



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2025 30 stp

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA)

Campusbekken – et innblikk i hvordan blågrønn infrastruktur fungerer i praksis

Campusbekken - An Insight Into How Blue-Green
Infrastructure Functions in Practice

Minda Alexandra Nummelin

Lektorutdanning i realfag

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på min mastergrad i Lektorutdanning i realfag med faglig master i biologi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Arbeidet med oppgaven har vært spennende og lærerikt, og jeg er utrolig glad for at jeg har fått muligheten til å bli enda bedre kjent med landets fineste campus.

Først og fremst vil jeg takke hovedveileder Susanne Schneider og tilleggsveileder David Arnott. Takk til Susanne for veiledning, støtte, konstruktive tilbakemeldinger og gode samtaler rundt oppgaven. Takk til David for at du har delt din kunnskap og erfaring med Campusbekken. Videre vil jeg takke Ida Haraldstad, Gry Helene Tveite Olsen, Rosemary Ebosetale Aghedo og Sindre Iversen for at dere har skrevet masteroppgaver om Campusbekken slik at denne oppgaven kunne bli til.

Jeg ønsker også å takke mine kjære venner! Fem år ved NMBU hadde ikke vært det samme uten, og jeg vil for alltid være takknemlig for at jeg møtte dere. Takk til «Lektordamene» for alle timene vi har delt på lesesal, lab, forelesning og ikke minst pauser. Jeg vil også sende en takk til mitt kjære kollektiv som har vært et lysglimt i hverdagen etter lange dager på lesesal. Til slutt ønsker jeg å takke familien min som har støttet meg i både opp- og nedturer gjennom studietiden.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Minda Alexandra Nummelin

Ås, mai 2025

Sammendrag

En konsekvens av klimaendringer som følge av menneskelig aktivitet vil være hyppigere og mer intense nedbørsperioder, med økt risiko for flom. Urbane områder har ofte overflater hvor vann ikke kan infiltrere grunnen, og overvann ledes til kummer og sluk i avløpssystemet. Avløpssystemene er ikke dimensjonert til å ta i mot økningen av overvann, og man risikerer at kloakk og forurenset vann havner i vassdragene. Derfor er det nødvendig å finne løsninger som kan være med på å møte klimaendringene og håndtere økningen i overvann lokalt. Blågrønn infrastruktur (BGI) er en type anlegg som kan bidra til håndteringen. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) har en nyanlagt BGI, Campusbekken, som er en del av den åpne overvannshåndteringen på campus. Målet med denne oppgaven er å vurdere om Campusbekken oppfyller flere funksjoner og bruksområder, se på erfaringene man har gjort seg med bekken, og hvordan man kan bruke erfaringene i planleggingen av BGI i framtiden.

Hensikten med anlegget er at det skal bidra til ulike bruksområder som lokal vannhåndtering, økt biodiversitet gjennom å være habitat for planter, dyr og andre organismer, og som område for rekreasjon. Tre ferdigstilte, og én pågående masteroppgave har undersøkt hvordan Campusbekken fungerer innenfor de ulike bruksområdene. Resultatene viste at Campusbekken har gode renseegenskaper som forbedrer vannkvaliteten da konsentrasjonen av fosfor, nitrogen og metaller ble lavere nedstrøms. I tillegg har anlegget skapt habitater for rødlistede planter og amfibier som trues av arealendringer. På den måten kan BGI antas å være med på å øke biodiversiteten i området. Bekken og vannet som element i grøntarealet ble oppfattet positivt av befolkningen på Ås. Parkenheten ved NMBU har delt praktiske erfaringer med vedlikehold og designutfordringer som oppsummeres i oppgaven.

Planlegging og anleggelse av BGI bør foregå som en tverrfaglig prosess hvor man samarbeider på tvers av fagfelt, både teoretiske og praktiske. BGI krever betydelig med vedlikehold, men gjennom kommunikasjon og planlegging tidlig i prosessen kan det gjøres mer forutsigbart. Det er viktig å anlegge heterogene habitater hvor det er variasjon i vegetasjon og vannsystemer, fordi det tilrettelegger for ulike arter og kan øke biodiversiteten. BGI kan tilpasses området og bygge videre på det som allerede finnes, og utnytte naturens evne til å håndtere og rense overvann. En godt planlagt BGI vil i tillegg gi gode rekreasjonsmuligheter.

Abstract

A consequence of climate change caused by human activity will be more frequent and intense rainfall, with an increased risk of flooding. Urban areas often have surfaces impermeable to water, and stormwater is directed to the drainage system. The drainage systems are not designed to handle the increase in stormwater, and there is a risk that sewage and polluted water end up in the waterways. Therefore, it is necessary to find local solutions that can handle the climatic changes and manage the increase in stormwater. Blue-green infrastructure (BGI) is one type of facility that can contribute to this management. The Norwegian University of Life Sciences (NMBU) has recently constructed a BGI, Campusbekken, which is part of the open stormwater management on campus. The objective of this thesis is to summarize the experiences gained with Campusbekken, assess whether it works as intended, and suggest how the experiences can be used in future planning of BGIs.

The aim of Campusbekken is to contribute to various purposes such as local water management, increased biodiversity by being a habitat for plants, animals and other organisms, and as an area for recreation. Three completed and one ongoing master's thesis have researched how Campusbekken functions within the different areas of use. The results showed that Campusbekken improves water quality as the concentration of phosphorus, nitrogen and metals decreased downstream. In addition, the facility has created habitats for red-listed plant species, and amphibians that are threatened by land use changes. Therefore, the BGI can be assumed to contribute to increasing biodiversity on campus. Campusbekken and the water as an element in the green areas were perceived positively by the population of Ås. The park department at NMBU has shared practical experiences with maintenance and design challenges.

Planning and construction of BGI should be an interdisciplinary process where there is collaboration between different fields, both theoretical and practical. BGI requires significant maintenance, but through communication and planning early on in the process it can be made more predictable. It is important to construct heterogeneous habitats where there is a variation in vegetation and water systems, because this facilitates different species and can increase biodiversity. BGI can be adapted to the local environment, and utilize nature's own capacity to store and purify stormwater. A well-planned BGI will also provide good recreational opportunities.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag.....	II
Abstract	III
1 Innledning.....	1
1.1 Formålet med oppgaven	5
2 Blågrønn infrastruktur på Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.....	6
2.1 Andedammen.....	6
2.2 Niagarafallene	7
2.3 Uraksen.....	9
2.4 Lille Årungen	12
2.5 Fougnerstryket.....	13
2.6 Konstruert våtmark.....	15
3 Resultater.....	18
3.1 Amfibier i Campusbekken.....	18
3.2 Plantesammensetning langs Campusbekken.....	19
3.3 Fysisk-kjemiske parametere langs Campusbekken.....	19
3.4 Oppfattelse av Campusbekken	20
3.5 Designutfordringer	21
3.5.1 Designe bekken slik at den holder på mer vann.....	22
3.5.2 Bruk av kulestein.....	24
3.5.3 Bruk av kokosfibermatte	25
3.5.4 Konstruksjon av bekkeløpet	25
3.6 Erfaringer med vedlikehold av Campusbekken	27
3.6.1 Vedlikehold av Niagarafallene	28
3.6.2 Vedlikehold av resterende del av Campusbekken	30

4 Oppsummering	32
4.1 Blågrønn infrastruktur og biodiversitet	32
4.2 Blågrønn infrastruktur og fysisk-kjemiske parametere	33
4.3 Menneskers opplevelse av blågrønn infrastruktur	34
4.4 Vedlikehold av blågrønn infrastruktur	34
4.5 Blågrønn infrastruktur og fordrøyningssevne	35
5 Konklusjon	36
Referanser	39
Vedlegg	45
Vedlegg A: Skjøtselsplan for Niagara	45
Vedlegg B: Skjøtselsplan for overvann på veterinært område ved NMBU	48

1 Innledning

Verdens klima har gjennomgått betydelige endringer i løpet av de siste tiårene. Endringer i klima som følge av menneskelig aktivitet og klimagassutslipp, er en av utfordringene verden står overfor. Det vil få merkbare konsekvenser i form av økt temperatur i atmosfæren, i havet og på land, en økning i havnivå, og mer ekstremvær som hetebølger, økt nedbør og tørke (IPCC, 2023). Det er observert endringer i ekstremvær og klima i klodens ulike regioner, noe som har ført til omfattende påvirkning, tap og skader av både natur og mennesker (IPCC, 2023). Klimaendringene vil ha innvirkning på regionalt og lokalt klima, og ulike områder vil merke endringene på forskjellige måter.

Endringer i klima er også erfart i Norge. Man vil oppleve store klimaendringer fram mot slutten av århundret dersom utslippene fortsetter i samme grad som de gjør i dag. En av konsekvensene vil være en økning i årstemperatur med omtrent 4.5 grader celsius, noe som vil påvirke mengden avrenning ettersom snø eksempelvis vil smelte tidligere (Miljødirektoratet, 2016). I tillegg vil det være en økning på rundt 18 prosent i mengden årsnedbør og styrtregneepisoder vil være mer intense og hyppigere enn tidligere (Miljødirektoratet, 2016), noe som vil føre til at større mengder nedbør trenger en plass å ta veien. Endringene i temperatur, årsnedbør og styrtregneepisoder vil med høy sannsynlighet skape problemer for samfunnet spesielt med tanke på overvanns- og flomproblematikk (Miljødirektoratet, 2016).

