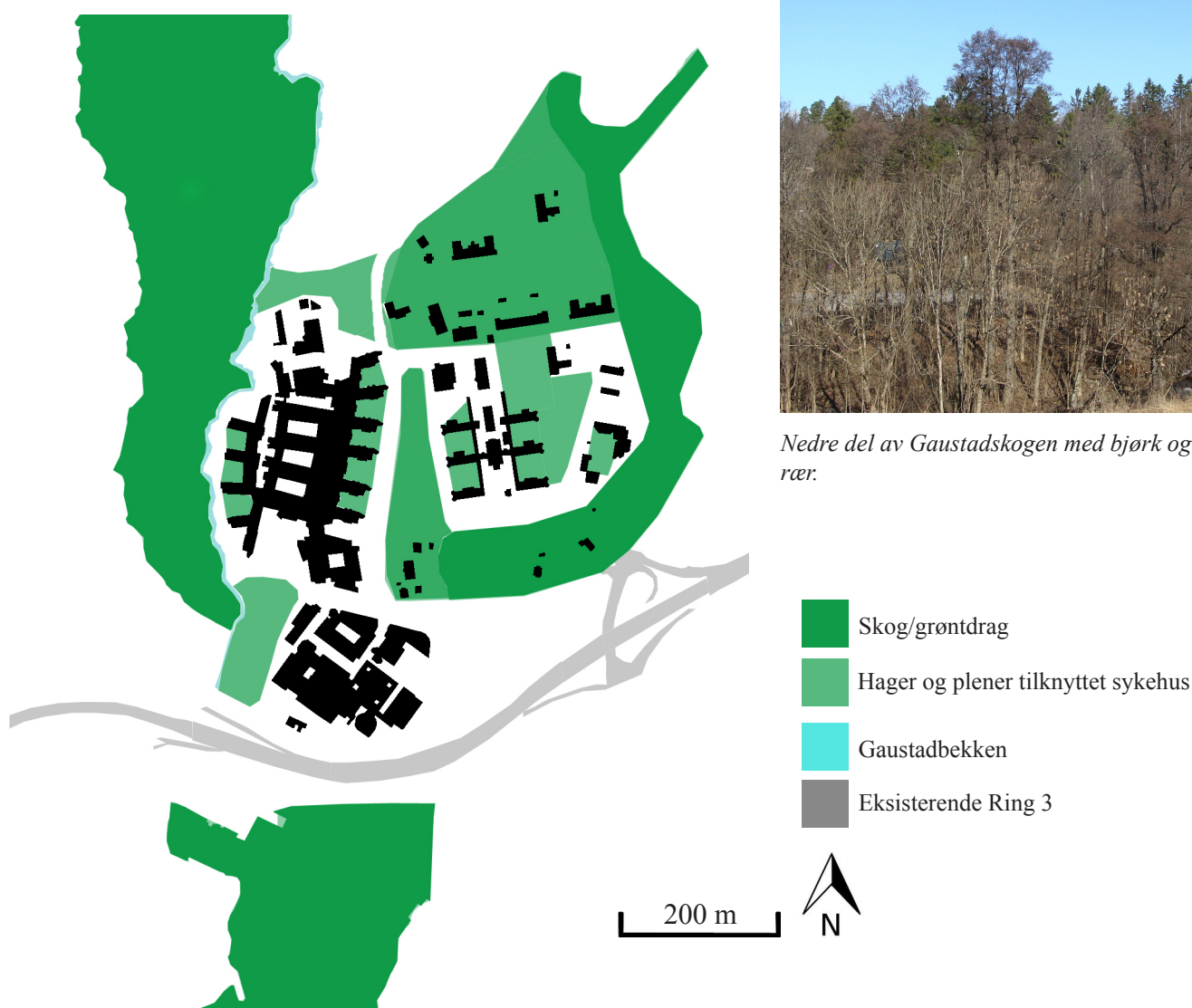
Sweco og Ratios mulighetsstudie foreslår å legge Ring 3 delvis i tunnel for å øke bruksarealer til utbygging. Det er usikkert på om tunnelen på 1110 meter vil forbedre eller forverre lokalklima på Gaustad, særlig ved tunnelinngangene.

Nedbygging av grøntområder

Utbyggingen på Gaustad vil kunne føre til nedbygging av grøntområder som er viktig for rekreasjon og biologisk mangfold. Nedbygging vil også bety flere harde overflater til infrastruktur og bebyggelse. Som nevnt i del 1 er det framskrevet at Osloområdet vil komme til å få mer intensive nedbørsperioder i årene som kommer. Flere asfalterte flater kan dermed bli en ulempe i et klimatilpassningsperspektiv fordi regnvannet ikke absorberes naturlig gjennom bakken, men føres til et allerede belastet avløpsnett med konsekvenser som flom og forurensede bekker.

I analysefasen vil det være viktig å se på grøntområder før utbygging. På den måten kan man bevare viktige korridorer som kan bidra til byøkologisk nytte for mennesker og miljø.

Blå- og grønn struktur



Nedre del av Gaustadskogen med bjørk og grantær.

Gaustad har tydelige grønne og blå strukturer. I nord og vest ligger Gaustadskogen som inngår i en overordnet grønnstruktur fra Nordmarka til byen. Gaustadskogen består av gran - og bjørkeskog og rommer et stort biologisk mangfold (Artsdatabanken 2013). Den er mye brukt av lokalbefolkningen i området og har en sykkel - og gangsti som fører til Sognsvann. Denne grønnstrukturen blir brutt i sør av Ring 3. Grønnstrukturen fortsetter på andre siden i Gaustaddalen.

I Gaustadskogen går Sognsvannbekken åpent i meanderform. Bekken renner åpent fra Sognsvann i Nordmarka før den går videre i rør under Ring 3 frem til Frognerparken og deretter til Frognerkilen (Børsting & Børsting 2000).

Øst for Gaustad sykehus finnes en annen tydelig grønnstruktur fra Nordmarka som går ned til den engelske landskapsparken tilknyttet Gaustad sykehus. Den er ikke kartfestet i planer i Oslo, og det har ikke vært mulig å oppdrive navn på grøntdraget. Den er sammenhengende frem til Ring 3.

Fra et byøkologisk perspektiv har Gaustad to tydelige grønne kjerneområder som anbefales ivarettatt ved en utbygging. Området mangler en byøkologisk forbindelse siden Ring 3 skaper brudd i de grønne - og blåstrukturene. Grønne tak bør legges i områder hvor de kan skape forbindelser mellom kjerneområder og styrke grøntdraget.

Fremtidig planlagt arealutnyttelse



I Sweco og Ratios mulighetsstudie er Rikshospitalet planlagt utvidet med ca 450 000 m² nye sykehusbygg.

- Fremtidig arealutnyttelse tilknyttet sykehus
- Fremtidig arealutnyttelse for UiO, forskning, boliger, service og næring
- Eksisterende Ring 3
- Gaustadbekken

Jeg har tatt utgangspunkt i mulighetsstudiets idefase. Idefasen fokuserer på overordnede areal- og volummuligheter, og har i liten grad vurdert utnyttelse i forhold til begrensninger som vil komme som følge av senere planprosess der ulike interessenter og berørte parter må involveres og hensyntas (Dragsund pers. komm. 2013). Hva som vil være mulig å realisere vil komme i en senere fase av mulighetsstudiet, og inngår ikke i denne oppgaven.

Mulighetsstudiet vil utvide bruksarealer i nord og sør, samt å utvide Rikshospitalet. Ved å legge Ring 3 i tunnel på Gaustad åpner det seg en mulighet for å tilrettelegge et areal som gjør at OUS kan utvikles her. En tidligere mulighetsstudie gjort av Sweco viser at det å legge Ring 3 i tunnel er teknisk gjennomførbart (Dragsund pers. komm. 2013).

I følge Arvid Ottar fra Ratio arkitekter ser man på et område på ca 1 800 000 m². Av dette arealet er ca 1 000 000 m² nye kvadratmeter som kan bygges ut. Det er sett på en mulig utbygging der Rikshospitalet skal utvides til totalt 595 000 m², hvor ca 450 000 m² er nybygg. På Gaustad sykehus er det foreslått nybygg på totalt 86 000 m². Resten vil kunne være mulig utvidelser for Universitetet i Oslo, forskning, boliger, service og næring.

Det fremtidige området er omfattende og er på samme størrelse som 252 fotballbaner. Det er med andre ord vurdert en stor fremtidig utnyttelse av tomten. I og med at området er så omfattende og over 1/3 av arealbruken er foreslått til sykehusfunksjoner, har jeg valgt å avgrense planområdet ytterligere. Dette er basert på caseoppgavens hensikt og tidsbegrensning.

Avgrensning av planområdet



Figur 56 : Her vises et oversiktsbilde over Gaustad. Planområdet er avgrenset på med hensyn til områdestørrelse, problemstilling og tidsbegrensning. Oversiktsbildet er ute av målestokk.



Kartet over viser en planavgrensning på Gaustad. På grunn av tidsbegrensning i masteroppgaven har jeg ikke hatt mulighet til å ta for meg hele området som er skissert i mulighetsstudiet på Gaustad. Avgrensningen ble gjort i samråd med min biveileder, Silje Flage Dragsund i Sweco, som jobber med prosjektet.

Planområdet er avgrenset på grunnlag av størrelsen på den mulige fremtidige sykehusutbyggingen og bydelsutviklingen. Tilsammen utgjør de vurderte utbyggingsområdene på Gaustad et areal på over 1 million m². Jeg har derfor valgt å avgrense caseområdet mitt for å få en håndterbar størrelse i forhold til tiden jeg har til rådighet.

Jeg har også avgrenset med hensyn til hvilke områder hvor det er vurdert en omfattende utbygging. Det vil gjelde innenfor den nye planavgrensningen.

Jeg har også avgrenset med hensyn til hvor overvekten av eksisterende og fremtidige sykehusbygg ligger i dag og vil ligge. Noen områder skal utvides for UiO, forskning, næring og bolig. Disse formålene er ikke en del av caseoppgavens problemstilling, og jeg har derfor valgt å utelukke disse områdene.

Innenfor planområdet ligger de eksisterende sykehusene. Her vurderer også mulighetsstudiet at hovedvekten av nye sykehusbygg bør ligge. Dette gjelder både somatisk og psykiatrisk behandling.

Planområdet er avgrenset av Gaustad sykehus i nord og forskningsparken i sør. I vest avgrenses planområdet av Gaustadskogen, og i øst av Sogn hageby og Sognsveien.



1 Ring 3 med Forskningsparken i bakgrunnen.



2 Et boligområde med skråtak sørvest i planområdet.



3 Gaustaddalen med universitetsbygg og Gaustad hotell.



4 Rikshospitalet sett fra Gaustaddalen.



5 Sognsvannbekken i Gaustadskogen renner fra Sognsvann.



6 Gaustadskogen i nord med gran - og bjørkeskog.



7 Boliger med plen til høyre. Til venstre ses en randzone knyttet til et større skogsbelte i øst.



8 Rikshospitalet avdeling sengeposter. Disse er tilknyttet ni lysgårder.



9 Gaustad sykehus for psykiatri. Bygningene er vernet av Riksantikvaren.



10 Gaustad gård med forvalterbolig. Flere bygninger ble revet i forbindelse med utbyggingen av Rikshospitalet i 1994.

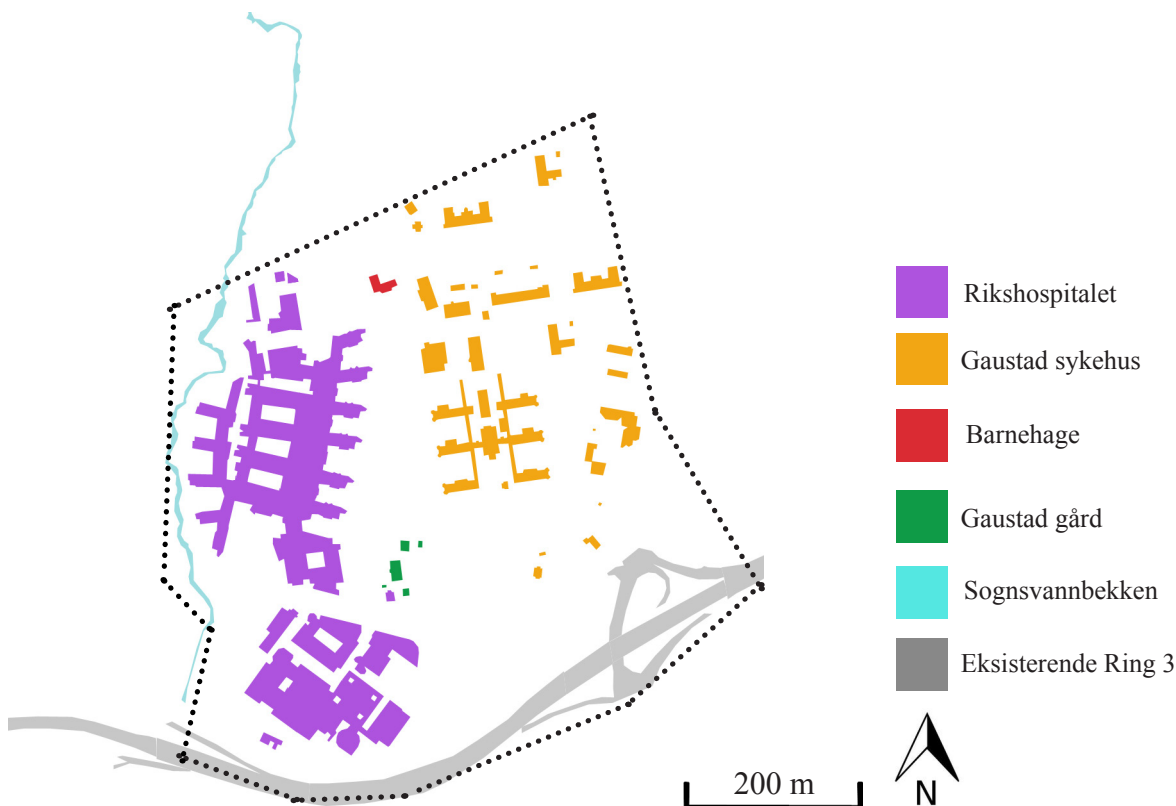


11 Engelsk landskaphage tilknyttet Gaustad sykehus.



12 Grøntområde øst for Gaustad sykehus.

Eksisterende funksjoner



Rikshospitalet

Rikshospitalet er lokalsykehus for deler av Oslos befolkning og ble bygget på Gaustad i 2000. Rikshospitalet har 585 senger og ca. 4000 ansatte. Hovedoppgavene er pasientbehandling, forskning og undervisning (Oslo universitetsykehus 2013). Rikshospitalet har store flate tak, og egner seg for implementering av alle typer grønne tak. Ekstensive grønne tak har vist seg å være det enkleste å få ettermontert, da det ikke krever omfattende vektberegninger. Intensive grønne tak, som er den valgte taktypen i oppgaven, vil kreve omfattende vektberegninger på bygget, og ofte fører dette til at det er vanskelig å få tiltaket gjennomført på eksisterende bygg.

Gaustad gård

Gjenværende gårdsbygninger og tun etter at jordene og gårdsområdet har gitt plass til Rikshospitalet. Disse takene har skråtak, og egner seg mest til ekstensive grønne tak og ikke intensive grønne tak.