Når det kommer nedbør kan vannet enten infiltrere jordsmonnet, eller renne av på overflaten. Vannet som renner av overflaten i forbindelse med nedbør og smeltevann kalles overvann (NVE, 2024), og dersom nedbørsmengden øker vil mengden overvann øke. Hovedgrunnen til at overvann oppstår er at vannet ikke får infiltrert grunnen. Dette forekommer dersom grunnen enten er mettet med vann, er frossen, består av tette overflater, eller nedbørintensiteten er høyere enn infiltrasjonskapasiteten (NVE, 2024). Vannet har dermed ingen mulighet til å trenge ned i grunnen og vil renne av som overvann. I urbane og andre bebygde områder er det ofte tette overflater som for eksempel asfalt som gjør at vannet ikke får infiltrert grunnen, men heller ledes videre.

Vannet kan ledes til avløpskummer, sluk og rør som er lagt i bakken med hensikt om å lede vannet vekk. Dette omtales ofte som grå infrastruktur, og er den tradisjonelle løsningen for håndtering av avrenning og overvann (NOU 2010: 10, s. 103). Et problem med grå infrastruktur er at verken rørene, eller renseanleggene, er dimensjonert for å ta imot den mengden vann som vil forekomme ved økt nedbør. I Norge er en del av avløpssystemet et fellessystem, noe som betyr at både avløpsvann og overvann havner i samme rørsystemer og ledes til renseanlegg (Miljødirektoratet, 2024a). Da blir det store mengder med fremmedvann i avløpsnettet som tar opp plassen til avløpsvannet. Avløpssystemet har ikke kapasitet til å håndtere vannet, og det kan føre til oversvømmelser og utslipp av forurenset vann (Miljødirektoratet, 2024a; NOU 2010: 10, s. 103). Konsekvensen kan være at vann kommer opp av både toaletter og kummer på grunn av overbelastningen, fordi det fører til tilbakeslag og vannet presses opp og tilbake i systemet (Miljødirektoratet, 2024a). Ettersom vannet ikke får plass i avløpssystemet vil det ta andre veier.

Når vannet er nødt til å ta andre veier kan det føre til utfordringer som flom og ødeleggelser av bygninger, infrastruktur, helse og miljø (Miljødirektoratet, 2023). Overvannet kan inneha store krefter som ukontrollert renner gjennom bebygde områder (NVE, 2024), og tar med seg partikler, materialer og annet som befinner seg i veien. Med bakgrunn i dette vil man kunne oppleve utfordringer med blant annet fremkommelighet, vannskader, forurenset vann fra tette overflater, erosjon og utgravninger (NOU 2015: 16, s. 34). Vannet vil ta med seg avfallsstoffer og partikler fra trafikk og bymiljø som tungmetaller, miljøgifter, mikroplast, vegsalt, bakterier og mer (Bioforsk Jord og miljø, 2008; Statens forurensingstilsyn, 2007). Gode løsninger for håndtering av overvann er derfor viktige for å gi vannet mer plass slik at man unngår økt forurensing av vassdrag og ødeleggelser av infrastruktur.

Hvis det lar seg gjøre er det ønskelig at overvann infiltreres i grunnen eller håndteres lokalt. På denne måten sikrer man både vannbalansen i området og unngår overbelastning på avløpsanleggene (NOU 2010: 10, s. 106). Gjennom lokal overvannshåndtering kan små mengder med regn fanges opp og infiltreres, større mengder regn forsinkes og fordrøyes, og de aller største mengdene ledes trygt bort via flomveier (Gunnufsen & Solli, 2015; Miljødirektoratet, 2024a). Anleggelse av blågrønn infrastruktur (BGI) kan være en løsning på lokal overvannshåndtering ettersom det åpner opp for at vannet får mer plass. BGI er en motvekt til grå infrastruktur, og består av sammenkoblede nettverk av vegetasjon, det grønne, og vannsystemer, det blå, som er naturlige og semi-naturlige (Ardila & Caprona, 2013;

Ghofrani et al., 2017). De grønne områdene kan være hager, parker, jordbruksområder, eller degraderte landområder, mens de blå områdene kan være bekker, elver og dammer (European Commission, u.å). Ulike eksempler på BGI som kan anlegges er takhager, regnbed, grønne tak, vegetasjon, dammer av ulik størrelse, små kanaler og bekker (Ardila & Caprona, 2013; Gunnufsen & Solli, 2015).

Blågrønn infrastruktur har mange fordeler og kan bidra med ulike økosystemtjenester. Dette er fordeler mennesker får fra naturen (Millennium Ecosystem Assessment, 2003) i form av goder, tjenester eller produkter. De kategoriseres som støttende tjenester, forsynende tjenester, regulerende tjenester og kulturelle tjenester (Millennium Ecosystem Assessment, 2003; NOU 2013: 10). Tjenester som er nødvendige for at alle de andre økosystemtjenestene skal kunne eksistere kalles støttende tjenester (Millennium Ecosystem Assessment, 2003). Blågrønn infrastruktur bidrar med støttende tjenester i form av biologisk mangfold som øker det genetiske mangfoldet gjennom for eksempel frøspredning av planter (Gómez-Baggethun & Barton, 2013; Lindhjem & Sørheim, 2012). Videre er forsynende tjenester produkter mennesker får fra økosystemer (Millennium Ecosystem Assessment, 2003), og BGI kan bidra til matproduksjon gjennom å eksempelvis være habitat for spiselige planter (Gómez-Baggethun & Barton, 2013; Lindhjem & Sørheim, 2012).

Blågrønn infrastruktur bidrar imidlertid mest med regulerende og kulturelle tjenester. Regulerende tjenester er goder mennesker får som følge av regulering av økosystemprosesser (Millennium Ecosystem Assessment, 2003), og blågrønn infrastruktur kan bidra med vannhåndtering, lokal klimaregulering, støyreduksjon, motvirkning av erosjon, forbedret luftkvalitet, pollinering, CO₂-opptak og lagring (Bolund & Hunhammar, 1999; Gómez-Baggethun & Barton, 2013; Lindhjem & Sørheim, 2012; NOU 2013: 10; Veerkamp et al., 2021). De ikke-materielle godene mennesker drar nytte av fra økosystemene er de kulturelle tjenestene (Millennium Ecosystem Assessment, 2003; NOU 2013: 10). Blågrønn infrastruktur kan bidra til inspirasjon, estetikk, rekreasjon, mental og fysisk helse, utdanning og kognitiv utvikling, stedsidentitet og kulturarv (Bolund & Hunhammar, 1999; Gómez-Baggethun & Barton, 2013; Lindhjem & Sørheim, 2012; Millennium Ecosystem Assessment, 2003; Veerkamp et al., 2021). Økosystemtjenestene kan være med på å bidra til god helse hos befolkningen, forbedre livskvaliteten og øke trivsel i områdene rundt etablert BGI (Ardila & Caprona, 2013; Bolund & Hunhammar, 1999).

Ettersom blågrønn infrastruktur dekker en rekke økosystemtjenester er det flerfunksjonelt. BGI kan bidra med vannhåndtering gjennom at infrastrukturen holder på regnvann, og dermed kan være med på å forebygge flom, men den kan også forbedre vannkvaliteten. Planter og andre organismer senker vannhastigheten, og renser vannet ved å tar opp næring og partikler fra vannet (Bolund & Hunhammar, 1999). Videre kan temperaturen i omgivelsene til BGI senkes ettersom trær, busker og vegetasjon kan være med på å skape skyggeområder, og absorberer mindre sollys og varme enn andre overflater (Bolund & Hunhammar, 1999). Luften vil kunne renses fordi vegetasjonen vil filtrere forurensing og partikler fra luften ettersom vegetasjon er bedre egnet for filtrering enn vann og åpne områder (Bolund & Hunhammar, 1999). Støyen i byen kan også reduseres fordi mykt underlag som gress og annen vegetasjon vil kunne dempe lydbølgene i større grad enn harde overflater som asfalt (Bolund & Hunhammar, 1999). Det antas at en veletablert BGI kan være med på beskytte økosystemets tilstand og biologiske mangfold i tillegg til å forbedre økosystemets funksjon og fremme økosystemtjenester (Ardila & Caprona, 2013; Perrelet et al., 2024). Flerfunksjonaliteten til blågrønn infrastruktur har gjort at det har blitt ettertraktet å anlegge blågrønn infrastruktur.

Ås kommune har flere bestemmelser i kommuneplanens arealdel som vektlegger at det er sentralt å ivareta og etablere blågrønn infrastruktur. Det nevnes at: «Overvann skal håndteres lokalt og åpent. (...) Vannets naturlige kretsløp skal opprettholdes og naturens evne til selvrensing skal utnyttes. (...) » (Ås kommune, 2023), og gjennom anleggelse av blågrønn infrastruktur blir dette ivaretatt. I tillegg skal det i reguleringsplaner og byggesøknader blant annet redegjøres for etablering av blågrønne strukturer. Vannspeil, regnbed, vegetasjon og parkanlegg er eksempler på strukturer det skal redegjøres for, og det skal forsikres tilfredsstillende arealer avsatt til dette (Ås kommune, 2023). Videre nevnes det at grønn infrastruktur som skog, myr og park skal ivaretas, og tas hensyn til i tettsteder og bebygde områder. Eventuelle nye tiltak som foretas i kommunen skal styrke og videreutvikle den grønne strukturen som allerede er på plass (Ås kommune, 2023). Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) har anlagt BGI i form av et åpent bekkesystem som fører vann fra ulike områder på campus i vannveier nedover mot Årungen. Det er mange kommuner som har gått i gang med BGIer og viser interesse, men det finnes foreløpig få arenaer for erfaringsutvekslinger. I tillegg finnes det få studier som har undersøkt flere av funksjonene som blågrønn infrastruktur kan bidra med innenfor samme system.

1.1 Formålet med oppgaven

Formålet med denne oppgaven er å kartlegge og sammenfatte erfaringer fra den blågrønne infrastrukturen som finnes på campusområdet til NMBU på Ås. Bakgrunnen er et ønske om at andre kommuner og aktører skal kunne bruke sammenfatningen til å anlegge bedre BGler i framtiden basert på økt kunnskap. Kartleggingen utføres ved å se på tre tidligere, og én pågående masteroppgave som er skrevet om Campusbekken. Oppgavene har undersøkt fysisk-kjemiske parametere i vannet, tilstedeværelsen av amfibier, sammensetningen av planter og publikums oppfattelse av infrastrukturen. Resultatene fra disse oppgavene gir en indikasjon på om den blågrønne infrastrukturen fungerer slik man ønsker. I tillegg til oppgavestudiene er det gjort befaringer av Campusbekken sammen med parkenheten ved NMBU, hvor det har vært samtaler om vedlikehold og erfaringer de har opparbeidet seg gjennom arbeidet med BGlen. Jeg har også fått tilsendt skjøtelsplanene for Campusbekken og plantegninger fra Statsbygg som viser konstruksjonen av bekken. Skjøtelsplanene gir innblikk i vedlikeholdsoppgaver, og ligger vedlagt med tillatelse fra parkenheten. Plantegningene gir grunnlag for beskrivelsen av bekken. Hensikten med Campusbekken er at den skal håndtere det lokale overvannet som oppstår i kraftige nedbørsperioder ved å være en del av den åpne overvannshåndteringen. Den skal i tillegg bidra til biodiversiteten på campus gjennom å være et habitat for plante- og dyreliv, og være en del av det grønne og levende området på campus. Gjennom denne oppgaven er målet å besvare følgende spørsmål:

- Oppfyller Campusbekken som blågrønn infrastruktur flere funksjoner og bruksområder?
- Hvilke erfaringer og kunnskaper sitter man igjen med etter arbeid med Campusbekken?
- Hvordan kan man bruke erfaringer fra Campusbekken i anleggelsen av ny blågrønn infrastruktur?

2 Blågrønn infrastruktur på Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet ligger i Ås kommune i Akershus fylke, og har en relativt nyanlagt blågrønn infrastruktur som har fått navnet Campusbekken (Fig. 1). Den består av flere dammer som er knyttet sammen av små bekkeløp, og begynner ved den største dammen kjent som Andedammen. Fra Andedammen renner vannet ut i Niagarafallene og gjennom parkdelen kalt Uraksen før det havner i Lille Årungen. Videre renner vannet langs Veterinærbygningen, i det som kalles Fougnerstryket, og ledes til baksiden av bygningen hvor det er konstruert våtmark. Deretter føres vannet ut i Vollebekken som leder vannet videre til Årungen før det til slutt ender opp i Oslofjorden.



Figur 1: Campusbekken begynner ved Andedammen og renner gjennom Niagarafallene, Uraksen og den konstruerte våtmarken før den renner ut i Vollebekken. Bakgrunnskart hentet fra Kartverket, norgeskart.no. Merknader på kartet laget av Nummelin, M., 2025.

2.1 Andedammen

Andedammen, originalt kalt Svanedammen, er starten på den blågrønne infrastrukturen på campus (Fig. 2). Dammen ble gravd ut og etablert en gang i siste halvdel av 1800-tallet (Norsk landskapsarkitekters forening, u.å-c). Vannet i dammen kommer fra nedbør, grunnvann og avrenning fra områdene rundt (Pettersen, 2022) og den har en dybde på 2-3 meter (Haraldstad, 2024). Andedammen har hatt problemer med erosjon og utglidning av kanten, men ved å lage en damkant bestående av flettede hasselgrener ble problemet forsøkt fikset i restaureringsperioden mellom 2019 og 2021 (Norsk landskapsarkitekters forening, u.å-c). Dette ser ut til å ha hjulpet da kantene i dag ikke lenger er like preget av erosjon og

utglidning. I dammen finner man vannliljer og andre vannplanter, mens områdene rundt preges av store gamle nåletrær, rododendron, gressplener, busker, stauder og grusveier (Norsk landskapsarkitekters forening, u.å-c). Fra Andedammen renner vannet videre ut i Niagarafallene.



Figur 2: Andedammen gjennom ulike årstider ved utløpet til Niagarafallene. Øverst fra venstre: februar 2024, juni 2024, september 2024. Nederst fra venstre: oktober 2024 og april 2025. Foto: Nummelin, M.

2.2 Niagarafallene



Figur 3: Niagarafallene renner fra Andedammen, langs en grusvei og ut i Uraksen. Bakgrunnskart hentet fra Kartverket, norgeskart.no. Merknader på kartet laget av Nummelin, M., 2025.

Niagarafallene ble anlagt gjennom krigsårene fra 1941-1945 og er utløp for Andedammen (Norsk landskapsarkitekters forening, u.å-b) (Fig. 3). Den eldre delen av Niagara består av kulper med steinsettinger mellom, og ble restaurert i perioden mellom 2015 og 2018. Det ble testet flere teknikker med leirtetting av bekken, men resultatet ble å legge en duk under leiren som ble limt inn i sprekker i steinene for å forhindre lekkasje (Norsk landskapsarkitekters forening, u.å-b) Området langs breddene i den øvre delen består av pryddplantninger (Fig.4).



*Figur 4: Eldre del av Niagarafallene med pryddplantninger langs bredden, og steinsettinger mellom dammene.
Foto: Nummelin, M.*

Niagara har i nyere tid blitt en del av overvannshåndteringen på campus, og ble videreført 150 meter vestover mot Urbygningen under restaureringsperioden (Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, u.å; Norsk landskapsarkitekters forening, u.å-b). Den eldre og nyere delen av Niagara kobles sammen av et rør som går under grusveien. Den nye delen består av kulper med gressterskler mellom, og hensikten med gresspartiene er at de skal gi en god rense- og fordrøyningseffekt (Norsk landskapsarkitekters forening, u.å-b) (Fig. 5). Når vannet har rent gjennom Niagarafallene renner det ned i en kum som leder vannet ut i Uraksen.



Figur 5: Den nyanlagte delen av Niagara som består av kulper med gressterskler mellom. Foto: Nummelin, M.

2.3 Uraksen

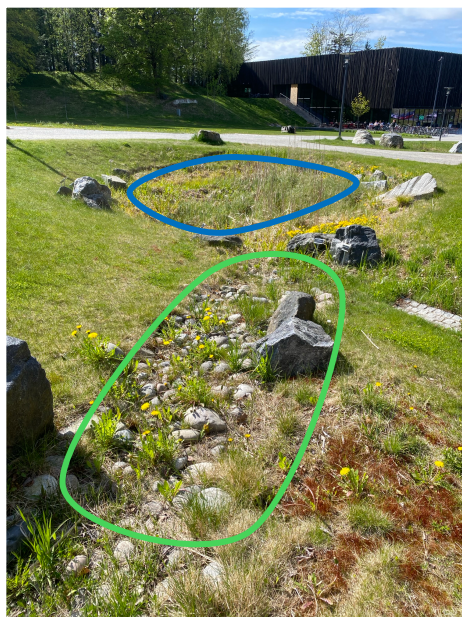


Figur 6: Bekkeløpet som renner gjennom Uraksen går mellom Jordfagbygningen og Bikuben før det ender opp i Lille Årungen. Bakgrunnskart hentet fra Kartverket, norgeskart.no. Merknader på kartet laget av Nummelin, M., 2025.