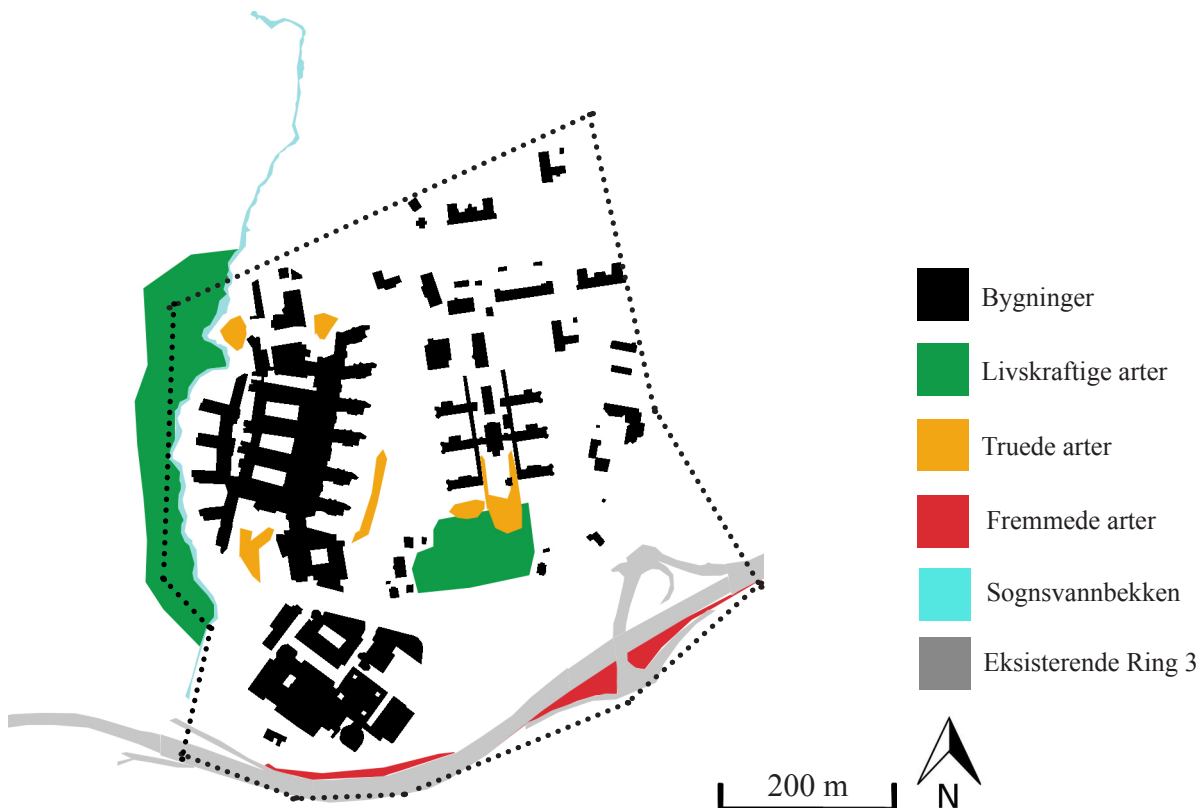
Barnehage og videregående skole

Det finnes en barnehage nord i området ved navn Lønnetoppen. I tillegg finnes Eikelund videregående skole som er en skole tilknyttet Gaustad sykehus. Skolen gir tilbud til ungdom og voksne med spesielle behov for tilrettelagt opplæring. Bygningen er vernet av Riksantikvaren, og intensive grønne tak kan derfor ikke anlegges her.

Gaustad sykehus

Norges eldste psykiatriske sykehus. Har hovedansvaret for å gi behandling til voksne og barn i Alna og Bjerke bydeler i Oslo og i enkelte Follokommuner. Sykehuset har enkelte spesialfunksjoner som dekker større områder, f.eks. døvepsykiatri, angstbehandling og selvmordsforebyggende enhet. Gaustad sykehus er vernet av Riksantikvaren, og intensive grønne tak kan derfor ikke anlegges her.

Biologisk mangfold



Man finner det største lokale og mest livskraftige artsmangfoldet i Gaustadskogen og langs Sognsvannsbekken. Dette sammenhengende vegetasjonsbeltet av edellauvskog er i følge Oslo kommune registrert som lokalt viktig (Oslo kommune 2004). Sognsvannsbekken er full av småfisk som ørret og det rennende vannet er av spesiell verdi som et livgivende element i sykehusområdet.

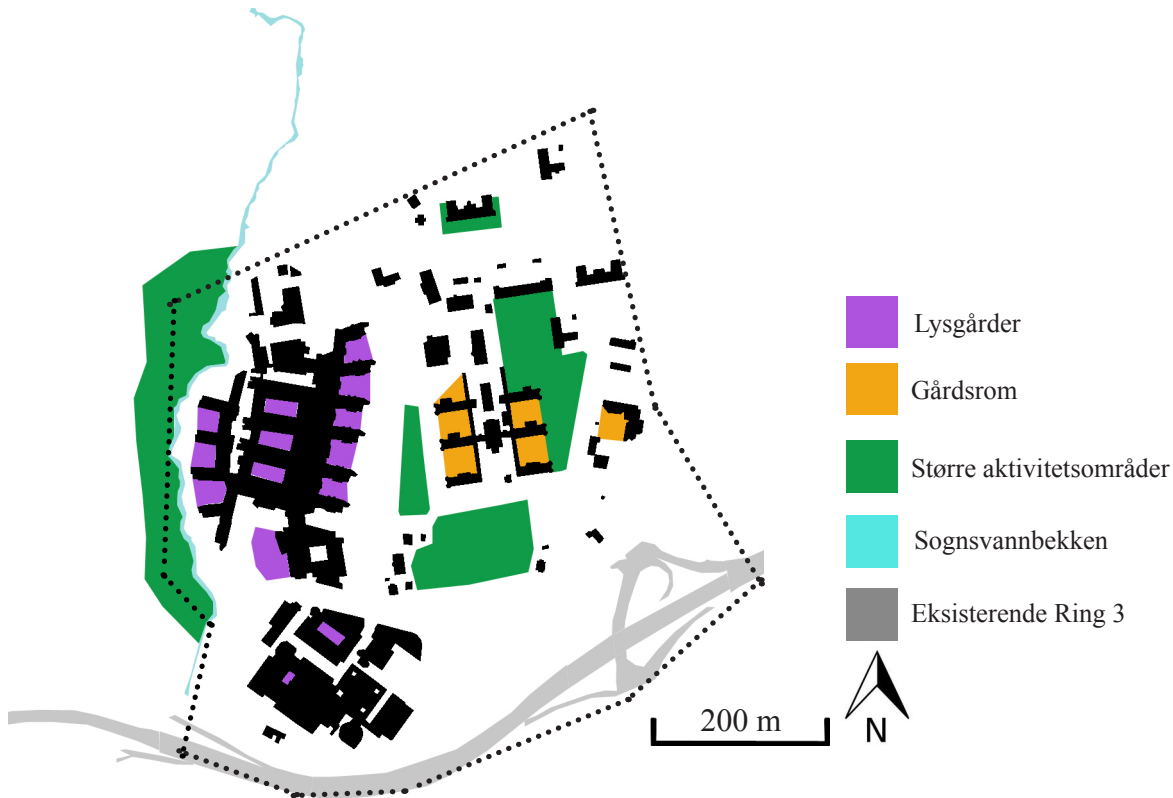
Kartet viser at de fleste registrerte arter lever i og ved Gaustadskogen (Artsdatabanken 2013). I tillegg er det registrert livskraftige arter i landskapsparken tilknyttet Gaustad sykehus (ibid).

Det er også registrert sårbare arter og fremmede arter. Det finnes ingen opplistede arter som er regionalt utdødd eller kritisk truet i planområdet (ibid). Det er flest registrert sårbare arter omkring Rikshospitalet og sør ved Gaustad sykehus.

Man regner fremmede arter som en av de største truslene mot biologisk mangfold og ofte fører de til utrydding av flere lokale arter (Artsdatabanken 2013). I planområdet finner man fremmede arter i stor grad langs Ringvei 3 hvor kjempebjørnekjeks er svært utbredt. For å forhindre tap av biologisk mangfold ved utbygging, må man ta hensyn til lokale og sårbare arter med avbøtende tiltak. I og med at Ring 3 planlegges å bli lagt i tunnel på planområdet, velger jeg å se bort fra fremmede arter.

På det resterende arealet på planområdet finnes ingen stedfestet data på arter (Artsdatabanken 2013). Det kan ikke utelukkes at det finnes flere fremmede, sårbare og livskraftige arter i området. Jeg vil anbefale å legge grønne tak nær grønnstrukturer for å binde strukturene sammen til en større enhet. Denne forbindelsen kan bidra til å øke habitat og forflytting av arter i området.

Rekreasjonsarealer



I området finnes en landskapspark tilknyttet Gaustad sykehus. I følge Oslo Museums byhistoriske samling er landskapsparken anlagt som en engelsk landskapspark mellom 1870 og 1880 årene (Oslo Museum 2013). Den er opparbeidet med fruktrær og busker, og godt bevart. Det er imidlertid usikkert hvor godt brukt den er i dag. I tillegg finnes to fotballbaner og en volleyballbane tilknyttet Eikelund vgs og Gaustad sykehus.

Det går to turveier gjennom planområdet. Det er turvei B9 Marienlyst - Sognsvann og sykkelrute 490 Gaustad - Sognsvann. Begge inngår i et overordnet turveisnett i Oslo, og er godt opparbeidet og velbrukt i dag. Langs turvei B9 står det skilt for geologisk vandring som forklarer geologiske fenomener man passerer.

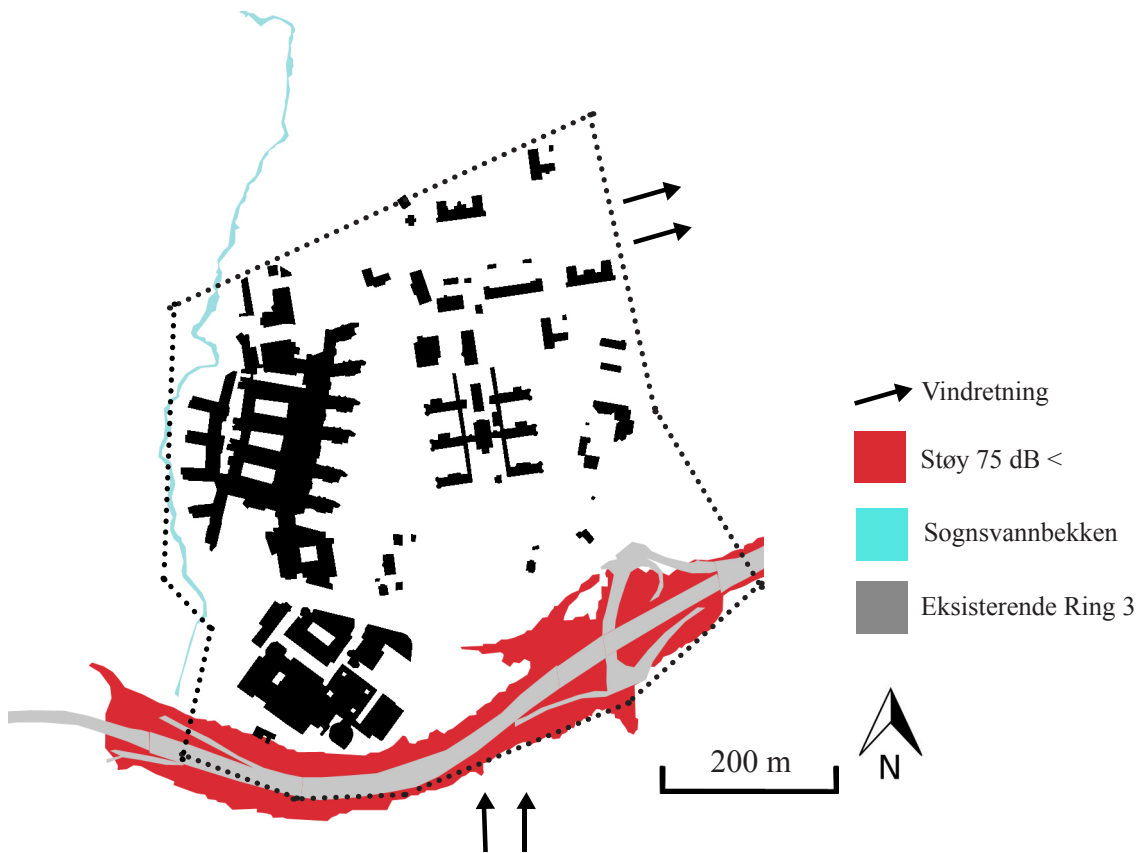
Tilknyttet Rikshospitalet har man en stor møteplass foran hovedinngangen og ni lysgårder som befinner seg på begge sider.

Lysgårdene er utformet slik at alle rommene rundt får lys og luft, og er beplantet for å gi menneskene bak vinduet noe annet enn stein og betong å hvile blikket på (Gultvedt 2009). Noen er utformet for opphold og lek, en annen er full av fruktrær og andre skal betraktes innenfra.

Tanken bak er at landskapet omkring bygningen skal bli en del av behandlingsopplegget. I følge Mette Hushovd, sykepleier på Rikshospitalet, har mange pasienter glede av å se ut lysgårdene og noen setter seg også ut (ibid).

Det finnes gode rekreasjonsarealer i dag. Landskapsparken er verdifull fra både et byøkologisk og historisk perspektiv. Det kan imidlertid tenkes at rekreasjonsarealene blir mindre etter den omfattende utbyggingen. Nye rekreasjonsarealer på toppen av byggene kan derfor være et supplement til møteplassene og grøntområdene på bakkeplan.

Lokalklimatiske forhold



Vind

Den fremherskende vindretningen i Oslo er nordlig – nordøstlig om vinteren, og sørlig om sommeren. Vindene er ganske svake (Metrologisk institutt 2013). I følge Jostein Mamen, forsker på Metrologisk institutt er vindforholdene ganske like på Gaustad (pers. komm. 2013) Ved utbygging av takhager påpeker han at de nye bygningene kan fungere som vindskjermer eller skape trakteeffekter som gir lokalt sterk vind mellom to bygninger.