Uraksen er en ny parkdel på campus som ble anlagt i forbindelse med byggingen av Veterinærbygningen, og var klar i 2020 (Norsk landskapsarkitekters forening, u.å-a). Gjennom denne delen renner bekkeløpet mellom Jordfagsbygningen og Bikuben (Fig. 6 og 7). Bekkeløpet har innløp fra Niagarafallene via et rør under veien, og består av kulper og overrislingssoner (Fig. 8) (Statsbygg, 2016b). Overrislingssonene har som hensikt å få inn mer oksygen inn i vannet. Vannstanden blir grunnere i disse sonene og dermed kommer mer av vannet i kontakt med oksygen (Blankenberg & Skarbøvik, 2024; Hauge, 2006). Oksygen er viktig for nedbrytningsprosesser av organisk materiale som foregår i vannet.

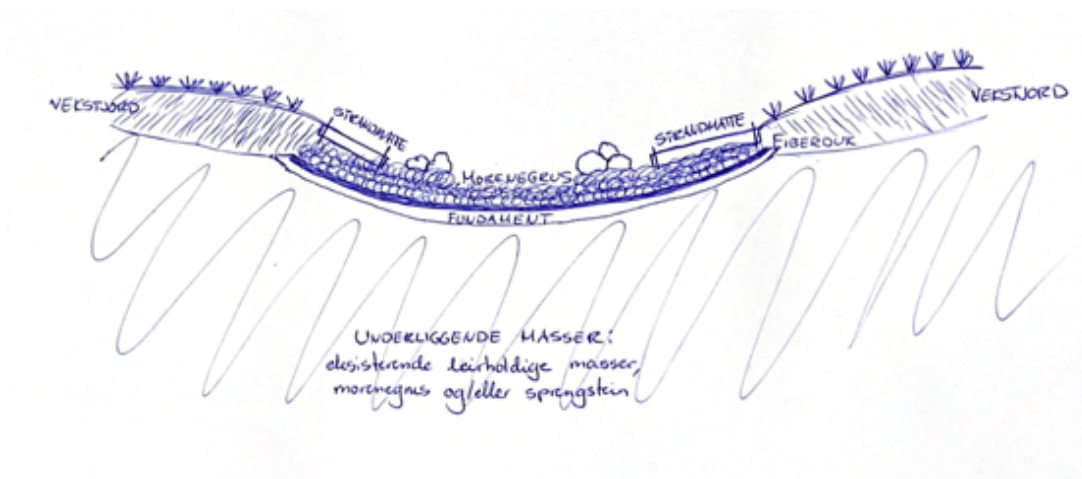


Figur 7: Bildet øverst til venstre viser utløpet som går under veien fra Niagarafallene. Resterende bilder viser ulike partier av bekkeløpet som går gjennom Uraksen. Foto: Nummelin, M.



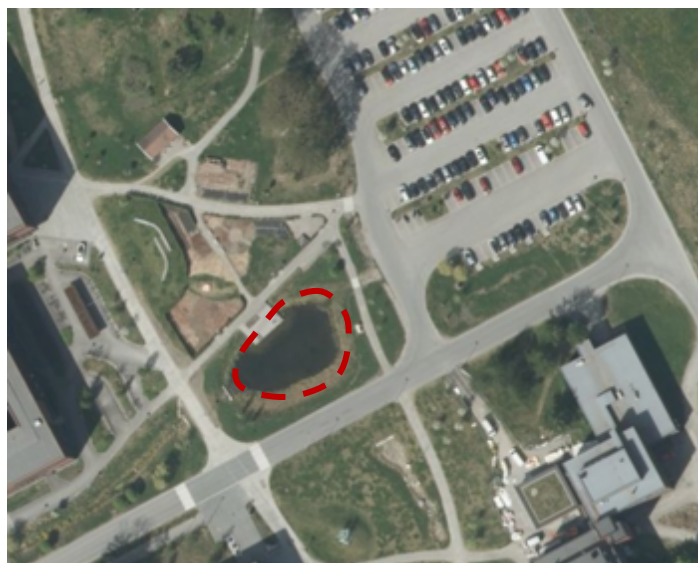
Figur 8: Bekkeløpet som renner gjennom Uraksen består av overrislingssoner (grønn) og kulper (blå). Foto: Nummelin, M.

Kulpene i Uraksen er bygd opp slik figur 9 illustrerer, mens overrislingssonene er smalere og har en flatere overflate med større steiner for å gi et naturlig preg og rislesone (Fig. 8) (Statsbygg, 2016b). Området i Uraksen består hovedsakelig av gressplen, grusveier og noe beplantninger. Bekken har utløp til Lille Årungen, og utløpskonstruksjonen består av en sandfangskum som har rørforbindelse til Lille Årungen under bakken (Statsbygg, 2016b).



Figur 9: Oppbygningen av kulper i den nye delen av Campusbekken. Illustrasjonen er tegnet på bakgrunn av plantegninger fra Statsbygg (2016).

2.4 Lille Årungen



Figur 10: Lille Årungen markert i rødt med omkringliggende områder og parkeringsplass. Bakgrunnskart hentet fra Kartverket, norgeskart.no. Merknader på kartet laget av Nummelin, M., 2025.

Lille Årungen er en del av Uraksen og var klar i 2020 (Norsk landskapsarkitekters forening, u.å-a). Konstruksjonen av dammen er bygd opp på samme måte som figur 9 illustrerer, men dammen har en dybde på 2 meter (Haraldstad, 2024), så det er gravd dypere slik at det blir plass til mer vann (Statsbygg, 2016b). Området rundt dammen består blant annet av gressmatter, busker, trær, andre beplantninger, grusveier, asfalt og en parkeringsplass (Fig. 10 og 11). Fra Lille Årungen renner vannet videre ut i Fougnerstryket.



Figur 11: Lille Årungen med Veterinærbygningen i bakgrunnen. Foto: Nummelin, M.

2.5 Fougnerstryket



Figur 12: Fougnerstryket renner langs Veterinærbygningen og videre ut til den konstruerte våtmarken på baksiden av bygget. Bokstavene på kartet korresponderer med bokstavene i figur 14. Bakgrunnskart hentet fra Kartverket, norgeskart.no. Merknader på kartet laget av Nummelin, M., 2025.

Fougnerstryket er bygd opp likt som de andre delene med fundament, fiberduk, morenegrus, strandmatter og vekstjord i kantsonene (Fig. 9) (Statsbygg, 2016b). Vannet renner langs Veterinærbygningen og ut i den konstruerte våtmarken (Fig. 12). Det er tre terskler i stryket som er anlagt for å bremse hastigheten til vannet (Fig. 13). Figur 14 viser hvordan stryket ser ut langs hele strekningen fra utløpet ved Lille Årungen til den konstruerte våtmarken. Området langs Fougnerstryket består hovedsakelig av gressplen, blomstereng, trær, asfalt- og grusvei.



Figur 13: Tersklene i Fougnerstryket er anlagt for å bremse vannhastigheten. Foto: Nummelin, M.



Figur 14: Fougnerstryket fra starten ved Veterinærbygningen (A) og hele veien ned til den konstruerte våtmarken (I). Bokstavene korresponderer med bokstavene i figur 12 og viser hvor de ulike bildene er tatt langs stryket. Foto: Nummelin, M.

2.6 Konstruert våtmark



Figur 15: Den konstruerte våtmarken med røde piler som illustrerer hvor bekkene som tilfører vann renner fra, og den røde sirkelen viser forsedimenteringsdammen. De små svarte firkantene inni de røde markeringene viser mottakskulpene som tar imot vann fra bunnledningene. Bildet til høyre viser deler av disgolfbanen som er i den konstruerte våtmarken, og hvor spillere beveger seg. Bakgrunnskart hentet fra Kartverket, norgeskart.no. Merknader på kartet laget av Nummelin, M., 2025.

Området med den konstruerte våtmarken består av flere ulike områder (Fig. 15). Det er anlagt en forsedimenteringsdam som tar imot avrenning fra parkeringen og området rundt Veterinærbygningen. Innløpet til denne består av to rør som renner ut i en mottakskulp (Fig. 16) (Statsbygg, 2016b). Hensikten med forsedimenteringsdammen er å senke vannhastigheten slik at større og tyngre partikler kan synke til bunnen (Blankenberg & Skarbøvik, 2024) før vannet føres videre i en rett kanal til den konstruerte våtmarken.