Luftforurensing

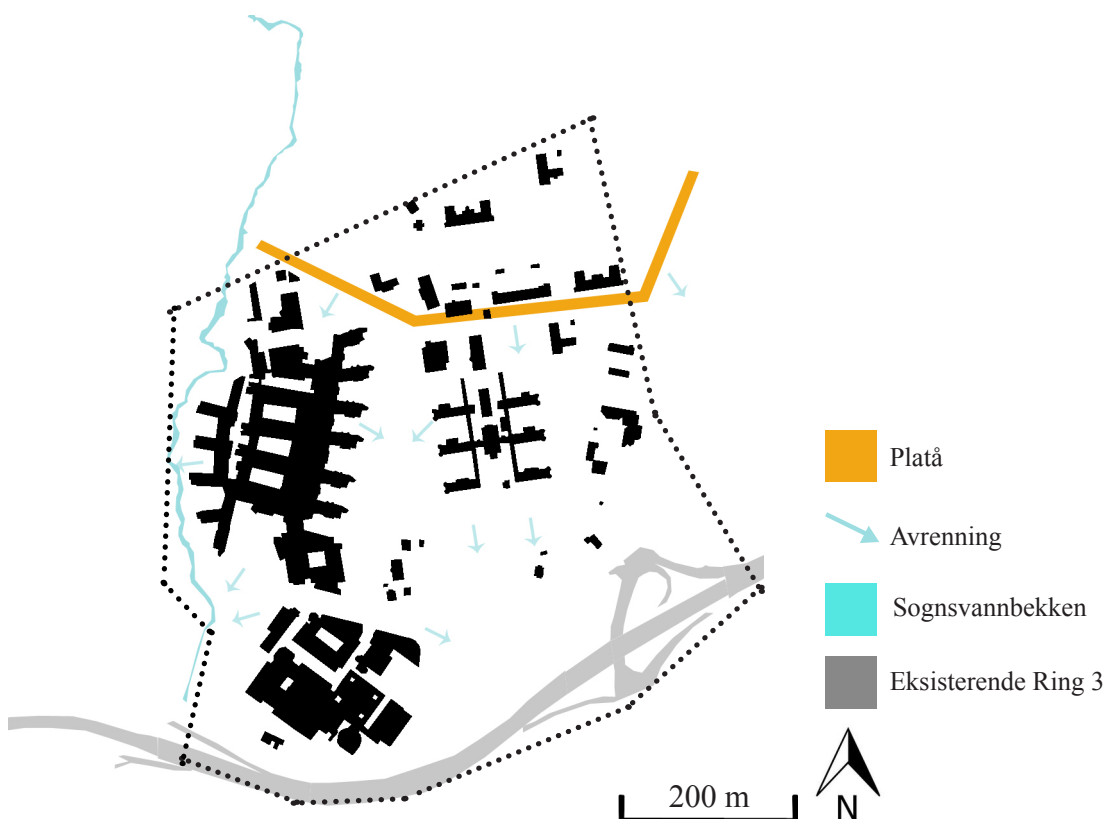
I følge en rapport av Statsbygg ligger nedre del av planområdet i en av sonene med mest inversjon om vinteren i Oslo (Statsbygg 2010). I soner med inversjon samler det seg forurenset luft med negative konsekvenser for miljø. Det er Ring 3 som er hovedkilden til forurensningen. Jeg har forutsatt at den legges i tunnel. Luftforurensningen vil trolig reduseres totalt, men kan bli et problem ved tunnelåpningene på hver side av planområdet.

Støy

Sørlig del av planområdet er plaget av et høyt støynivå (Oslo kommune 2011). På kartet vises et støynivå fra 75 dB og opp. Støynivå over 80 dB regnet som skadelig støy for omgivelsene (ibid). Støynivå over 80 vil ligge nærmest og på støykilden, som er Ring 3.

Funn i del 2 viser at grønne tak har et potensiale til å redusere støy - og luftforurensning, særlig intensive tak med trær og busker. I Swecos mulighetsstudie skal Ring 3 legges i tunnel i det analyserte området. Dette vil trolig redusere støy - og luftforurensning betraktelig i området. Likevel vil det være viktig og analysere tunnelåpningene på begge sider av området i idefasen.

Hydrologiske forhold



Terreng

Planområdet ligger mellom to hovedvannskiller, Sognsvannbekken i vest og Gaustadbekken (delvis i rør) i øst utenfor planområdet, og derved i et svakt daldrag. Nordre del ligger på et platå, og deretter faller terrenget svakt mot sør.

Nedbør

Gaustad ligger i et område på Østlandet som har en av de laveste nedbørsmålingene i Norge (Metrologisk institutt 2013). Likevel må det tas høyde for at Osloområdet vil oppleve mer nedbør og intense nedbørsepisoder i årene fremover.

I dag filtreres store mengder nedbør naturlig gjennom grøntarealer og bekkeløpet på Gaustad. I følge Ottar fra Ratio arkitekter, er avløpsnettets i området underdimensjonert for å ta unna mengden nedbør som forventes i fremtiden.

I forbindelse med utbyggingen på Gaustad er grønne tak sett på som et tiltak for å redusere belastningen på avløpsnettets og motvirke flom i området (Ottar pers. komm 2013). For å gi mest nytte viser studier at grønne tak med fokus på overvannshåndtering bør anlegges på store, intensive grønne tak. Det er fordi store takflater med mye vegetasjon vil ha større kapasitet til å holde lenge på vannet (Alnæs et al 2012).

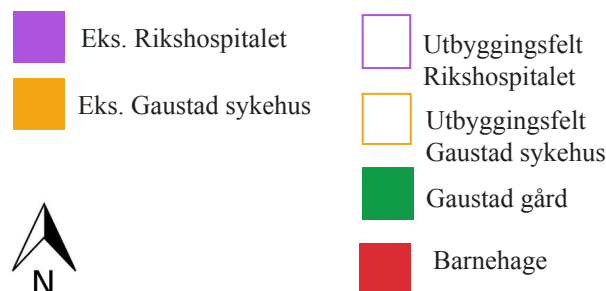
Med en utbygging som bygger ned grøntområder, kan intensive grønne tak være et viktig klimatilpasset tiltak for å regulere overvannet i området.

Inndeling av planområdet basert på effekt



Kategorier i kart	Effekt til målsetning*
Eksisterende Gaustad gård/ Løvtoppen barnehage	liten
Eksisterende Gaustad sykehus	liten
Eksisterende Rikshospitalet	middels
Nye utbyggingsfelt	stor

* Vurdering baserer seg på funn i teori og analyse.



Minst effekt

Effekten vil være minst på Gaustad gård, Gaustad sykehus og Eikelund vgs. Disse byggene er fredet av Riksantikvaren og vernet gjelder interiør og eksteriør. De vil derfor være de minst aktuelle byggene å anlegge intensive grønne tak på, fordi det vil være forbudt å anlegge eller svært vanskelig å få anlagt takene her.

Effekten vil også være liten på Løvtoppen barnehage. Barnehagen har lite takareal til å ha særlig byøkologisk effekt, bygget har tilgang på et stort rekreasjonsareal på bakkenivå og har skråtak. Intensive tak på skråtak er ikke knyttet til mye forskning eller erfaring i Norge, noe som kan vise det vanskeligere å få gjennomført intensive grønne tak. (Ødegård pers. komm. 2013).

Disse utelukkes derfor som strategiske arealer, og jeg velger å se på de som gir middels til stor effekt på grønne tak.

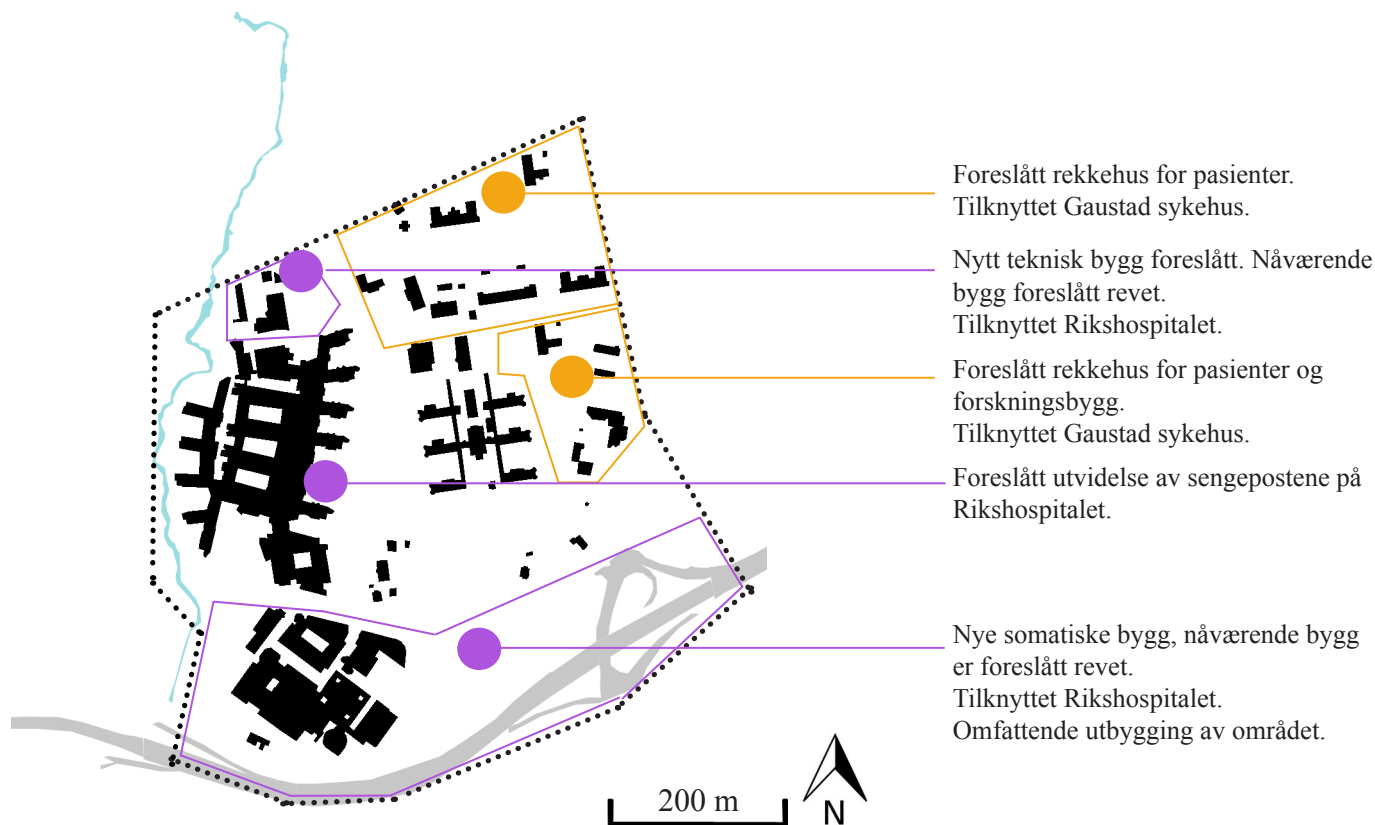
Middels effekt

Å implementere intensive grønne tak på deler av det eksisterende Rikshospitalet kunne også vært et aktuelt tiltak. Takarealene her er store og flate, og kan egne seg godt til grønne tak. Likevel utelukker jeg det eksisterende sykehuset på grunn av at det er et eksisterende bygg hvor intensive grønne tak må ettermonteres.

Erfaringer i Oslo kommune viser at det er vanskelig å få anlagt intensive grønne tak på et eksisterende tak da det er mer kostbart og tidkrevende enn når intensive grønne tak integreres i nybygg (Brasfield 2013).

I tillegg viser analysen at sykehuset har gode rekreasjonsarealer både knyttet til sykehuset, og Gaustadskogen som nærmeste nabo.

Inndeling av planområdet basert på effekt



Størst effekt

Analysen viser at ved en omfattende utbygging som nå er foreslått på Gaustad, vil det være riktig å legge en innsats i arealene på de nye utbyggingsfeltene for å oppnå størst effekt i forhold til en byøkologisk nytte. Også på de nye utbyggingsfeltene vil det være nødvendig å kartlegge hvilke arealer som egner seg mest for intensive tak.

Nytt teknisk anlegg

Liten effekt fordi anlegget har lite takareal. I tillegg er det vanskeligere for folk og benytte seg av takhagen fordi den ikke er knyttet direkte til sykehuset.

Utvidelse av eksisterende Rikshospitalet

Liten effekt fordi utvidelsen er liten sett i lys av utbygging andre steder i planområdet. I tillegg har pasientene gode rekreasjonsarealer på bakkenivå jamfør lysgårdene.

Psykiatriske rekkehus

Stor effekt fordi de foreslåtte byggene vil ta opp mye grøntareal. Ved å anlegge intensive grønne tak vil man kunne gi pasienter og ansatte en ekstra etasje med rekreasjonsareal. I tillegg vil takene kunne styrke den østlige grønnstrukturen i området.

Psykiatrisk rekkehus og FoU-bygg

Se over.

Nybygg somatikk

Stor effekt fordi det er foreslått omfattende utbygging av området. Å anlegge intensive grønne tak kan styrke den overordnede grønnstrukturen og binde sammen Gaustad med Gaustadbekkdalen. Takene vil også gi muligheter for rekreasjon for pasienter og ansatte, og kunne bidra til å redusere klimautfordringer lokalt.



3.2 Alternativ til utvikling på Gaustad

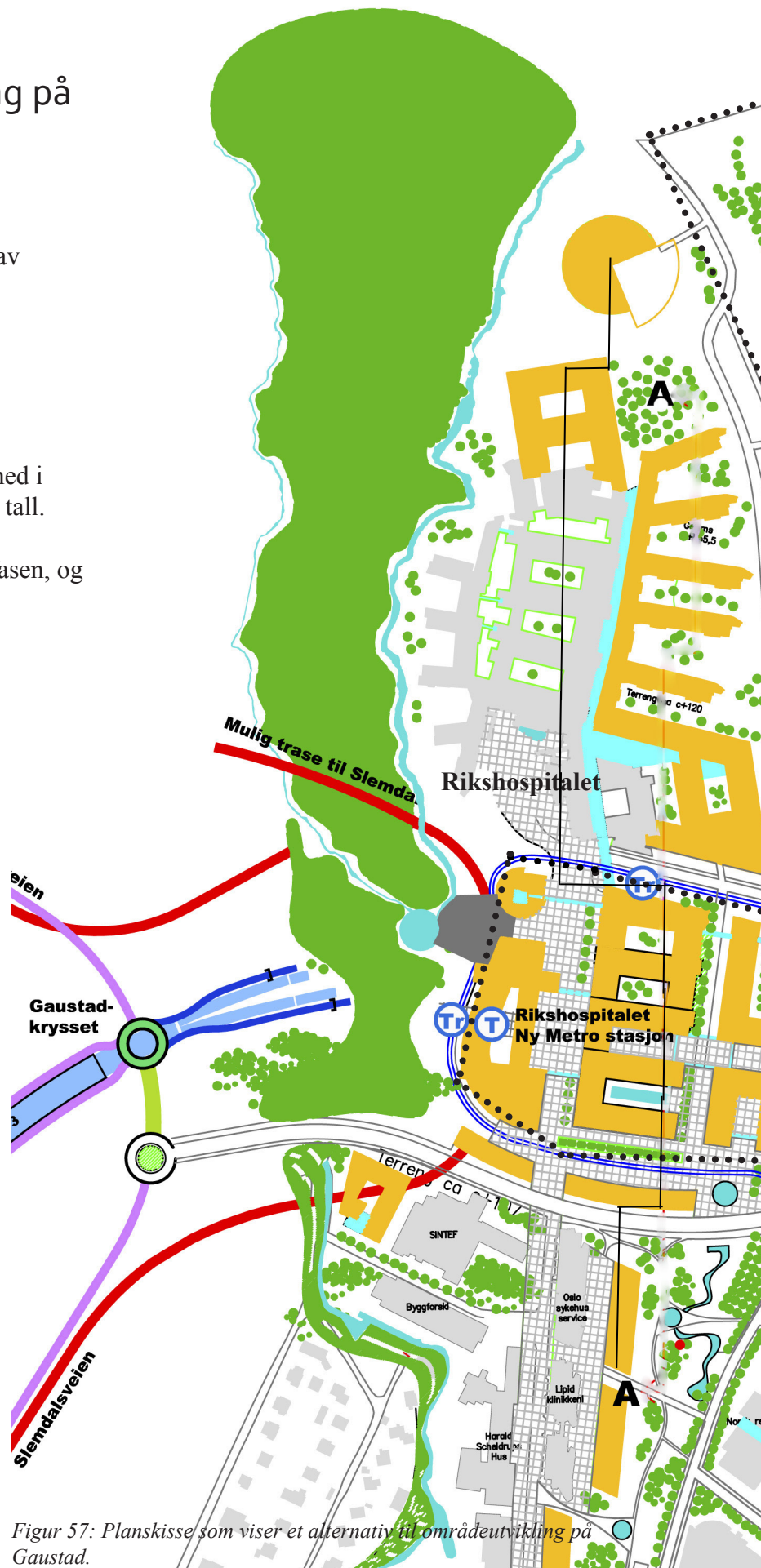
Denne planen viser et alternativ utarbeidet av Sweco og Ratio arkitekter for en mulig samlokalisering av sykehusene på Gaustad. Bygninger i gult er mulige nybygg, mens eksisterende bygg vises i grått.