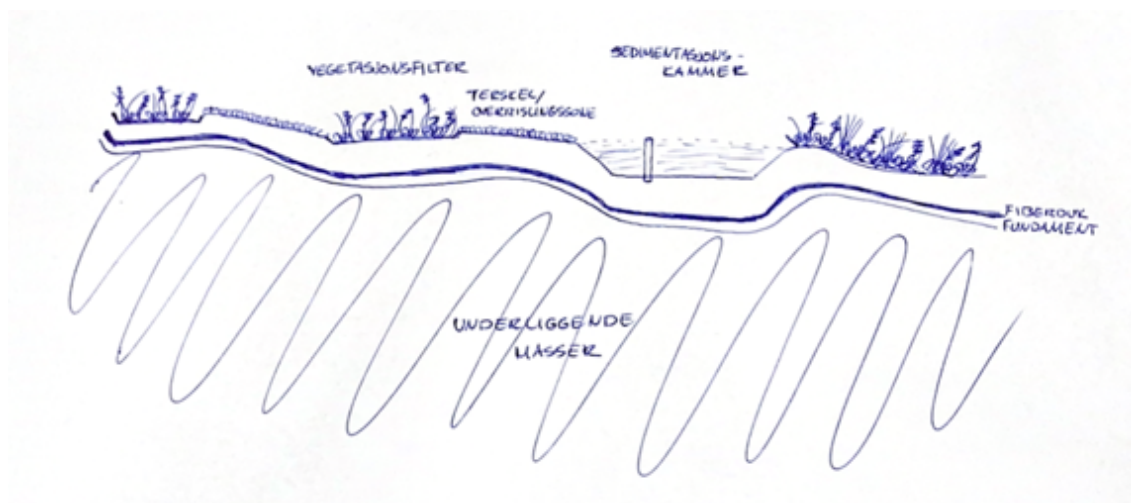
Figur 16: Bildene til venstre viser forsedimenteringsdammen med utløpet i bakgrunnen. I midten er mottakskulpen og de to rørene som leder avrenning fra området rundt Veterinærbygningen. Lengst til høyre er kanalen som leder vannet ned til den konstruerte våtmarken. Foto: Nummelin, M.

Den konstruerte våtmarken har innløp fra bunnledninger og to små bekker (Statsbygg, 2016b). Den ene bekken renner fra Veterinærbygningen og den andre kommer fra Lille Årungen (Fig. 15). Innløpet fra bunnledningene består av et overvannsrør og en mottakskulp (Fig. 17) (Statsbygg, 2016b), og videre renner vannet rett ut i våtmarken.



Figur 17: Innløpet til våtmarken som kommer fra Veterinærbygningen. Foto: Nummelin, M.

Våtmarkskonstruksjonen består av to sedimentasjonsdammer, vegetasjonsfilter, overrislingssoner og strandmatter av kokosnøttfiber (Fig. 18 og 19) (Statsbygg, 2016a). I området rundt våtmarken finnes deler av NMBU sin discgolfbane, noe som betyr at det er en god del trafikk med spillere som beveger seg i området. Når vannet har rent gjennom våtmarken renner det ut i Vollebekken, og vannet har beveget seg gjennom Campusbekken.



Figur 18: Oppbygningen av den konstruerte våtmarken med vegetasjonsfilter, overrislingssone og sedimentasjonsdammer. Illustrasjonen er tegnet på bakgrunn av plantegninger fra Statsbygg (2016).



Figur 19: Konstruert våtmark med sedimentasjonsdam, våtmarksfilter (blå) og overrislingssone (oransje). De to nederste bildene vider henholdsvis våtmarksfilter og overrislingssone i mer detalj. Foto: Nummelin, M.

3 Resultater

Målet med den blågrønne infrastrukturen anlagt på campus er at den skal bidra til flere bruksområder. Den skal blant annet tjene biodiversitet ved å skape habitater for både dyr og planter. I tillegg skal den bidra med vannhåndtering gjennom lokal overvannshåndtering ved å fordrøye vannet, men også forbedring av vannkvaliteten ved å rense vannet. Det er også ønskelig at folk skal kunne omgi seg med den blågrønne infrastrukturen og trives i den. Med bakgrunn i dette er det gjort undersøkelser av tilstedeværelsen av amfibier, sammensetningen av planter (pågående masteroppgave), fysisk-kjemiske parametere og menneskers oppfattelse av Campusbekken. I denne delen presenteres oppsummeringer av undersøkelsene, i tillegg til designutfordringer man har erfart i ettertid og vedlikeholdet som kreves for at BGIen skal fungere slik det er ønsket.

3.1 Amfibier i Campusbekken

Gjennom anleggelse av blågrønn infrastruktur kan det være mulig å skape habitater for sjeldne arter. Ida Haraldstad undersøkte i sin masteroppgave hvordan Campusbekken fungerer som habitat for amfibier, den mest truede vertebratgruppen i verden, ved å kartlegge forekomsten deres i bekkesystemet. Ettersom amfibier er en truet gruppe er det behov for å implementere tiltak som kan bevare dem. I arbeidet med oppgaven fant hun ut at både nordpadde, buttsnutefrosk og småsalamander var tilstede og reproduserte i bekkesystemet. Disse tre artene er fremdeles relativt vanlige i Norge, og har livskraftige bestander (Dervo et al., 2021a, 2021b). Spissnutefrosk og storsalamander, to rødlistede arter, ble ikke observert i systemet (Haraldstad, 2024).

Haraldstad fant ut at ulike amfibier forekom på ulike steder i bekkeløpet. Nordpadde ble observert i Andedammen, Lille Årunge og i forsedimenteringsdammen i den konstruerte våtmarken. Buttsnutefrosk ble funnet i Andedammen og Lille Årunge, mens småsalamander var tilstede i alle deler av bekkesystemet bortsett fra Niagarafallene (Haraldstad, 2024). For de rødlistede artene var en manglende «source» populasjon, upassende terrestrisk habitat, migrasjonsbarrierer og begrensinger i bekkedesign noe som kunne forklare hvorfor de ikke var tilstede. Disse artene har blitt funnet i andre urbane settinger, og burde med bakgrunn i dette kunne eksistere i BGI dersom forholdene ligger til rette for det (Haraldstad, 2024).

Oppgaven til Haraldstad viser at det er gode muligheter for at blågrønn infrastruktur kan danne passende habitater for amfibier. Det er noen krav som må fylles for at amfibiene skal trives, deriblant at kvaliteten på både vann og vegetasjon er tilfredsstillende ettersom amfibier beveger seg mellom disse habitatene i løpet av sin livssyklus. Det er i tillegg veldig viktig med «connectivity», gode migrasjonskorridorer og habitater som henger sammen. Gjennom god planlegging i anleggelsen av blågrønn infrastruktur vil det kunne føre til bedre vilkår for amfibier, og man unngår eksempelvis å bygge strukturer som forhindrer bevegelsen deres (Haraldstad, 2024).

3.2 Planthesammensetning langs Campusbekken

Sindre Iversen skriver masteroppgave våren 2025 og sammenligner artsmangfoldet i de ulike delene av bekkeløpet. I oppgaven har han delt opp bekkesystemet i flere ulike segmenter og hvert segment har flere «plots» hvor artsmangfoldet har blitt kartlagt. Han har blant annet funnet ut hva som er de vanligste artene i de ulike segmentene, hvor mange arter det er per segment, og gjort en vurdering av diversiteten i segmentene (Iversen, under arbeid).

Resultatene fra den pågående masteren til Iversen viser at det ble funnet 128 ulike arter i bekkeløpet, hvorav noen rødlistede. Det var flest antall arter i Uraksen og en del av Fougnerstryket hvor det er anlagt en blomstereng. Størst diversitet ble funnet i de samme områdene, hvor diversiteten ble vurdert til moderat mens den var lav i resten av bekkeløpet. Elleve av artene som ble funnet som var rødlistet, og av disse var tre nær truet (NT), fem var sårbare (VU), to var sterkt truet (EN) og én var kritisk truet (CR). Av de rødlistede artene hadde to av dem etablert seg på egenhånd i Lille Årungen, mens de andre hadde blitt utplantet (Iversen, under arbeid). Dette viser at blågrønne infrastrukturer kan fungere som mulige habitater for rødlistede plantearter.

3.3 Fysisk-kjemiske parametere langs Campusbekken

Når blågrønn infrastruktur skal planlegges, og anlegges, er det viktig å ha kunnskap om vannkjemien i vassdraget. BGI blir brukt i overvannshåndtering, men dette betyr at vannet er forurenset med stoffer fra omkringliggende områder og kan ha dårlig kvalitet. Gjennom arbeidet med sin masteroppgave undersøkte Gry Helen Tveite Olsen renseeffekten i bekkesystemet. Ved å ta vannprøver fra fem ulike steder langs bekken, og undersøke

innholdet av næringssalter og veirelatert forurensing, kunne hun si noe om renseeffekten (Olsen, 2023).

Resultatene fra masteren til Olsen viste at konsentrasjonene av næringssaltene fosfor og nitrogen avtok nedstrøms. Det ble målt høyest konsentrasjoner av fosfor (total-P og PO₄-P) langs den eldre delen av Campusbekken, særlig på målestasjonen nedstrøms for Niagarafallet. Fosfor målt på målestasjonene i den nyere delen av Campusbekken viste betydelig lavere konsentrasjon. Nitrogenkonsentrasjonene (total-N, NO₃-N og NH₄-N) var høyest på målestasjonene ved utløpet av Andedammen og nedstrøms for Niagarafallet. Konsentrasjonen av nitrogen ble lavere nedstrøms i bekken fra Niagara. Bekkesystemet klarer med andre ord å rense vannet for både fosfor og nitrogen, noe som fører til at det er mindre næringssalter som renner ut i Vollebekken (Olsen, 2023).

Tilstedeværelsen av de målte metallene (kobber, sink, nikkel og bly) i resultatene til Olsen ga en indikasjon på hvor høy den veirelaterte forurensingen var. Metallkonsentrasjonene var generelt lave i bekkesystemet og ville ikke føre til toksiske effekter på organismesamfunnet. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kobber ved Andedammens utløp var derimot så høy at den kunne føre til kroniske effekter på organismesamfunnet ved langtids-eksponering. I tillegg var konsentrasjonen av sink oppstrøms for Lille Årungen så høy at organismesamfunnet hadde vært utsatt for akutt toksiske effekter selv ved korttids-eksponering. Nedstrøms for Lille Årungen ble det ikke målt høyere metallkonsentrasjoner, noe som indikerer at dammen fungerer som en rensedam for veirelatert forurensing. Vannet som renner ut i Vollebekken og videre ut i Årungen er rensset, og det tilføres dermed ikke store mengder med metaller fra Campusbekken og områdene rundt (Olsen, 2023).

3.4 Oppfattelse av Campusbekken

Anleggelse av blågrønn infrastruktur gjøres som regel i områder hvor mennesker oppholder seg. I sin masteroppgave undersøkte Rosemary Ebosetale Aghedo hvordan ulike mennesker oppfattet blågrønn infrastruktur, og hva ved den de satt pris på. Gjennom utsending og utdeling av en spørreundersøkelse til studenter og ansatte ved NMBU, innbyggere i Ås kommune og andre personer som bruker parkområdet på campus, fikk Aghedo innspill på hva de mente om den anlagte BGlen (Aghedo, 2023).

Resultatene fra undersøkelsen til Aghedo viste stort samsvar mellom deltakernes besvarelser. Flertallet var enige om at økosystemtjenestene de satte mest pris på var at blågrønn infrastruktur skaper habitat for planter og dyr, er viktig for overvannshåndtering og at det skaper rent vann for miljøet ettersom det ofte har en renseeffekt. De fleste svarte at det både var lett å ha tilgang til, og benytte seg av den blågrønne infrastrukturen på campus. Områdene rundt den anlagte BGlen og campus ble av de aller fleste brukt til sosialisering og å slappe av. Deltakerne uttrykte at den blågrønne infrastrukturen gjorde opplevelsen av campus hyggeligere. De aller fleste hadde en positiv oppfatning når det kom til økosystemtjenester som BGI kunne bidra med, og mente at den beriket og forbedret opplevelsen deres av campus (Aghedo, 2023).

I spørreundersøkelsen til Aghedo fikk deltakerne presentert ulike bilder av den blågrønne infrastrukturen på campus. De skulle rangere og gi tilbakemelding på hvordan de oppfattet bildene. Rundt halvparten, 47 %, synes at den blågrønne infrastrukturen så bra ut, men det var noen negative tilbakemeldinger, 8 %. Felles for den blågrønne infrastrukturen var at vannspeil ble ansett som pent, og det var bilder av Niagarafallene og Lille Årungen som fikk flest positive tilbakemeldinger. Noen kommentarer var at disse var finest ettersom de skapte habitater for planter og dyr, og i tillegg var estetisk pene. Regnbed var det som fikk dårligst tilbakemelding og rangering i undersøkelsen (Aghedo, 2023).

Svarene fra undersøkelsen til Aghedo viste at folk hadde lite forkunnskaper om blågrønn infrastruktur. En god del av deltakerne uttrykte at de verken visste hva BGI var, eller hva som var hensikten med anleggelsen av BGI. De fleste kunne heller ikke si noe om de hadde endret aktiviteten sin på campus etter anleggelsen ettersom de ikke hadde fått med seg at BGlen var nyanlagt. Dette viser at det er behov for mer kunnskap og formidling om blågrønn infrastruktur slik at befolkningen får bedre kjennskap til fordelene ved BGI (Aghedo, 2023).

3.5 Designutfordringer

Ettersom blågrønn infrastruktur er et relativt nytt fagfelt er det fortsatt mye prøving og feiling for å optimalisere. I løpet av de siste årene har Campusbekken gitt et innblikk i hva som fungerer, og ikke fungerer i bekkesystemet. I tillegg har man tilegnet seg erfaringer som kan bidra med økt kunnskap om hvordan man kan planlegge anleggelse av BGI på en bedre måte. Med bakgrunn i erfaringsdeling, samtaler og befaringer med parkenheten ved NMBU,

presenteres det noen utfordringer som har oppstått i Campusbekken som muligens kunne vært unngått dersom man hadde hatt mer forkunnskaper.

3.5.1 Designe bekken slik at den holder på mer vann

Niagarafallene består av tolv små dammer med enten steinsettinger eller gressterskler mellom. Mot slutten av Niagara, i den nyanlagte delen, er det en lengre strekning mellom dam nummer tolv og kummen som leder til Uraksen (Fig. 20), hvor det med fordel kunne vært anlagt en dam til. En dam i dette området hadde ført til at systemet kunne holdt på mer vann, og det ville være fordelaktig for overvannshåndteringen på campus (D. Arnott, e-post 10. mars kommunikasjon, 2025). Området er regelmessig relativt bløtt og sumpete ved større nedbørsmengder.



Figur 20: Strekningen hvor det med fordel kunne vært anlagt en til dam slik at systemet kunne holdt på mer vann. Rød sirkel illustrerer hvor i bekkeløpet dette punktet er. Foto: Nummelin, M.

Størrelsen, eller dypet, på noen av dammene kunne med fordel vært justert og optimalisert i Uraksen og områdene nedenfor (D. Arnott, e-post kommunikasjon, 11. april 2024). Et viktig aspekt ved overvannshåndtering er at vannet fordrøyes, men det skjer ikke hvis dammene er for små og grunne. I dag beveger vannet seg fort gjennom systemet i stedet for å bremses ned og fordrøyes. Det kan virke som at det er bygd for å lede vann bort så fort som mulig, og vannets oppholdstid er minimal i flere av dammene (D. Arnott, e-post kommunikasjon, 10. mars 2025). Noen steder er dammene i utgangspunktet dypere, men har blitt fylt med kulestein. Mye av volumet blir da fylt med stein så vann ikke får plass. Forsedimenteringsdammen i den konstruerte våtmarken er en av dammene hvor det er for

liten plass til vannet, noe som fører til at det blir oversvømmelser når det kommer store vannmengder (Fig. 21) (D. Arnott, personlig kommunikasjon, 2024).



Figur 21: Forsedimenteringsdammen kunne med fordel vært større slik at man unngikk oversvømmelser i området når det er store mengder avrenning fra Veterinærbygningen. Foto: Nummelin, M.

Dammene kunne også med fordel hatt høyere terskel for å kunne holde på mer vann (Fig. 22) (D.Arnott, e-post kommunikasjon, 10. mars 2025). Slik tersklene er konstruert nå er det ikke store mengder vann som skal til før det renner over og videre til neste dam. Ved mye nedbør vil det kunne oppstå oversvømmelser ettersom vannet ikke får plass, og vannet renner bare videre på overflaten i systemet uten å bremses ned.



Figur 22: Dammene kunne med fordel hatt høyere terskel fordi de da hadde holdt på mer vann. Foto: Nummelin, M.

3.5.2 Bruk av kulestein

Gjennom Uraksen og videre i bekkesystemet er det store mengder kulestein som er lagt i bunnen av bekkeløpet. Dette laget er så tykt at ingen vegetasjon har mulighet til å komme opp gjennom steinlaget (Fig. 23). I tillegg skaper denne mengden med stein stor grad av homogenitet i habitatet (D. Arnott, e-post kommunikasjon, 10. mars 2025), fordi mange planter ikke klarer å slå røtter i et tykt lag med stein og vil dermed slite under slike forhold. Dette har ført til at man har brukt masse tid og krefter på å grave opp store mengder kulestein i håp om at det skal komme mer vegetasjon på plass (Fig. 24), og at man vil få et mer variert habitat (D. Arnott, personlig kommunikasjon, 2024).



Figur 23: Bruk av store mengder kulestein skaper homogene habitater. Bildene viser områder hvor det er mye kulestein. Fra venstre: del av bekken som renner gjennom Uraksen, del av Fougnerstryket og del av den konstruerte våtmarken. Foto: Nummelin, M.



Figur 24: Fjerning av kulestein fra sedimentasjonsdam i Uraksen. Foto: Arnott, D.