Delområdene jeg har valgt å jobbe videre med i casestudiet er avgrenset og nummerert med tall.

Plantegningen er gjengitt slik den var i idefasen, og er ikke endret på.

- 1 Byggeområde Psykiatribygg
- 2 Byggeområde Psykiatri - og forskningsbygg
- 3 Byggeområde Somatikk, hotell og forskningsbygg

- Planlagte bygg
- Eksisterende bygg
- Grønnstruktur
- Blåstruktur
- Ring 3
- Veger



Figur 57: Planskisse som viser et alternativ til områdeutvikling på Gaustad.



Oslo universitetssykehus samlet på Gaustad

Mulighetsstudiet utarbeidet av Sweco og Ratio arkitekter bygger videre på arealutviklingsplan 2025 som utreder tre alternativer for fremtidig lokalisering av Oslo universitetssykehus. Sweco og Ratio arkitekter har utarbeidet flere alternativer til utbygging, alternativ A, B og C. Jeg valgte alternativ A fordi det hadde en spennende løsning fremfor de andre alternativene.

Sykehusutbyggingen på Gaustad er kun vurdert på et overordnet skissenivå med volumstudier, og jeg har dermed brukt plantegninger om alternativ A som kartgrunnlag til min skisseplan. Disse tegningene har jeg fått fra Arvid Ottar i Ratio arkitekter.

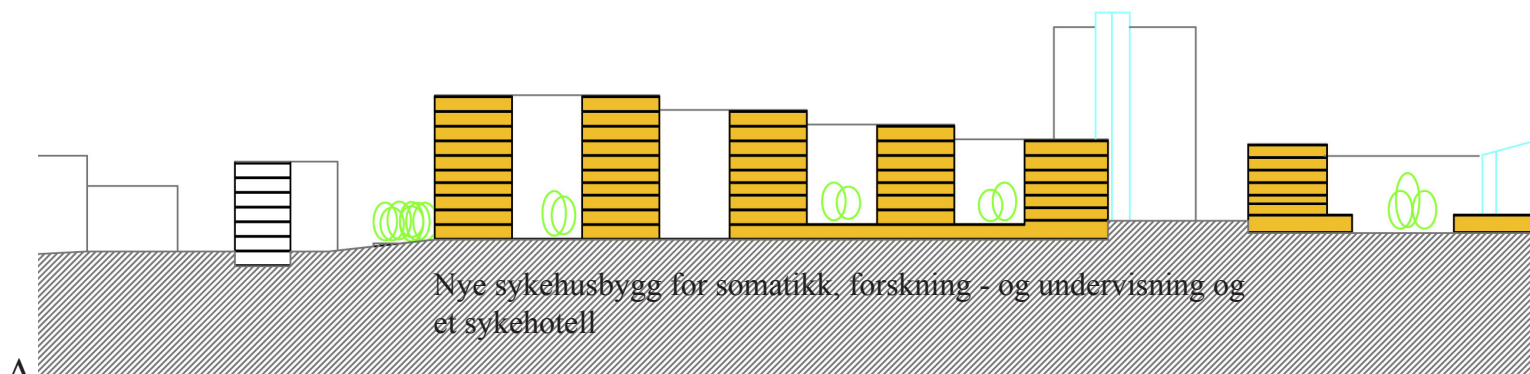
Alternativet ønsker å legge Ringveien i en 1100 meter lang tunnel fra Universitetskrysset til Gaustadkrysset. Ved å legge den i tunnel, åpner det seg en mulighet for å tilrettelegge et areal som gjør at hele Oslo universitetssykehus kan utvikles på ett område. Ved full utbygging (i gult) vil arealomfanget være på 625 000 m².

Alternativet søker å skape en grønn bydel med to grønne akser fra Marka. De grønne aksene er ulike hverandre. Aksen i vest vil fremme et mer naturligt grøntområde, mens aksen i øst vil ha en mer urban karakter med møteplasser (Ottar pers. komm. 2013).

Alternativet vil også skape en levende bydel. Bortsett fra sykehusfunksjoner som somatikk, psykiatri, forskning - og undervisning, gir alternativet god plass til ny næring, service, boliger og utvidelser av UiO (Ottar pers. komm. 2013). Dette kan være med på å skape døgkontinuerlig aktivitet i området. Dette er i midlertidig ikke mitt fokusområde, og vil ikke bli nærmere behandlet.

Nedenfor vises et snitt A - AA gjennom planområdet fra sør til nord. Snittet viser delområde 3 i sør med nye sykehusbygg for somatikk, forskning - og undervisning, samt et hotell tilknyttet sykehuset. Videre vises det eksisterende Rikshospitalet, et nytt forsknings - og undervisningsbygg og et nytt teknisk anlegg.

Snittet viser også terrenget fra sør til nord. Fra A til AA stiger terrenget jevnt oppover. Det foreslåtte tekniske anlegget ligger på en liten kolle.



Figur 58: Snitt A - AA som viser foreslåtte og eksisterende sykehusbygg på Gaustad.

Byggeområdenes takflater

Alle nybygg i byggeområde 1, 2 og 3 vil mest sannsynlig prosjekteres med flate tak (Ottar pers. komm). På plantegningen ser man at takene i byggområde 1 og 2 er tilnærmet like i skala og størrelse. De består av rekkehus med mindre takarealer sammenlignet med byggeområde 3, som består av store lameller med store takflater.

1 Nye psykiatribygg

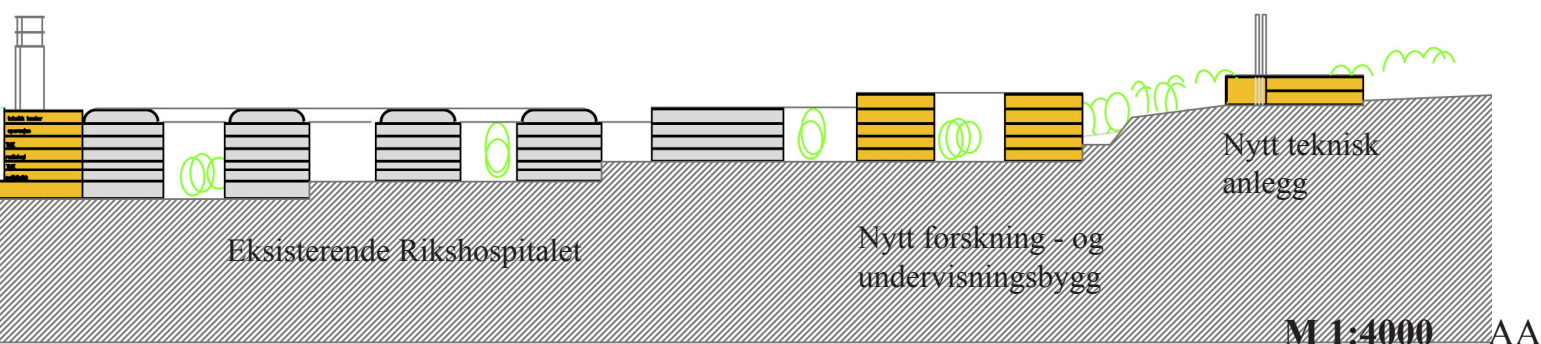
Byggeområde 1 omfatter mulige nye psykiatribygg for pasienter knyttet til Gaustad sykehus. Det var et bevisst valg av typologi og skala, når de skulle vurdere de nye psykiatribyggene. Swevo og Ratio arkitekter har valgt rekkehus på 2 etasjer fordi de mener dette kan skape et mer humant boområde og sosialt fellesskap for de som skal bo der (Ottar pers. komm. 2013). Fotavtrykket har en BTA på 59 000 m². Rekkehusene har et potensiale for ca. 260 sengeplasser per etg.

2 Psykiatri, og forsknings- og undervisningsbygg

Byggeområde 2 omfatter også her mulig nye psykiatribygg for pasienter knyttet til Gaustad sykehus. Rekkehusene har potensielt plass til 400 senger. I tillegg er det skissert et bygg til forskning - og undervisning som også er knyttet til Gaustad sykehus. Til sammen har disse et fotavtrykk på 79 000 m².

3 Somatikk, hotell og forskningsbygg

Byggeområde 3 omfatter somatikkbygg. Det er ca 400 sengeplasser. I tillegg er det skissert et sykehotell med plass til 360 senger, og et nytt forskning - og undervisningsbygg. Nybyggene har en BTA på 212 000 m². De er skissert som høye og brede blokker på 8 - 10 etasjer mot syd, og ca 5 etasjer mot nord. Hotelltårnet er skissert med 17 etasjer.



Utvikling av grønne tak på Gaustad

Ved en satsing på byøkologi og grønne tak på de nye sykehusbyggene, vil man kunne tilføre Gaustad nye kvaliteter som et ledd i visjonen om at Gaustad skal være en av Oslos beste bydeler å bo og jobbe i, i fremtiden. De intensive grønne takene vil:

- Binde grøntområder sammen og styrke de biologiske korridorene
- Gi nye rekreasjonsområder for ulike typer bruk og opphold
- Være viktige bidrag i klimatilpasning

Ved utvalgte innsatsområder som er blitt avdekket i analysen, er målet at flest økosystemtjenester skal være representert og at disse slår fullt ut i poenggivningen på det byøkologiske barometeret.

Funn avdekket i del 1 og del 2 viser at grønne tak har ulike byøkologiske egenskaper, og kan fremme ulike økosystemtjenester på et område. Intensive grønne tak vil fremme flest økosystemtjenester av de grønne takene som er undersøkt.

Basert på dette har jeg derfor valgt å implementere intensive tak fremfor hybride og ekstensive tak på Gaustad. De intensive takene kan bli et sentralt element som en grønn byøkologisk korridor, som samtidig støtter nye typer rekreasjonsarealer for pasienter, ansatte og besøkende på Gaustad.

I teoridelen ble det poengtert at mange av økosystemtjenestene bare ga en betydelig effekt dersom grønne tak ble bygget i et større omfang (Dunnett 2011). Det er derfor ønskelig at alle takflatene i innsatsområdene anlegges med intensive tak.

Overordnet byøkologisk perspektiv

Som nevnt i den generelle delen, fokuserer byøkologi på å styrke forbindelser mellom grønne og blå landskapselementer i urbane områder, samt binde de sammen med større naturområder utenfor byene.

Gjennom en urbaniseringsprosess har grøntområdene på Gaustad blitt fragmentert av infrastruktur og bebyggelse. En ytterligere nedbygging av disse arealene, vil kunne føre til en større fragmentering av området og flere isolerte fragmenter. Konsekvensen med utbyggingen kan føre til tap av habitat for planter og dyr, og biologisk mangfold.

Fra et byøkologisk perspektiv kan intensive tak bli et bøtende tiltak og fremme den byøkologiske konnektiviteten på Gaustad. Ved å fungere som en grønn korridor, kan grønne tak koble sammen og styrke grønnstrukturen fra Nordmarka ned til sentrum slik at de fungerer som en sammenhengende enhet som fremmer forflytting av arter og styrke biodiversiteten.

Siden grønne tak anlegges i høyden, og ikke på bakkeplan, gir det begrensninger på hvilke arter som kan leve der. En korridor anlagt på bakkeplan ville fremmet et større register av arter. Likevel vil en grønn korridor kunne tilføre en viss verdi uansett hvor koblet den er til fragmentene (Rudi og Ek 1981). Studier viser også at intensive tak som har en variert utforming og inneholder alle vegetasjonssjikt, vil fremme biologisk mangfold mest (Smith et al. 2006).

I tillegg til det overordnede perspektivet, har utviklingen av grønne tak på Gaustad et mål om å tilfredstille alle de nevnte målsetninger om rekreasjonsmessig kvalitet, estetisk bidrag til landskapsbildet og som et viktig tiltak i klimatilpasset planlegging.



Figur 59: Planskisse som viser mulige byøkologiske forbindelser på Gaustad.



Gaustad 2013 - 2025

Frem til 2025 vil Oslo universitetssykehus fortsette å drifte på tre steder: Radiumhospitalet, Rikshospitalet og Ullevål, i tillegg til virksomheten på Aker. Det er i følge Stener Kvinnsland, styreleder i OUS, klokt å ha aktivitet på lokalitetene frem til 2025 for å sikre en god og langsiktig planprosess og samarbeid (Hospitalitet 2011). tillegg vil området kreve betydelige offentlige omreguleringer og ta lang tid.

Alternativ A vil kreve bredt samarbeid mellom det private og offentlig, og på et statlig og kommunalt plan. Å legge Ringveien i en 1100 meter lang tunnel for å tilrettelegge et areal som gjør at hele OUS kan utvikles på ett område på Gaustad, fordrer et særdeles bredt samarbeid med Oslo kommune, Universitetet i Oslo og nasjonale myndigheter.

For å få implementert grønne tak på den fremtidige bydelen på Gaustad, må grønne tak legges inn tidlig i en planprosess og følges opp, både i prosjektet og i den kommunale arealplanleggingen.

Prosjektet legger arealutviklingsplanen 2025 til grunn. Planen følger ulike faser frem til 2025 som kan sikre god planlegging og utforming av bydelen: Idefase (som velger ut hvilke alternativer man ønsker sammenlignet), konseptfase (som detaljerer alternativene som grunnlag for endelig valg) og forprosjektfase som detaljerer utformingen av byggene. Her kan konsulenter allerede i idefasen legge inn grønne tak og følges opp i de senere fasene i prosjektet.

I følge Rømø (pers. komm. 2013) er det ofte i siste fase, hvor man ser om gjennomføringen av prosjektet kan skje innenfor økonomiske rammer, som er avgjørende for om grønne tak anlegges. Byggherrer og grunneiere er fremdeles skeptiske til grønne tak i København og ser dette som en merkostnad snarere enn en fremtidig investering. Med hensyn til økonomisk innstramning, stopper ofte grønne tak opp i denne fasen.

For å unngå dette kan Oslo kommune legge inn krav eller føringer på grønne tak på den fremtidige utbyggingen på Gaustad. På den måten pålegges byggherrene i prosjektet grønne tak i utbyggingen.

Dette kan gjøres på to nivåer:

- Kommuneplannivå
- Reguleringsplannivå

Kommuneplannivå

På kommuneplannivå er grønne tak nevnt i det byøkologiske programmet for Oslo (2011 - 2026). Dette er et vedtatt plandokument, som skal legges til grunn for byutvikling i Oslo. Likevel er det ikke et juridisk bindende dokument, og det er opptil hver bydel hvor stort fokus de legger i dokumentet.