3.5.3 Bruk av kokosfibermatte

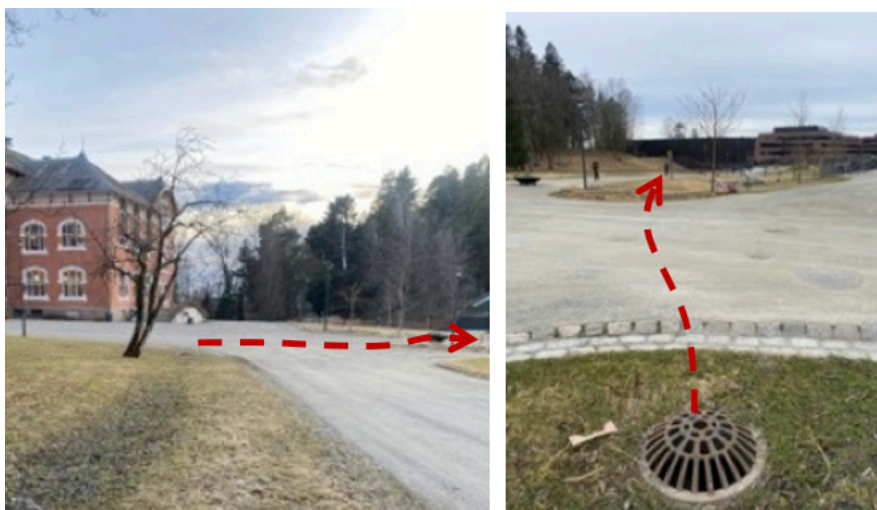
Kokosfibermatter er brukt langs kanten flere steder i Campusbekken, men er ikke vellykket alle stedene. Mattene hadde allerede planter i seg når de ble plassert ut, for å lettere få plantene på plass og redusere erosjonen mens de etablererte seg (D. Arnott, e-post kommunikasjon, 5. mai 2025). I noen områder ble mattene plassert direkte på kulestein (Fig. 25), men da fikk de ikke kontakt med jordsmonnet eller vann, noe som førte til at plantene tørket ut og døde (D. Arnott, e-post kommunikasjon, 10. mars 2025).



Figur 25: Kokosfibermatter plassert direkte på kulestein, og man kan se at plantene ikke har slått røtter i jordsmonnet ettersom kulesteinlaget er så tjukt. Foto: Arnott, D.

3.5.4 Konstruksjon av bekkeløpet

Flere steder langs Campusbekken ledes vannet i rør under bakken. Man har erfart at røret som skal lede vann fra Niagara og ut i Uraksen er anlagt slik at det er risiko for isproppdannelse når det blir minusgrader (Fig. 26) (D. Arnott, personlig kommunikasjon, 2024). På grunn av for liten helning på røret får ikke vannet nok hastighet til å renne gjennom, men blir liggende og fryser til is (D. Arnott, personlig kommunikasjon, 2024). Dette er kun et problem ved denne overgangen i bekkeløpet, noe som indikerer at helningen på rørene i andre deler av bekken er anlagt mer optimalt ettersom det ikke dannes ispropper (D. Arnott, e-post kommunikasjon, 11. april 2025).



Figur 26: Vannet renner ned i kummen og under veien til Uraksen, men man har erfart at det dannes en ispropp på dette punktet når det blir minusgrader på grunn av for liten helning på røret. Foto: Nummelin, M.

Den konstruerte våtmarken har noen utfordringer med at bekkeløpene er lange og rette. Det er høyt vannvolum med smale og bratte kanaler (Fig. 27), og konsekvensen er at vannet får høy hastighet (D. Arnott, personlig kommunikasjon, 2024).



Figur 27: De rette, smale og lange bekkeløpene som er anlagt i den konstruerte våtmarken gjør at det blir høy vannhastighet. Foto: Nummelin, M.

Det er lagt kokosnettfiber langs kantene for å holde løsmasser på plass, og bidra til vegetasjonsetablering som forhåpentligvis gir røtter med godt og dypt jordfeste, noe som kan sikre mot erosjon (Fergus, 1998). Dette har ikke skjedd i Campusbekken ettersom vannet har for høy hastighet, og tar med seg mye av jordsmonnet rundt fiberet (Fig. 28). Bekkeløpene tåler ikke alt vannet som renner gjennom systemet og det har oppstått utglidninger i kantene (Fig. 29).



Figur 28: Kokosnøttfiber er lagt langs kanten i bekkeløpet for å holde løsmasser på plass, men vannet har tatt med seg mye av jordsmonnet rundt. Foto: Nummelin, M.



Figur 29: Utglidninger langs kanten av bekkeløpet i den konstruerte våtmarken ettersom vannet får for stor hastighet i helningen bak Veterinærbygningen. Foto: Nummelin, M.

3.6 Erfaringer med vedlikehold av Campusbekken

Campusbekken skal være en blågrønn korridor som går gjennom campus. Blågrønn infrastruktur er et levende system hvor planter, dyr og organismer vokser og endrer seg gjennom året. Resultatet er at det kreves en god del vedlikehold for å holde systemet i stand. Det varierer hvor mye vedlikehold som gjøres i de ulike delene, fordi anlegget blir mer naturlig, med stedegne planter og mindre parkkarakter, jo lenger ned i anlegget man kommer (D. Arnott, personlig kommunikasjon, 2024). Dette vil si at Niagara krever en god del

vedlikehold ettersom det blant annet er anlagt staudebed, mens resten av Campusbekken krever mindre. Denne delen oppsummerer hva slags vedlikehold som gjøres slik at erfaringene kan deles, og forhåpentligvis gjøre det enklere å dimensjonere vedlikeholdsarbeidet i en BGI.

Hensikten med Niagarafallene og resten av Campusbekken er noe forskjellig. Intensjonen med Niagara er at det skal være en del av den åpne overvannshåndteringen, i tillegg til å vise frem planter som trives langs bekk og dam (Norsk landskapsarkitekters forening, u.å-b). Dette legger grunnlaget for vedlikeholdsarbeidet som gjøres i denne delen, og mye av vedlikeholdet går ut på å holde plantene i sjakk og reparere overganger med leire ettersom vannet drar det med seg når det renner gjennom systemet (vedlegg A). Resten av bekkesystemet skal drenere overvann fra Andedammen, området rundt Urbygningen, parkeringsplassen ved Veterinærbygningen og andre nærliggende områder (vedlegg B). For at den blågrønne infrastrukturen skal oppfylle flere funksjoner og bruksområder er det behov for noe vedlikeholdsarbeid.

3.6.1 Vedlikehold av Niagarafallene

Skjøtselsplanen for Niagara (vedlegg A) beskriver de forskjellige vedlikeholdsoppgavene som gjøres gjennom de ulike årstidene. På våren klippes stauder ned og gjødsles med hønsegjødsel (Fig. 30). Dammene renses for blant annet løv og annet organisk avfall, og overskudd av grus fjernes der det er nødvendig. I tillegg sjekkes slitasjepunkter og overganger, både steinsettingene og gressterskler, og repareres dersom det er behov (Fig. 31) (vedlegg A). Dette er viktig slik at vannet ledes riktig når det kommer større mengder nedbør.



Figur 30: Staudene rundt Niagara klippes ned på våren, og området gjødsles med hønsegjødsel. Foto: Nummelin, M.



Figur 31: Slitasepunkt ved steinovergangene i øvre del av Niagara hvor duken har løsnet. Foto: Nummelin, M.

På sommeren består det meste av vedlikeholdet i å klippe, luke og fjerne vegetasjon i området (vedlegg A). For å opprettholde formen på dammene må gress som vokser inn i dem klippes og fjernes. I tillegg lukes det ved behov i kantsonene og da fjernes særlig tistler. Brudelys (*Butomus umbellatus* L.) begrenses i omfang, og skal etter planen kun finnes i noen av dammene i Niagara (vedlegg A). Denne planten er rødlistet som kritisk truet (CR) i Norge og er en sumpplante med lyserosa blomster (Grindeland, 2022). Det siste som gjøres i sommermånedene er at dammene renses for alger og andemat slik at vannspeilet består (Fig. 32) (D. Arnott, e-post kommunikasjon, 12. mai 2025). Andemat (*Lemna minor* L.) er en liten vannplante som har en bladlignende skive som enten flyter på overflaten, eller er nedsunket i vannet (Ervik & Aarnes, 2024).



Figur 32: Andemat, de små grønne bladene, i overflaten av dammene i den nye delen av Niagara som fjernes på slutten av sommeren for å beholde vannspeil. Foto: Nummelin, M.

Når høsten kommer klippes staudene og skogskjegg ned (vedlegg A). Skogskjegg (*Aruncus dioicus*) er en fremmedart med stort invasjonspotensiale og vurderes som svært høy risiko (SE) for arts mangfoldet i Norge (Elven et al., 2018). Rørene som går under veien blir strupet (Fig. 33), altså stengt, slik at det meste av vannet går ned i kummen og føres bort gjennom rørsystemet. Dette gjør at det blir mindre is i resten av Niagara, og da også ved røret som fører vannet videre til Uraksen (D. Arnott, e-post kommunikasjon, 11. april 2025). På denne måten blir det helt åpnet igjen om våren. I tillegg fjernes organisk materiale i dammene. I vintermånedene er det viktig å holde slukene ved dammene åpne for løv og snø, slik at eventuell avrenning kan renne ned i slukene. Det er viktig at det ikke dumpes snø, eller brøytes inn i dammene og overgangene (vedlegg A). Både den tunge vekten fra snøen, og grus og andre forurensende stoffer som kommer inn i anlegget vil kunne føre til ødeleggelser og påfølgende vedlikeholdsarbeid.