Grønne tak er ikke nevnt spesielt i Kommuneplanen for Oslo (2008). Kommuneplanens samfunnsdel står det at Oslo har et overordnet mål (5) om en bærekraftig utvikling. Under delmålene “reduisere miljøbelastningen i det sentrale byområdet” (5.5), “videreutvikle den blågrønne strukturen” (5.9) og “legge til rette for energi - og miljøeffektive bygninger og bygningsmiljø” (5.10), kan grønne tak være et mulig tiltak.

Som nevnt i verktøykassa om grønne tak i en bærekraftig planlegging, kan følgende bestemmelser brukes for å innta grønne tak som et krav i kommuneplanen:

- Arealformål Bebyggelse og anlegg, jfr Pbl. § 11-7 Nr 1.
- Arealformål Grønnstruktur, jfr Pbl. § 11-7 Nr. 3.
- Hensynssoener, jfr. Pbl. § 11 -8
- Generelle bestemmelser, jfr. Pbl. § 11-9. Nr. 4. og Nr. 6.

På det samme politiske planet kan også grønne tak sikres gjennom planer som “Grønt plan for Oslo”, “Kommunedelplan for byutvikling”. Her er grønne tak allerede nevnt, og planene venter på å bli vedtatt av bystyret.

Reguleringsplannivå

Grønne tak kan også tas opp på et lavere politisk plan, for å sikre bestemmelse om grønne tak. På nivået under finnes reguleringsplannivået som regulerer større eller mindre arealer i Oslo kommune. Det kan være et utbyggingsområde, en bydel og lignende.

Ved å innta bestemmelser allerede på kommuneplannivå vil det være vanskeligere å fravike disse ved dispensasjon, et fritak for bestemmelsen, på reguleringsplannivå. Dette er fordi kommuneplannivået skal vise en mer helhetlig plan for arealbruken i kommunen.

En reguleringsplan for en fremtidig utbygging på Gaustad kan dermed være utgangspunktet for å fremme grønne tak, hvor kommunen kan legge inn krav om grønne tak. Dette kan gjøres ved å henvise til overordnede mål og temaer innen bærekraftig byutvikling, som for eksempel overvannshåndtering og rekreasjonsarealer i Oslo. Her vil grønne tak være et av flere naturlige tiltak. Kommunen kan også gå inn mer spesifikt i en reguleringsplan, og forutsette hvor mye prosent av takarealene som skal være grønne. Dette har allerede blitt gjort i Bjørvika, hvor Oslo kommune forutsatte at 50% av takarealene skulle være grønne.

TEK-10

Kommunen kan også gi føringer eller stille krav om bruk av grønne tak i TEK-10, plan - og bygningslovens tekniske forskrift. Grønne tak nevnes ikke spesifikt i TEK, men kan knyttes opp mot kapittel 7 §7-1 Sikkerhet mot naturpåkjenninger.

Teknisk forskrift revideres ofte, så det er mulig å foreslå en revidering av dette kapittelet til en mer tydelig profil i forhold til for eksempel åpen overvannshåndtering. Her kan grønne tak som et aktuelt tiltak nevnes spesielt.

Grønn arealfaktor

Grønn arealfaktor er et annet planleggingsverktøy som er nevnt i del 2. Grønn arealfaktor ivaretar grønne arealer i byen. Ideen er at utbyggingen skal kompensere for tap av grønne arealer og permeable overflater ved hjelp av et poengsystem. Her inngår grønne tak som en av flere delfaktorer som gir poeng kontra asfalterte flater som gir 0 poeng.

Dette verktøyet vil kunne bidra til å sikre grønne arealer i byen. Det problematiske er at verktøyet kan misbrukes. For eksempel så lenge kravet om en GOF på 0,6 i en utbygging er oppvist, tar den ikke videre hensyn til variasjon av delfaktorene. For å bruke GOF i en områdeutvikling, bør det ligge føringer fra myndighetshold for parker og hageløsninger på bakkenivå der det er muligheter for dette, som kan sikre allmenhetens tilgjengelighet til grøntområder.

Tilgjengelighet ble diskutert i utfordringene ved grønne tak i del 2. Her tok jeg stilling til at grønne tak aldri kan erstatte grønne arealer på bakkenivå, men kan bli et supplement og styrke den overordnede grønnstrukturen.

På de fremtidige sykehusbyggene på Gaustad er det tenkt at de grønne takene skal brukes av ansatte, pasienter og pårørende. Selv om det er offentlige bygg vil takhagene ha en mer privat karakter.



Grønne tak på Gaustad 2050

Visjonen

Som en del av en helhetlig og bærekraftig områdeutvikling på Gaustad, foreslår jeg at rekkehusene i innsatsområde 1 og 2, forskning – og undervisningsbygget i innsatsområde 2 og lamellene i innsatsområde 3 bygges med intensive tak. De intensive takene skal fungere som en ekstra etasje for brukerne, en grønn korridor som binder de grønne områdene sammen og samtidig inngå som en del av en klimatilpasset planlegging.

For pasienter, ansatte og besøkende kan hagene med grønne vekster og fuglekvisper være et sted for inspirasjon og glede. Takhagene skal også være et avslappende sted langt oppe og borte fra byens larm.

De intensive grønne takene skal håndtere overvann og bli en del av Gaustads nye kanal og fordrøyningsystem. Det foreslås at vannavrenningen fra de intensive takene kanaliseres til henholdsvis Sognsvannbekken eller til et fremtidig vannspeil eller dam i bydelen. Det foreslås også at overvannet kan resirkuleres og brukes etter behov i byggene og til vanning av de intensive takene.



Figur 60: Planskisse som viser konseptet: Grønne tak på Gaustad 2050.



Universitets
krysset

Ring 3

B

Ullevål
Stadion

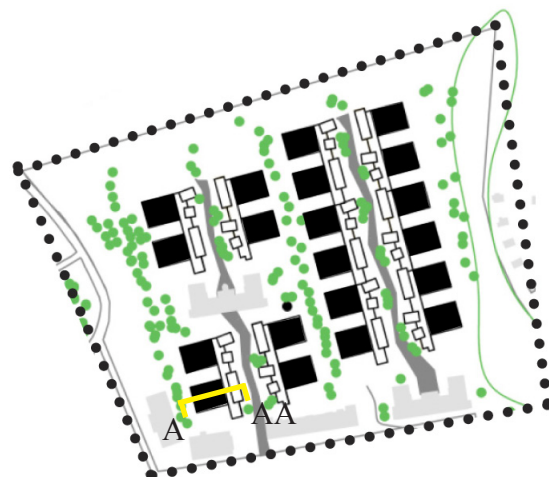
T

M 1:10 000 N

INNSATSOMRÅDE 1 : De grønne rekker

Det anlegges intensive grønne tak på de foreslåtte rekkehusene som er tilknyttet Gaustad sykehus. Rekkehusene på to etasjer er for langtidspasienter med lettere psykiske lidelser. Ved å tilføre rekkehusene en ekstra "luftig" etasje med fokus på rekreasjon og matdyrking, kan man fremme en sosial og aktiv møteplass for pasienter og ansatte.

De grønne rekker spiller både på bygningstypologien og på frukt og grønnsaker som kan plantes i rekker. Takhagene skal forsyne pasienter og ansatte med kortreist frukt, bær og grønnsaker. Det foreslås å plante jordbær, blåbær, ulike typer urter og epletrær. Etikketering og informasjon om vekstene på botaniske, norske og andre språk gjør at man gjenkjenner og lærer om dem.



Figur 61: Innsatsområde 1 De grønne rekker med snitt A - AA.

Illustrasjonssnitt A - AA



Figur 62: Illustrerende tværsnitt A til AA som viser rekkehusene med en ekstra etasje til rekreasjon. Det er mulig og dyrke mat på taket, nyte utsikten og slappe av (Snittet er ment som illustrasjon og prinsipp og er ikke i målestokk).

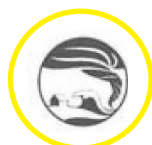


Byøkologiske egenskaper



URBAN MATPRODUKSJON

Takhagene har områder avsatt til urban matdyrking, og kan gi kortreist mat til beboere og ansatte i bygget. De kan utformes om kjøkkenhager, kulturhager og kombineres med veksthus på bakkenivå.



OVERVANNSHÅNTERING

Takhagene tar hensyn til klimaendringer og overvann fanges opp av vegetasjon, fordamper eller kanaliseres til et fremtidig vannspeil eller dam i bydelen.



REKREASJON OG FYSISK OG MENTAL HELSE

Takhagene har flest områder avsatt til sosiale aktiviteter som urban matdyrking, men det skal være rom for stunder hvor man kan slappe av i rolige omgivelser.



KOGNITIV LEK OG LÆRING

Takhagenes mulighet for matdyrking kan ikke bare skape sosiale møteplasser, de kan også være en læringsarena.



BIOLOGISK MANGFOLD

Takhagene kan bli et potensial for nye habitater for smådyr og fugler. Takhagene er også med på å styrke de grønne og blå strukturene i området.



Byøkologisk barometer

For å undersøke forekomsten av økosystemtjenestene på innsatsområdet, vil jeg bruke det byøkologiske barometeret. Utgangspunktet for innsatsområdet er å score 10 poeng på de aktuelle økosystemtjenestene.

Forsynende økosystemtjenester

Hovedtanken er å anlegge intensive tak som kan fremme en aktiv møteplass med urban matdyrking. Tilbudet skal kunne benyttes av pasienter og ansatte. Basert på funn i del 2 er det i dag lite erfaring med urban matdyrking i Norge. Dette kan komme av lite forskning, kaldt klima og kostnad. Hvor stor nytte økosystemtjenesten gir på taket, er dermed begrenset av disse faktorene og kan resultere i at økosystemtjenesten vanskeligere lar seg gjennomføre. Likevel er urban matdyrking blitt høyst aktuelt i byen for eksempel gjennom MaJoBo-prosjektet. I tillegg viser takhagene i Platous gate og Parkveien 5 - 7 i Oslo at denne økosystemtjenesten er en trend som vi vil se mer av i fremtiden. De grønne rekker scorer 8 på det byøkologiske barometeret.

Regulerende økosystemtjenester

Av de regulerende økosystemtjenestene har takene et fokus på overvannshåndtering. Det foreslås også at noe av overvannet kan samles og resirkuleres i beholdere i byggene, slik at det kan brukes til vanning av takhagene. Generelt har intensive tak mulighet til å holde tilbake mye overvann, jo større takareal og vegetasjon, dess mer nytte gir økosystemtjenesten.

I og med at disse takarealene er relativt små, er det usikkert hvor stor nytte tjenesten gir. I tillegg er det uvisst hvilke vekster som kan overleve på Gaustad, men takhager i Platous gate og Taulovkai i Oslo viser at man kan få frodige hager i norsk klima. De grønne rekker scorer 7 på det byøkologiske barometeret.

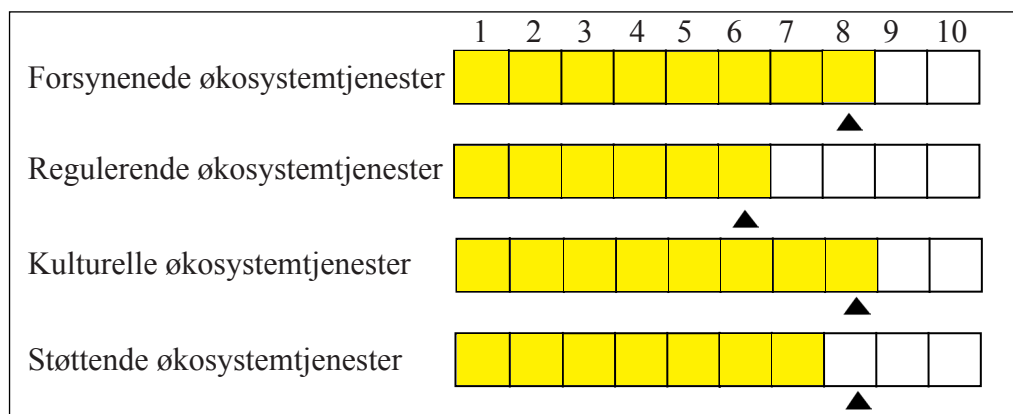
Kulturelle økosystemtjenester

Urban matdyrking på taket vil skape en naturlig møteplass for pasienter og ansatte. Møteplassen skal fremme aktivitet, sosialt samvær og naturglede. I tillegg vil møteplassen være en grønn kunnskapsarena hvor man kan lære om naturen. Hvor stor nytte økosystemtjenestene vil gi på stedet kommer an på utforming, kostnad, klima og tilgjengelighet. Det kan også tenkes at pasienter er for fysisk eller psykisk syke til å oppholde seg på taket. De grønne rekker scorer dermed 8 på det byøkologiske barometeret.

Støttende økosystemtjenester

De grønne takene kan rent overordnet skape en byøkologisk konnektivitet med grønnstrukturen i øst og styrke denne. I tillegg er takene planlagt med flere vegetasjonsjikt som tilbyr en større variasjon i plantevalg enn ekstensive og hybride grønne tak. Dette vil kunne ha positiv innvirkning på biologisk mangfold i området. Hvor stor nytte økosystemtjenesten vil ha begrenses av hvorvidt lokale plantearter trives på taket. De grønne rekker scorer 7 på det byøkologiske barometeret.

BYØKOLOGISK BAROMETER : DE GRØNNE REKKER





=

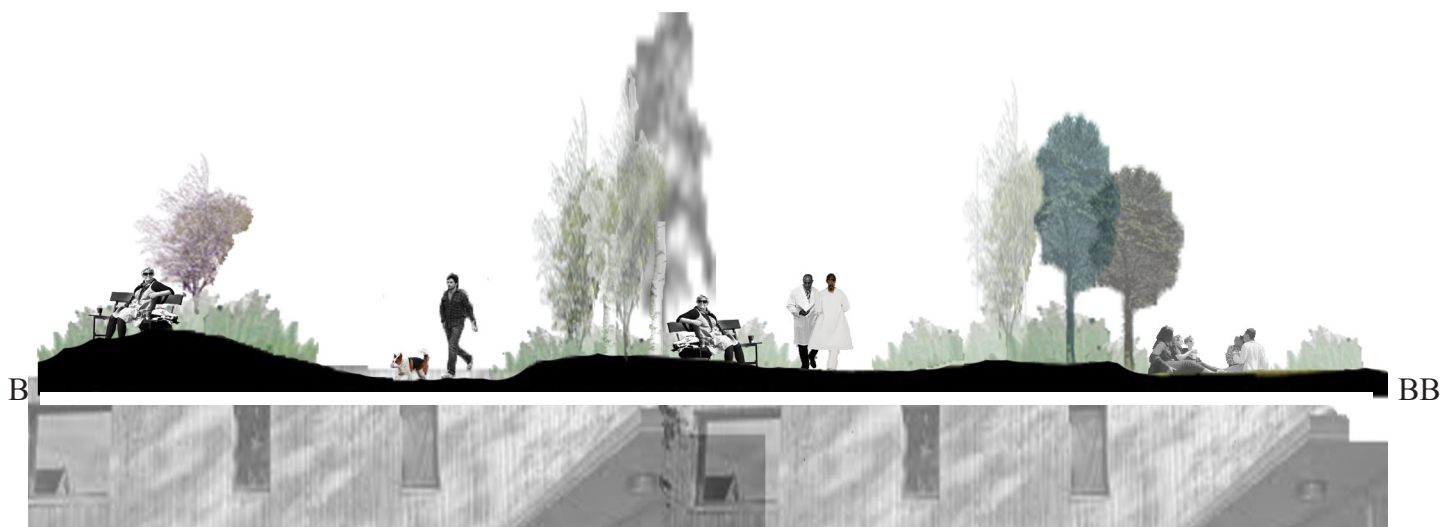


INNSATSOMRÅDE 2 : FORSKNINGSHAGEN

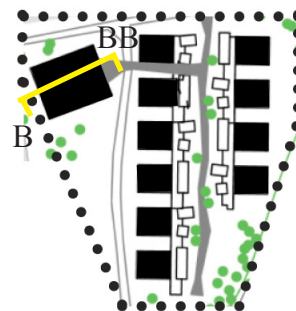
I likhet med rekkehusene i innsatsområde 1 foreslås det å videreføre grønne tak med forsynende og kulturelle økosystemtjenester på rekkehusene i innsatsområde 2. Dette kan være med på å fremme det sosiale livet, aktivisere pasientene og være en viktig læringsarena. I og med at dette allerede er diskutert i innsatsområde 1, velger jeg å se på det foreslåtte forsknings - og undervisningsbygget tilknyttet Gaustad sykehus. På forskning - og undervisningsbygget vil det anlegges intensive tak som skal være et supplerende rekreasjonsareal for ansatte i bygget. Ulike soner med sitteplasser og variasjon i planter og busker gjør at taket fremstår mer innbydende. Det kan også etableres felt for forskning på grønne tak.

Stedegnet vegetasjon foreslås beplantet. Jeg foreslår å plante bjørk og furu. Jeg foreslår også å plante blomstrende trær og busker som kirsebær, syrin og roser.

Illustrasjonssnitt B - BB



Figur 64: Illustrerende tverrsnitt B til BB som viser forsknings - og undervisningsbygg med takhage for ansatte og besøkende. Det skal være en takhage er mulig og dyrke mat på taket, nyte utsikten og slappe av (Snittet er ment som illustrasjon og prinsipp og er ikke i målestokk).



Figur 63: Innsatsområde 2 Forskningshagen med snitt B - BB.

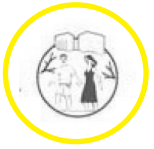


Byøkologiske egenskaper



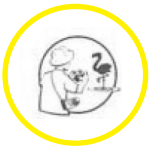
OVERVANNSHÅNDTERING

Takhagen tar hensyn til klimaendringer og overvann fanges opp av vegetasjon, fordampes eller kanaliseres til et fremtidig vannspeil eller dam i bydelen.



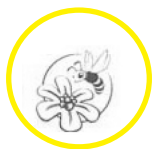
REKREASJON OG FYSISK OG MENTAL HELSE

Takhagen skal bli en frodig og blomstrende oase med ulike rom og sitteplasser. Her skal man kunne spise lunch med kollegaer, slappe av med en god bok eller bedrive lett mosjon.



KOGNITIV LEK OG LÆRING

Det anlegges områder eller felter til for eksempel grønne tak forskning, eller informasjon om grønne tak.



BIOLOGISK MANGFOLD

Takhagen kan bli et potensial for nye habitater for smådyr og fugler. I likhet med innsatsområde 1 vil med på å styrke de grønne og blå strukturene i området.



Byøkologisk barometer

For å undersøke forekomsten av økosystemtjenestene på innsatsområdet, vil jeg bruke det byøkologiske barometeret. Utgangspunktet for innsatsområdet er å score 10 poeng på de aktuelle økosystemtjenestene. I likhet med innsatsområde 1 har også innsatsområde 2 rekkehus for psykiatriske pasienter tilknyttet Gaustad sykehus. Poenggivningen vil i stor grad ligne på hverandre, og jeg mener det ikke er nødvendig å diskutere økosystemtjenestene her på nytt. Det byøkologiske barometeret vil ta utgangspunkt i dette bygget.

Forsynenede økosystemtjenester

Forskningstaket er ikke planlagt med urban dyrking og scorer ikke på barometeret.

Regulerende økosystemtjenester

Av regulerende økosystemtjenester vil taket ha fokus på overvannshåndtering. Det foreslås at noe av overvannet kan gjenbrukes til vanning av taket og ellers etter byggets behov. Taket har et større takareal enn rekkehusene, og vil dermed kunne ha økt vannkapasitet og således mer nytte. Ellers vil utforming og klima også spille en rolle hvorvidt økosystemtjenesten gir mye nytte. I og med at taket har et større takareal med muligheter for å holde på overvann lenger enn på mindre takarealer vil Forskningshagen score 6 på det byøkologiske barometeret.

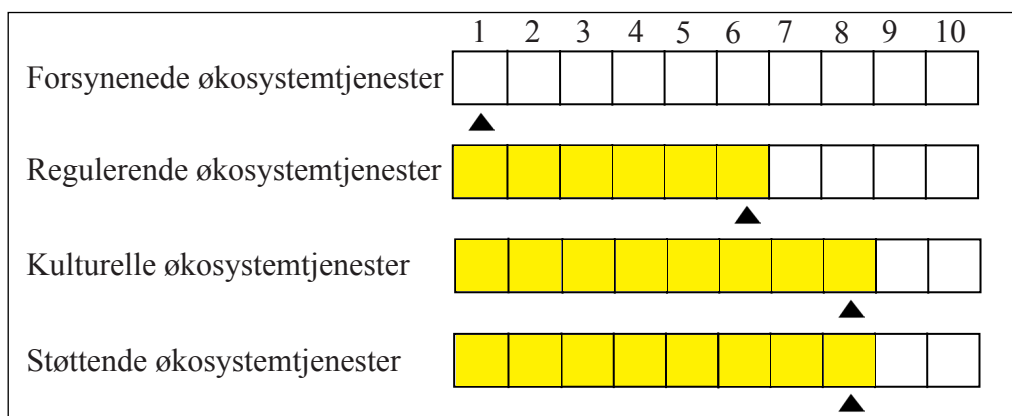
Kulturelle økosystemtjenester

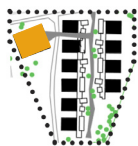
Takhagen anlegges med en hovedvekt på de kulturelle økosystemtjenestene. Det skal være et sted for rekreasjon for de ansatte i bygget. Møteplassen skal kunne fremme både sosialt samvær og et sted man kan sitte i fred. Ulike soner med sitteplasser og variasjon i planter og busker gjør at taket fremstår som innbydende og som tillater ulik bruk av taket. I tillegg foreslås det å ha felt for forskning på grønne tak, for eksempel målinger på regulerende økosystemtjenester eller hvilke lokale planter som kan tåle klimaet på taket. I og med at begge de kulturelle økosystemtjenestene er hovedtanken bak taket vil taket score 10 på barometeret. Som nevnt i innsatsområde 1 vil utfordringer som kostnad, utforming, vedlikehold og klima spille en stor rolle for at økosystemtjenestene gir størst mulig effekt. Forskningstaket scorer dermed 8 på det byøkologiske barometeret.

Støttende økosystemtjenester

Forskningstaket skal ha et variert vegetasjonsjikt som kan være et potensielt habitat for små dyr og fugler. Taket kan sammen med rekkehusene skape en byøkologisk konnektivitet med den overordnede grønnsstrukturen i planområdet. Hvor stor nytte økosystemtjenesten vil ha på Forskningstaket begrenses av hvorvidt lokale plantearter vil trives på taket. Ved å anlegge forskningsfelt kan man øke kunnskapen om valg av planter som kan tåle klimaet. Forskningshagen scorer 8 på det byøkologiske barometeret.

BYØKOLOGISK BAROMETER : FORSKNINGSHAGEN





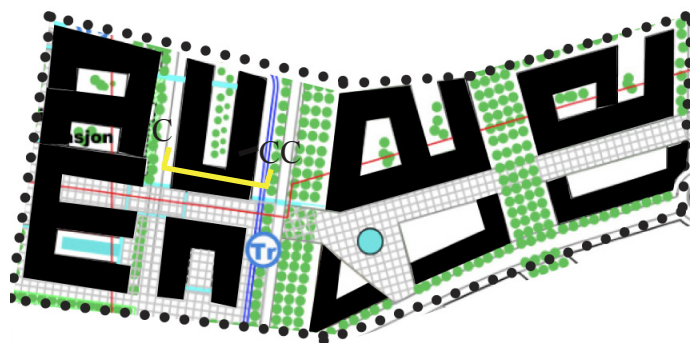
=



INNSATSOMRÅDE 3 : RIKSPARKEN

På lamellene i innsatsområde 3 etableres intensive tak som vil fokusere på regulerende økosystemtjenester. I del 1 ble det poengtert at Osloregionen vil oppleve mer intensive nedbørsperioder i årene som kommer. I del 2 ble det avdekket at Oslo har et underdimensjonert avløpsnett i dag. I del 3 ble det avdekket at innsatsområde 3 har den største arealutnyttelsen med mye bebygde flater. Dette kan gi store konsekvenser for klima og økt risiko for flom. I del 2 ble det også poengtert at regulerende økosystemtjenester ville ha en betydelig effekt hvis de ble implementert i et større omfang (Dunnett 2011).

Byggene på innsatsområde 3 vil inneholde somatiske pasienter, besøkende og ansatte tilknyttet Rikshospitalet. Jeg foreslår derfor at noen av takene kan benyttes til aktivitet og rekreasjon for disse gruppene, og at takene utformes som frodige og attraktive hager.



Figur 65: Innsatsområde 3 Riksparken med snitt C - CC.

Illustrasjonssnitt C - CC



Figur 66: Illustrerende tverrsnitt C til CC som viser somatiske sykehusbygg med takhage for pasienter, ansatte og besøkende. Dette er store takhager som fungerer som parker. Her kan man spise lunch, rulle, gjøre yoga eller slappe av og nyte utsikten (Snittet er ment som illustrasjon og prinsipp og er ikke i målestokk).

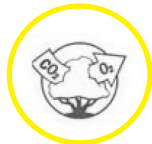


Byøkologiske egenskaper



OVERVANNSHÅNTERING

Takhagene tar hensyn til klimaendringer og overvann fanges opp av vegetasjon, kanaliseres til et fremtidig vannspeil eller dam i bydelen. Det er også tenkt at overvannet kan samles i store beholdere og brukes til å vanne anlegget og etter byggets behov.



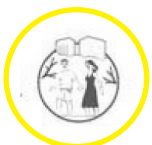
FORBEDRET LUFTKVALITET

Takhagene har store grønne flater med trær og busker som kan virke bindende på forurensede partikler og klimagasser i luften i lokalområdet.



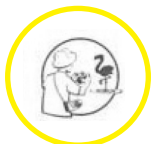
KLIMAREGULERING

Takhagene kan isolere mot varmen om sommeren, og som et ekstra isolerende lag om vinteren. Både varmereduksjonen og isolering kan føre til reduserte kostnader i forbruk av energi.



REKREASJON OG FYSISK OG MENTAL HELSE

Takhagene er store frodige parker som supplerer Gaustad med attraktive rekreasjonsområder med blomsterenger, møteplasser og løpebane.



KOGNITIV LEK OG LÆRING

Det foreslås å anlegge et demonstrasjonsanlegg med begrenset adgang for publikum. Langs oppmerkede stier kunne det stå skilter med informasjon om grønne tak.



BIOLOGISK MANGFOLD

Takhagene kan bli et potensial for nye habitater for smådyr og fugler. Takhagene er også med på å binde de grønne strukturene i området sammen.



Byøkologisk barometer

For å undersøke forekomsten av økosystemtjenestene på innsatsområdet, vil jeg bruke det byøkologiske barometeret. Utgangspunktet for innsatsområdet er å score 10 poeng på de aktuelle økosystemtjenestene.

Forsynende økosystemtjenester

Riksparken er ikke planlagt med urban dyrkning og scorer ikke på barometeret.

Regulerende økosystemtjenester

Riksparken er fordelt på ulike takflater i innsatsområde 3. De intensive grønne takenes hovedfokus vil være på regulerende økosystemtjenester. Takene skal regulere overvann, lokalklima og virke isolerende mot støy. Disse takenes er planlagt som store tak med mulighet for å inneholde vegetasjonsjikt. Denne kombinasjonen gjør at disse takenes vil kunne ha kapasitet til å holde igjen mye mer vann enn de andre innsatsområdene. Kombinasjonen større takareal og intensive grønne tak gir også mer nytte enn ekstensive grønne tak. Takene kan være et tiltak på å redusere luftforurensning lokalt i området. Selv om det ikke er påvist at intensive grønne tak vil gi mest nytte på å redusere støy og luftforurensning, er det gjort forskning på at grønne tak generelt kan være med på å redusere disse faktorene. Ellers vil utforming og klima spille en rolle hvorvidt økosystemtjenesten gir mye nytte. Riksparken scorer 9 på det byøkologiske barometeret.

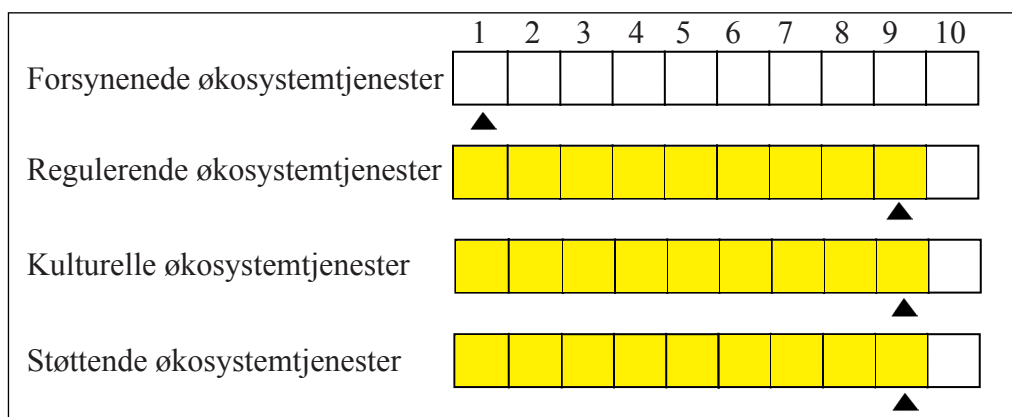
Kulturelle økosystemtjenester

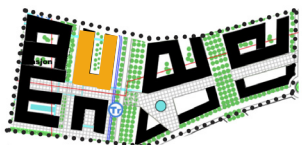
Riksparken er flere tak som rommer ulike aktiviteter og møteplasser. Hensikten er å utforme disse intensive grønne takenes til frodige parker som kan supplere møteplassene på bakkenivå. Takenes er store og gir muligheter for å utforme parken med ulike rom slik at flere brukere kan være der på samme tid. Parkene er bygget slik at pasienter, pårørende og ansatte skal kunne bruke takarealene til rekreasjon og aktivitet. Flere takhager er anlagt i Oslo, men ingen med så stort takareal som Riksparken på Gaustad. Mangel på erfaring og forskning kan gjøre det vanskelig å få gjennomført Riksparken som helhet. Usikkerheten gjør at Riksparken scorer 9 på barometeret.

Støttende økosystemtjenester

Riksparken er fordelt på flere intensive grønne tak i innsatsområde 3. Takenes vil variere i utforming og kunne ha muligheter til et bredt vegetasjonsutvalg og bredt biologisk mangfold. Denne variasjonen vil kunne positiv innvirkning på biologisk mangfold i området. Takenes vil i hovedsak være tilgjengelig for brukere, men i noen tilfeller kan enkelte intensive grønne tak begrense adgangen av hensyn til sårbare arter. Overordnet sett kan Riksparken fremme den viktigste byøkologiske forbindelsen i området ved å binde sammen grøntdragene med grønnstrukturen mot sentrum. Hvor stor nytte økosystemtjenesten vil ha begrenses av hvorvidt lokale plantearter trives på taket. Denne usikkerheten gjør at Riksparken scorer 9 på det byøkologiske barometeret.

BYØKOLOGISK BAROMETER : RIKSPARKEN





=



Konklusjon av casedel

For å teste ut den byøkologiske verktøykassen fra den generelle delen har jeg valgt et fremtidig bydelsprosjekt på Gaustad som et casestudie. Det er i dag et område preget av sykehus og forskningsinstitusjoner, samt store grøntområder.

I takt med at Oslos befolkning vokser vil dette område bli fortettet med flere sykehus, boliger, service, næring og offentlige funksjoner. Hensikten er å undersøke hvor grønne tak kan implementeres slik at de fremmer flest økosystemtjenester og ha størst byøkologisk nytte for mennesker og miljø på Gaustad når bydelen utvikles. Her vil jeg forsøke å summere opp de viktigste poengene og erfaringene.

Variasjon

Casedelen har satt fokus på intensive grønne tak som følge av diskusjonen i den generelle delen. Der ble det avdekket at grønne tak hadde et potensial til å fremme og produsere viktige økosystemtjenester, og at intensive grønne tak kunne fremme flest økosystemtjenester av de grønne takene.

I den generelle delen ble det avdekket at det er vanskelig og ettermontere intensive grønne tak på eksisterende bygg på grunn av vekt og økonomi enn ekstensive grønne tak. Dette gjorde utslag i casedelen ved at store takflater på det eksisterende Rikshospitalet ble utelukket i løsningsforslaget. Disse takene kunne gitt stor byøkologisk nytte jamfør Nordfløyen i eksempelstudiet.

Et viktig poeng og spørsmål videre er derfor om det er realistisk å planlegge med kun intensive grønne tak eller om ekstensive og hybride tak også burde være aktuelle på Gaustad. Ekstensive og hybride grønne tak er ikke kun begrenset til ny utbygging, men kan også inngå som en del av eksisterende bygg. Dessuten er de billigere og krever mindre vedlikehold, samtidig som de gir økosystemtjenester. Dette er en diskusjon jeg er klar over at oppstår som følge av forslaget.

Omfang

I teoridelen ble det poengtert at mange økosystemtjenester ville gi betydelig effekt dersom grønne tak ble bygget i et større omfang. Hvor realistisk det er å få implementert alle takene har sammenheng med om kommunen legger inn krav på grønne tak i den fremtidige utbyggingen og økonomi.

Beliggenhet er ikke alt

Gjennom områdeanalysen fant jeg ulike forhold som hadde betydning for plassering av intensive grønne tak. Deretter forsøkte jeg og differensiere hvor de intensive grønne takene kunne implementeres ut fra hvilken effekt de ville ha for mennesker og miljø. Størst effekt fant jeg langs store grøntdrag hvor tiltaket kunne fungere som en forbindelse og gjøres til en del av den overordnede grønnstrukturen. Jeg fant også størst effekt på store utbyggingsarealer. Å finne størst effekt i analysen var i tråd med min intensjon om å score full pott på det byøkologiske barometeret.

Et av de viktigste poengene som kan trekkes ut av casedelen er at ingen av innsatsområdene fikk full score på barometeret. Grunner til det er en del faktorer som behov for mer kunnskap og erfaring på hvor stor nytte et intensivt grønt tak kan gi i forhold til klima og plantevalg. Beliggenhet er en del av å optimalisere og fremme flest økosystemtjenester på et intensivt grønt tak, men betyr ikke alt.

Et annet viktig poeng er at innsatsområdene likevel scorer høyere enn eksemplene i eksempelstudiet. Dette peker på at man har klart å trekke ut kvaliteter fra hvert eksempel og forsøkt å få dette inn i forslaget på Gaustad.

Selv om det byøkologiske barometeret var upresist (de er likt vektet selv om noen av kategoriene inneholder flere enn en økosystemtjeneste), bidro den med en større forståelse av tematikken.

AVSLUTTENDE MATERIALET

LITTERATURLISTE FIGURRLISTE
ETTERORD



Figur 67. Akvarell av Frida Frida.

Litteraturliste

Alnæs, Lisbeth, Knut Noreng, Ingrid Merete Ødegård, Corinna Susanna Clewing & Helen French (2012). "Grønne tak - Resultater fra et kunnskapsinnhentingsprosjekt". I: SINTEF Byggforsk-rapport Trondheim. Nr. 104.

Andersson, Eik. (2006): "Urban landscapes and sustainable cities". I: Ecology and Society New York. Nr.11.

Livskraftige arter på Gaustad (2013). Oslo: Artsdatabanken. Available at: <http://artskart.artsdatabanken.no/FaneKart.aspx#&&y>(accessed 03.03.).

Barthel, Stephan, Carl Folke & Johan Colding (2010). "Social-ecological memory in urban gardens—Retaining the capacity for management of ecosystem services". I: Global Environmental Change New York. Nr.20.

Befolkningsframskrivning for Oslo 2012 – 2013. (2011). Oslo: Utviklings – og kompetanseetaten, Fagenhet for Statistikk og Analyse.

Berg, Jon (2009). *Lovkommentar til plandelen i ny plan- og bygningslov*. Available at: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/veiledninger/2009/ny-versjon-lovkommentar-til-plandelen-i-kapittel-11-kommuneplan/-11-7-arealformal-i-kommune-planens-areal.html?id=556792> (accessed: 15.04.).

Bolund, Per & Sven Hunhammar (1999). "Ecosystem services in urban areas". I: Ecological Economics New York. Nr. 29.

Borden, Kevin & Cutter, Susan (2008). "Spatial patterns of natural hazards mortality in the United States". I: International Journal of Health Geographics. Nr. 7.

Brenneisen, Stephan (2006). "Space for Urban Wildlife: Designing Green Roofs as Habitats in Switzerland". I: Urban habitats. Nr. 4.

Byøkologisk program for Oslo 1999 - 2010. Strategi for bærekraftig utvikling. Miljø – og bærekraftstatus (1998). Oslo : Byrådsavdeling for Miljø og Samferdsel.

Byøkologisk program for Oslo 2011 – 2026. Strategi for bærekraftig utvikling og bærekraftstatus (2011). Oslo: Byrådsavdeling for Miljø og Samferdsel.

Børsting, Bodil & Tor Børsting (2000). *Stedet hvor alle trives. Sognsvann og omegn*. Oslo: Sogn Kultur og Historielag.

Carter, Timothy & Colleen Butler (2008). "Ecological impacts of replacing traditional roofs with green roofs in two urban areas". I: Cities and the Environment. Nr. 1.

Cold, Birgit (2010). *Her er det godt å være. Om estetikk i omgivelsene*. Trondheim: Tapir akademisk forlag.

Dunnett, Nigel. (2006). *Green roofs for biodiversity: Reconciling aesthetics with ecology*. Boston: University of Sheffield.

Filipstad områderegulering. Kvalitetsprogram. (2012). Oslo: Plan og bygningsetaten, avdeling fjordbyenheten.

Fremtid med fortid. Kommunedelplan for byutvikling og bevaring i indre Oslo 2005 – 2020 (2006). Oslo: Plan og bygningsetaten, avdeling for byutvikling.

Fremtidens klima - hva vet vi? (2013). Oslo: Metrologisk institutt. Available at: <http://met.no/Klima/Fremtidsklima/> (accessed: 04.02).

Gjenvinningsanlegg for avfall på Haraldrud (2010). Oslo: Norske Arkitekters Landsforbund. Ecobox-rapport. Nr. 1.

Gode bygg trenger gode omgivelser (2007). Oslo: Statsbygg. Available at: http://www.statsbygg.no/aapentrom/pdf/aapent_rom_0307.pdf (accessed 06.03.).

Green Roof - Augustenborg Botanical Roof Garden. Malmø: Scandinavian Green Roof Institute. Available at: <http://www.greenroof.se/?pid=1> (accessed 10.04.).

Green Roofs Copenhagen (2012). København: Københavns kommune. Available at: <http://www.kk.dk/da/borger/byggeri/klimatilpasning/groenne-tage> (accessed 12.02)

Grønne tak er effektiv klimatilpasning (2010) Oslo: Norges vassdrags – og energidirektorat. Available at: <http://www.regjeringen.no/en/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/bibliotek/erfaringer/Gronne-taker-effektiv-klimatilpasning.html?id=592197> (Accessed: 13.04.).

Grønne tak i Bjørvika (2010). Oslo: Plan og bygningssetaten, avdeling for byutvikling. Available at: [http://www.plan-og-bygningsetaten.oslo.kommune.no/getfile.php/plan-%20og%20bygningsetaten%20\(PBE\)/Internett%20\(PBE\)/Dokumenter/Filer%20utlagte%20saker/2011/Munch_gronnetak.pdf](http://www.plan-og-bygningsetaten.oslo.kommune.no/getfile.php/plan-%20og%20bygningsetaten%20(PBE)/Internett%20(PBE)/Dokumenter/Filer%20utlagte%20saker/2011/Munch_gronnetak.pdf) (accessed: 18.04.).

Grøntplan for Oslo. Kommunedelplan for den blågrønne strukturen i Oslos byggesone (2009). Oslo: Plan og bygningssetaten, avdeling for byutvikling.

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

Guttu, Jon & Halvorsen, Thorén Kine (1998). *Fortett med kvalitet.* Oslo: Miljøverndepartementet / Norsk institutt for by – og regionforskning.

Halvorsen Thorèn, Kine & Tore Edward Bergaust (2011). "Ofrer grønt miljø. Fagmiljøet i friluftsetaten pulveriseres". I: Aftenposten (Aftenutg.). s. 32.

Harris, Larry (1984). *The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity.* Chicago: The University of Chicago Press.

Heat Island Effect. (2013): U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Available at: <http://www.epa.gov/heatislands/> (Accessed 15.04).

Hopkins, Graeme & Christine Hopkins (2011). *Living Architecture.* Sydney: Csiro publishing.

Hui, Sam (2011). *Green roof urban farming for buildings in high-density urban cities.* Hong Kong: The University of Hong Kong Press.

BTA (2013). Husbanken. Available at: <http://www.husbanken.no/tilskudd/tilskudd-tilskudd-til-studentboliger/veileder/definisjoner-begreper/> (Accessed 02.05).

Isdahl, Bård (2006). *På taket i gården i parken. Kvalitetskriterier for uterom i tett by.* Oslo: Norsk Form / Husbanken.

Johnston, Jacklyn & John Newton (2004). *Building green.* London: Greater London Authority.

Kumar, Pushpam (ed). (2010). *TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations.* London og Washington: Earthscan.

Landskapspark på Gaustad (2013). Oslo: Oslo Museum. Available at: http://www.digitaltmuseum.no/things/gaustad-sykehus-direktrboligen-park-sn/OMU/OB.F02189?place=Sognsvannsvn.+21+Gaustad+sykehus&search_context=1&count=31&pos=17 (accessed 06.03.).

Lillehammer, Leif, Synne Ullensvang & Mette Eng Pedersen (2011). "Bedre byer. Byøkologi med fokus på landskapsforming og økosystemtjenester". I: SWECO Oslo. Nr. 1.

Lindhjem, Henrik & Maja Dineh Sørheim (2011). "Urbane økosystemtjenester i Norge. Status, utvikling, verdi og kunnskapshull". I: Vista Analyse Oslo. Nr. 37.

Mentens, Jeroen, Dirk Raes & Martin Hermy (2006). "Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?" I: Landscape and Urban Planning. Nr. 77.

Området Gaustad (2013). Oslo: Store Norske leksikon Available at: <http://snl.no/Gaustad> (Access: 13.04.).

NOU 2010: 10. *Tilpassing til eit klima i endring. Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane.* Oslo: Miljødepartementet.

Nye europeiske prinsipper for bærekraftig planlegging. (2001). Oslo: Miljødepartementet. Available at: <http://www.regjeringen.no/nb/dokumentarkiv/Regjeringen-Stoltenberg-I/md/tidsskrift-og-nyhetsbrev/2001/t-1350-plannytt-32000/Nye-europeiske-prinsipper-for-barekraftig-planlegging.html?id=273800> (accessed: 14.02.).

Oberndorfer, Erica, Jeremy Lundholm, Brad Bass, Reid Coffman & Bradley Rowe (2007). "Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services". I: BioSciences Los Angeles. Nr. 10.

Oslo universitetssykehus. (2013). Oslo: Oslo universitetssykehus. Available at: <http://www.oslo-universitetssykehus.no/omoss/Sider/side.aspx> (accessed: 01.04.).

Oslo universitetssykehus. Arealutviklingsplan 2025 (2011). Oslo: Hospitalitet as.

Paoletti Elena, Tommaso Bardelli & Gianluca Giovannini (2011). "Air quality impact of an urban park over time" I: *Procedia Environmental Sciences*. Nr. 10.

Paulsen, Trine & Gro Grønliid. *Kognitiv utvikling*. Available at: <http://ndla.no/nb/node/16864> (Access: 13.04.).

Peck, Stephen (2008). *Green roofs*. Toronto: Green roofs for healthy cities. Available: <http://www.greenroofs.org/index.php/about/aboutgreenroofs> (accessed: 05.04.).

Planforslag til politisk behandling. Forslag til endret reguleringsplan for Gaustadbekkdalen nord (2010). Oslo: Statsbygg. Available at: <http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/gaustadbekkdalen/Planbeskrivelse.pdf> (accessed 06.03.).

Norges offentlige utredninger (2013a). Oslo: Regjeringen. Available at: <http://www.regjeringen.no/nb/dok/nouer.html?id=1767> (accessed: 10.03.).

Bærekraftig utvikling (2013b). Oslo: Regjeringen. Available at: <http://www.regjeringen.no/en/dep/fin/dok/regpubl/stmeld/20062007/stmeld-nr-1-2006-2007-/7.html?id=136688> (accessed: 12.02.).

Rikshospitalet. Byggesakens gang (2013). Oslo: Statsbygg. Available at: http://www.statsbygg.no/prosjekter/prosjektkatalog/595_riksen/html/infotekst/byggesakensgang.html (Access: 01.04.).

Risan, Lars & Kari Larsen (2010). "Planlegging for en bærekraftig utvikling". I: CIENS-rapport Oslo. Nr. 4.

Smith, Richard, Kevin Gaston, Philip Warren & Ken Thompson. "Urban domestic gardens (IX): Composition and richness of the vascular plant flora, and implications for native biodiversity" (2006). I: *Biological Conservation*. Nr. 3.

St.meld. nr. 31 (1992-1993) Den regionale planleggingen og arealpolitikken. Oslo: Miljøverndepartementet.

Status for kartlegging og verdisetting av naturtyper i Oslo kommune (2004). Oslo: Bymiljøetaten Available at: [http://www.bymiljoetaten.oslo.kommune.no/getfile.php/friluftsetaten%20\(FRI\)/Internett%20\(FRI\)/dokumenter/fagrapporter/SiS_Notat_2004-12.pdf](http://www.bymiljoetaten.oslo.kommune.no/getfile.php/friluftsetaten%20(FRI)/Internett%20(FRI)/dokumenter/fagrapporter/SiS_Notat_2004-12.pdf) (accessed 02.03.).

Steven, Cantor (2008). *Green Roofs: In sustainable Landscape Design*. New York: W.W. Norton & Company Inc.

Støy (2013). Oslo: Klima – og forurensningsdirektoratet. Available at: <http://www.klif.no/no/Tema/Stoy/> (accessed 10.04.).

Støykart over Oslo kommune (2012). Oslo: Bymiljøetaten. Available at: http://www.miljo.oslo.kommune.no/getfile.php/Miljøportalen%20%28PMJ%29/Internett%20%28PMJ%29/Bilder/Stoy/Sumstoy_dogn_vei_bane.pdf (accessed 08.03.).

Thunes, Karl, Harald Bratli & Bernt-Håvard Øyen (2010). "Påvirkning på biologisk mangfold fra vegger og vegtrafikk". I: Skog og landskap rapport Ås. Nr. 10.

Utearealnormer. Normer for felles leke – og uteoppfølsarealer for boligbygging i indre Oslo (2012). Oslo: Plan og bygningsetaten, avdeling for byutvikling.

Veg Tech (2012). *Vegetationsteknik. Grönare byggande för framtidens städer*. Available at: <http://np.netpublicator.com/netpublication/n83699523> (accessed 20.04.).

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

Somatikk (2013a). Wikipedia. Available at: <http://no.wikipedia.org/wiki/Somatikk> (accessed: 03.03.).

Psykiatri (2013b). Wikipedia. Available at: <http://no.wikipedia.org/wiki/Psykiatri> (accessed: 03.03.).

World Urbanization Prospects. The Revision. United Nations. (2012). New York: Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

Figurliste

Figur 1: Bygg boliger, ikke kontorer. Områdeutvikling på Brattøra. Tegnet av Fredrik Lund.

Kilde: <http://www.adressa.no/nyheter/trondheim/article1800780.ece>.

Figur 2: Sketch away. Akvarelltegning av Suhita Shirodkar. Kilde: <http://www.livesv.com>.

Figur 3: Grønne lunger blir grå. Foto: Leif Thomas. Kilde: <http://www.umb.no/ilp/artikkel/gronne-lunger-blir-gra>.

Figur 4: Polsmelting kan ha skylden for den våte Oslo-sommeren. Kilde: <http://www.osloby.no/Polsmelting-kan-ha-skylden-for-den-vate-Oslo-sommeren-7004901.html#UYq6N2D1EnU>.

Figur 5: Illustrasjon basert på Brundtland kommisjonens definisjon av bærekraftig utvikling. Kilde: <http://blikk.wordpress.com/2012/05/22/arne-naess-seminar-24-mai-bursdagsfeiring-for-baerekraftig-utvikling/>.

Figur 6: Illustrasjonen er basert på Byøkologisk program for Pilestredet Park (1998) Oslo: Statsbygg. Kilde: <http://www.statsbygg.no/Utviklingsprosjekter/PilestredetPark/Byokologi>.

Figur 7: Illustrasjonen er basert på Landscape connectivity. Kilde: <http://www.greasternranges.org.au>

Figur 8: Bilde av grønne tak på rådhuset i Chicago. Kilde: <http://www.google.com/imgres?imgurl=http://www.inhabitat.com/images/greenroofs1.jpg&imgrefurl=http://>

Figur 9: Biologisk mangfold på land. Kilde: <http://www.artsdatabanken.no/ThemeArticle.aspx?m=10>.

Figur 10: Oslo får grønne tak. Kilde: <http://www.dn.no/d2/arkitektur/article1422646.ece>.

Figur 11: Regnvann i gate. Kilde: http://www.P2066861_regnvann_mont_gate_1000-711079.

Figur 12: Fornebulandet – Nansenparken. Kilde: <http://www.fornebulandet.no/Naromradet/Natur--miljo/Nansenparken/>.

Figur 13: Figuren viser en tabell over økosystemtjenester basert på Kumar, Pushpam (ed). (2010). TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations. London og Washington: Earthscan.

Figur 14: Sketch away. Akvarelltegning av Suhita Shirodkar. Kilde: <http://www.livesv.com>.

Figur 15: Et intensivt grønt tak på Coast Plaza Hotell i Vancouver. Kilde: <http://www.hrt.msu.edu/greenroof/>.

Figur 16: Illustrasjonen er basert på København kommunes definisjon av grønne tak. Kilder: <http://www.kk.dk/da/borger/byggeri/klimatilpasning/groenne-tage>.

Figur 17: Illustrasjonen er basert på informasjon om ulike grønne tak fra København kommune og den tyske organisasjonen, The German Landscape Research, Development and Construction Society (FFL).

Figur 18: Ekstensive grønne tak på KLP-bygget i Bjørvika, Oslo. Kilde: <http://www.vitalvekst.no>.

Figur 19: Ekstensive grønne tak på Nedre Romerikes Avløpsseksjon, Strømmen. Kilde: <http://www.vitalvekst.no>.

Figur 20: Hybride grønne tak på DnB-bygget i Bjørvika, Oslo. Kilde: <http://www.vitalvekst.no>.

Figur 21: Hybride grønne tak på Riksarkivet, København. Kilde: Dorthe Rømø (privat).

Figur 22: Hybride grønne tak på Augustenborg, Malmø. Kilde: <http://www.dac.dk/da/dac-cities/baeredygtige-byer-2/alle-cases/groen-by/augustenborg-groenne-tage-og-regnvandskanaler/?bbredirect=true>.

Figur 23: Intensive grønne tak på TCC Hotell, København. Kilde: Dorthe Rømø (privat).

Figur 24: Grønne tak på Chicagos rådhus. Kilde: <http://latestengupdates.blogspot.no/2010/08/green-roof-system-on-chicago-city-hall.html>.

Figur 25: Erfaringer med grønne tak.

Kilde: <http://www.google.com/search?q=augustenburg+grønne+tak&client=safari&rls=en&source=lnms&tbn=isch&sa>.

Figur 26: Du grønne glimrende tak god dag.

Kilde: <http://www.dagsavisen.no/tema/gronn-hverdag/du-gronne-glimrende-tak-god-dag/>.

Figur 27: Santropol roulant høster inn frukter, Montreal.

Kilde: <http://montreal.ctvnews.ca/power-of-one-santropol-roulant-reaps-harvest-1.1053067>.

Figur 28: Takhage med urban dyrking i Nørrebro, København. Kilde: <http://www.forskning.no/artikler/2012/desember/343724>.

Figur 29: Åpen og lokal håndtering av overvann. Illustrasjon hentet fra (Braskerud 2011), basert på Lindholm et al. 2008 side 19.

Figur 30: Nedbør og avrenning fra et tak uten vegetasjon (reference) og et tak med sedum etter en uke med varmt vær uten nedbør. Illustrasjon er hentet fra Braskerud B. C., "Detention of Heavy Rain on an Extensive Norwegian Sedum Roof", World Green Roof Congress 15-16 September 2010, London U.K.

Figur 31: Illustrasjon basert på karbonsyklus.

Kilde: <http://www.bio-rad.com>.

Figur 32: Hete øy-effekten i storbyer.

Kilde: <http://www.heatiland.lbl.gov/>.

Figur 33: Hete øy-effekten på grønne og tradisjonelle tak.

Kilde: <http://www.greenrooftechnology.com/advantages-of-green-roofs>.

Figur 34: Svartrødstjert.

Kilde: <http://www.blackredstarts.org.uk/>.

Figur 35: Grønne tak på Krisesenteret i Telemark.

Kilde: <http://www.arkitektur.no/krisesenteret-i-telemark>.

Figur 36: Barnehus med grønne tak i Gyldenrisparken.

Kilde: <http://www.witraz.dk>.

Figur 37: Kart over Danmark.

Kilde: <http://www.bing.com/images/search?q=danmark&go=&qs=n&form=QBIR&pq=danmark&sc=87&sp1&sk=#view=detail&id=611927FF160ECFC6139F28A2193066>

Figur 38: Kart over København kommune.

Kilde: Green Roofs Copenhagen (2012). København: Københavns kommune.

<http://www.kk.dk/da/borger/byggeri/klimatilpasning/groenne-tage>.

Figur 39: Oversiktsbilde av Bymilen.

Kilde: <http://www.sla.dk/byrum/seb.htm>.

Figur 40: Plantegning av Bymilen.

Kilde: <http://www.sla.dk/byrum/seb.htm>.

Figur 41: Utsnitt av Bymilen.

Kilde: <http://www.sla.dk/byrum/seb.htm>.

Figur 42: Oversiktsbilde av Riksarkivet.

Kilde: Green Roofs Copenhagen (2012). København:

Københavns kommune. <http://www.kk.dk/da/borger/byggeri/klimatilpasning/groenne-tage>.

Figur 43: Plantegning av Riksarkivet.

Kilde: <http://www.schonherr.dk/da/rigsarkivet/>.

Figur 44: Utsnitt av Riksarkivet.

Kilde: Green Roofs Copenhagen (2012). København: Københavns kommune. <http://www.kk.dk/da/borger/byggeri/klimatilpasning/groenne-tage>.

Figur 45: Utsnitt av Tivoli kongressenter.

Kilde: Dorthe Rømø (privat).

Figur 46: Planskisse av Tivoli kongressenter.

Kilde: <http://www.sla.dk/byrum/kalvebodbryggevest.htm>.

Figur 47: Skisse av Tivoli kongressenter.

Kilde: <http://www.sla.dk/byrum/kalvebodbryggevest.htm>.

Figur 48: Utsnitt Gyldenrisparkens takhage på barnehuset.

Kilde: <http://www.witraz.dk/projekter/boernehus-gyldenrisparken-blok-31.aspx>.

Figur 49: Oversiktsbilde av Gyldenrisparken.

Kilde: <http://www.witraz.dk/projekter/boernehus-gyldenrisparken-blok-31.aspx>.

Figur 50: Utsnitt Gyldenrisparkens takhage på barnehuset.

Kilde: <http://www.witraz.dk/projekter/boernehus-gyldenrisparken-blok-31.aspx>.

Figur 51: Oversiktsbilde av Nordfløyen.
Kilde: http://www.kristinejensen.dk/Rigshospitalet_p13.html.

Figur 52: Planskisse av Rikshospitalet.
Kilde: http://www.kristinejensen.dk/Rigshospitalet_p13.html.

Figur 53: Skisse av Nordfløyen.
Kilde: http://www.kristinejensen.dk/Rigshospitalet_p13.html.

Figur 54: Sketch away. Akvarelltegning av Suhita Shirodkar. Kilde: <http://www.livesv.com>.

Figur 55: Kart over Oslo kommune.
Kilde: Bymiljøetaten ved Solfrid Trå.

Figur 56: Oversiktskart over Gaustad, Oslo.
Kilde: Googlemaps.

Figur 57: Planskisse som viser tenkt områdeutvikling på Gaustad. Kilde: Ratio arkitekter ved Arvid Ottar.

Figur 58: Snitt som viser deler av områdeutvikling på Gaustad. Kilde: Ratio arkitekter ved Arvid Ottar.

Figur 59: Planskisse som viser byøkologiske forbindelser på Gaustad.

Figur 60: Planskisse som viser konseptet "Grønne tak på Gaustad 2050".

Figur 61: Utsnitt av planskisse. Innsatsområde 1 De grønne rekker.

Figur 62: Tverrsnitt av en takhage på innsatsområde 1.

Figur 63: Utsnitt av planskisse. Innsatsområde 2. Forskningshagen.

Figur 64: Tverrsnitt av Forskningshagen.

Figur 65: Utsnitt av planskisse. Innsatsområde 3. Riksparken.

Figur 66: Tverrsnitt av en takhage på innsatsområde 3.

Figur 67: Karl Johans gate, Oslo. Akvarell av Frida Frida.
Kilde: <http://www.urbansketchers.org/2010/01/karl-johan-oslo.html>.

Alle bilder, figurer og kart utover referanser nevnt her er eget materiale.

Oversikt over personlige meddelelser

Gry Backe, Fagkordinator, Direktorat for Samfunn og Beredskap.

David Brasfield, Arkitekt, Oslo kommune.

Eirik Førland, Klimatolog, Metrologisk institutt.

Fredrik Holth, Jurist og Dosent ved Planlegging, eiendomsfag og jus, UMB.

Ulla Hornsyld, Landskapsarkitekt, SLA.

Kjell Johansen, Rådgiver, Statens vegvesen Vegdirektoratet.

Bjørnar Johnsen, Utviklings - og eiendomsutvikler, Aspelin Ramm / InFill.

Jostein Mamen, Klimatolog, Metrologisk institutt.
Arvid Ottar, Arkitekt, Ratio arkitekter.

Dorthe Rømø, Biolog og Prosjektleder for Grønne tak, København kommune.

Jostein Sundby, Daglig leder, Vital Vekst.

Refleksjon

Målet med denne oppgaven var å få innblikk og en oversikt over en tematikk jeg hadde begrenset med kunnskap om fra før. Jeg ønsket å undersøke grønne tak som et byøkologisk prinsipp, og se hvordan grønne tak kunne bidra til bærekraftig planlegging og hvilke grønne tak som bidro mest med økosystemtjenester.

Ved oppstart av denne oppgaven fant jeg det utfordrende å avgrense seg til en problemstilling når tematikken er så omfattende og tverrfaglig som det grønne tak og byøkologi er. Man berører hele tiden fagfelt der det blir spørsmål om man skal gå inn på dette eller ikke.

Gjennom arbeidet med denne masteroppgaven har jeg fått innblikk i hvor positiv og viktig påvirkning grønne tak som et byøkologisk prinsipp har på mennesker og miljø. Jeg har også lært hvilke utfordringer og begrensninger grønne tak kan ha i Norge.

Målet med denne oppgaven var også å se hvor og hvilke grønne tak som kunne anlegges på de fremtidige sykehusbyggene på Gaustad i Oslo. Kunnskapen om grønne tak fra et byøkologisk perspektiv ga meg et godt utgangspunkt for casedelen. Kontakten med ulike aktører i bransjen har også vært en viktig kunnskapskilde.

Det har vært tidkrevende å få informasjon om sykehusbyggene og takene 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.

I mars fikk jeg også beskjed av Sweco at deres mulighetsstudie er unntatt offentligheten frem til 2014. Dette berører oppgaven min i den grad at casedelen er blitt konfidensiell frem til 2014. I mars hadde jeg allerede startet på caseområdet, og med hensyn til tid jeg hadde lagt ned i kunnskapsinnhenting, var det for sent å bytte case.

Oppgaven har lært meg mye kunnskap i løpet av det halve året jeg arbeidet med den. Jeg føler at oppgaven har gitt meg en "sniktitt" inn i fagfeltene grønne tak og byøkologi.

Etter endt prosess med denne masteroppgaven sitter jeg igjen med mye ny kunnskap. Innsikt og oversikt over problemstillinger, utfordringer og begreper har gjort at grønne tak og byøkologi ikke lenger er så ukjent.

Jeg føler at oppgaven har gjort meg rustet til å drøfte lignende problemstillinger i fremtiden. Jeg håper også at oppgaven min kan gi inspirasjon og åpne flere øyne for grønne tak som et byøkologisk prinsipp.

Ingebjørg Finnebråten
12.05.2013, Oslo.