Figur 33: Røret til venstre i bilderekken blir strupet, og vannet ledes til kummen på bildet til høyre. Den røde sirkelen visere hvor røret går under grusveien. Foto: Nummelin, M.

3.6.2 Vedlikehold av resterende del av Campusbekken

Det er ulike vedlikeholdsoppgaver som gjøres i resterende del av Campusbekken, og disse beskrives i vedlegg B. Når våren kommer handler mye av vedlikeholdet om å gjøre systemet klart for sesongen. Det må undersøkes at det ikke er noe som blokkerer vannrørene som går under veiene, og løv og annet materiale må fjernes fra sluk og kummer. I tillegg må søppel og grus som ligger igjen etter vinteren fjernes og ryddes. Hvis det er områder med brøyteskader må det planlegges reparasjon av disse (vedlegg B). I starten av sommeren må det besluttes

hvilket utseende man ønsker for bekkesystemet gjennom sesongen, for arbeidet som gjøres resten av sesongen avgjøres på bakgrunn av dette. Vannliljene på Andedammen klippes én til to ganger i året, og det må være en balanse mellom vannspeil og det akvatiske økosystemet (D. Arnott, e-post kommunikasjon, 5. mai 2025). Hvis det fjernes for mange vannplanter kan det føre til utslipp av hydrogensulfid, H_2S , og denne gassen fører til fiskedød (D. Arnott, e-post kommunikasjon, 2025; Claude E. Boyd, 2014). Sluk og kummer må holdes fritt for materiale gjennom sommeren slik at vannet lett kommer til. Vegetasjonen i området lukes og vannes ved behov, og avblomstrede stauder klippes ned. Store områder med gressplen klippes gjennom hele sommeren, og søppel plukkes og fjernes (vedlegg B).

På høsten er det mye av de samme oppgavene som på sommeren. Fjerning av høstløv for å holde kum og sluk åpne, klippe ned avblomstrede stauder, ferdigstille gressklipping, kverne løv og rydde søppel er sentrale oppgaver (vedlegg B). Busker og stauder kan beskjæres før vinteren, men de skaper viktige overvintringshabitater for ulike organismer og det kan vurderes om noe får stå. Gjennom vinteren er noe av det viktigste å hakke is for å holde avløpsrør tilstrekkelig åpne, og ikke dumpe snø i områder som gjør at det kan blokkere vann. Videre er det ingen skjøtsel av eng, gress eller stauder på vinteren (vedlegg B).

4 Oppsummering

Resultatene fra tidligere arbeid med Campusbekken indikerer at den fungerer som blågrønn infrastruktur som dekker flere funksjoner og bruksområder. Det er både amfibier (Haraldstad, 2024) og en rekke rødlistede plantearter tilstede i bekkesystemet (Iversen, under arbeid), noe som tilsier at BGien kan være et egnet habitat for sjeldne dyr og planter. Bekken har i tillegg gode renseegenskaper og renser vannet for både næringssalter og metaller (Olsen, 2023).

Brukere av campusområdet hadde en positiv innstilling til BGien på campus, og uttrykte at den var estetisk fint (Aghedo, 2023). Samtidig er det noen utfordringer med utformingen, og det er behov for betydelig vedlikeholdsarbeid for å holde Campusbekken vedlike.

4.1 Blågrønn infrastruktur og biodiversitet

Blågrønn infrastruktur kan påvirke forekomsten av forskjellige arter. Når blågrønn infrastruktur etableres i urbane områder dannes det habitater for planter, dyr og andre organismer som kan gi grunnlag for økt biodiversitet. Med bevisst tilrettelegging kan flere arter komme til, forutsatt at det er et visst nivå på habitatet (De La Haye et al., 2021). Ved å anlegge forskjellige habitater som passer sammen, og skape gode overganger, legger man til rette for at arter har tilgang til ulike ressurser som de er avhengige av i løpet av livssyklusen (Colding, 2007; Perrelet et al., 2024). Anleggelsen av grønn infrastruktur gir en betydelig økning i biodiversitet sammenlignet med konvensjonell infrastruktur, og kan i noen tilfeller måle seg med biodiversiteten funnet i naturlige systemer (Filazzola et al., 2019). Biodiversitet fører til motstandsdyktige og bærekraftige økosystemer som er bedre rustet til å håndtere fremtidige endringer i for eksempel klima. Når det er høy diversitet av plantearter øker det blågrønn infrastruktur sin motstandsdyktighet mot blant annet store nedbørsmengder (Perrelet et al., 2024; Yuan et al., 2017).

Campusbekken består av dammer med varierende dybde, våtmarksfiltre, overrislingssoner, kantsoner med ulike beplantninger og bekkeløp. De mange ulike delene i bekkesystemet gjør Campusbekken til et variert anlegg, og en kan anta at denne variasjonen bidrar til økt biodiversitet. Vannet spiller en viktig rolle ettersom det skaper akvatiske økosystemer, og kantsonene er habitater for planter og dyr. Resultatene fra undersøkelsene om amfibier og planter underbygger dette. Amfibier som er truet av arealendringer har funnet passende habitater i Campusbekken (Haraldstad, 2024), og kartleggingen av plantearter avdekket at det finnes elleve rødlistede arter, hvorav to har etablert seg spontant (Iversen, under arbeid).

Anleggelsen av Campusbekken har dermed både bidratt med leveområder for en truet gruppe og gitt grobunn for rødlistede plantearter. Diversiteten av plantearter var størst i den nyere delen ved Uraksen og Fougnerstryket (Iversen, under arbeid) hvor anlegget er mer naturlig med mindre behov for vedlikehold. Det er derfor viktig at BGI som anlegges består av forskjellige elementer slik at man åpner opp for at organismer, plante- og dyrearter med ulike krav til leveområder kan etablere seg. Den nyere delen hadde større grad av diversitet, og en kan la seg inspirere av dette i planlegging av nye BGIs ved å anlegge mer naturlige områder.

4.2 Blågrønn infrastruktur og fysisk-kjemiske parametere

Rensing av vann foregår på forskjellige måter i ulike deler av blågrønn infrastruktur. I sedimentasjonsdammer bremses vannhastigheten opp og store, tunge partikler og stoffer vil sedimenteres, altså de synker ned til bunnen (Blankenberg & Skarbøvik, 2024). Dette kan for eksempel være grus og avrenning fra parkeringsplasser. Når vannet renner videre til et beplantet våtmarksfilter bremses hastigheten enda mer og mindre partikler kan sedimenteres (Blankenberg & Skarbøvik, 2024). Det foregår i tillegg kjemiske og biologiske renseprosesser som hjelper med å fjerne næringsstoffer som nitrogen og fosfor (Blankenberg & Skarbøvik, 2024). Planter, alger og andre organismer er vesentlige i disse prosessene. Det er viktig at vann renses før det slippes ut i større vassdrag for å unngå at forurensning blir dratt med videre.

Campusbekken består av både sedimentasjonsdammer og beplantede våtmarksfiltre, og bekkesystemet har en renseeffekt. Konsentrasjonene av næringssalter og metaller var høyest ved utløpet til Andedammen og nedstrøms for Niagara, men avtok i den nyere delen av Campusbekken (Olsen, 2023). Dette indikerer at den nye delen har en bedre renseeffekt, og er vesentlig for at vannet som slippes ut i Vollebekken ikke inneholder høye konsentrasjoner av næringssalter eller metaller. Renseeffekten sørger for at det slippes ut mindre næringssalter og metaller fra områdene til NMBU enn det hadde gjort om det var rør som ledet vannet rett ut i Vollebekken. Hvis man skal anlegge BGI er det dermed lurt å ta inspirasjon fra den nye delen av Campusbekken og hvordan sedimentasjonsdammer og våtmarksfiltre er anlagt her. Å unytte naturens evne til å rense vann og håndtere overvann vil være nyttig i framtiden med den økte mengden nedbør som forventes.

4.3 Menneskers opplevelse av blågrønn infrastruktur

Grønne områder kan være med på å forbedre både den mentale og psykiske helsen til mennesker. Å omgi seg med naturen og grønne områder kan føre til reduksjon av stress, angst, depresjon, kroniske sykdommer, overvekt og hjerte-og karsykdommer (Barton & Rogerson, 2017; Jimenez et al., 2021; Kingsley & EcoHealth Ontario, 2019). God helse og det å føle seg vel øker ved at man bruker minst 120 minutter i uka omgitt av natur, og det trenger ikke nødvendigvis å være sammenhengende (White et al., 2019). Det vil dermed bety at mennesker som har kortere avstand til grønne områder, og oftere kan omgi seg med det, har det bedre enn folk som har lengre avstand (Alcock et al., 2013). Blågrønn infrastruktur er en viktig del av det å få inn mer grønt i både urbane og semi-urbane områder, og kan være med på å styrke mental og fysisk helse.

Campusområdet til NMBU har mye grønt areal og Campusbekken er en sentral del av det. Deltakerne i spørreundersøkelsen til Aghedo satte pris på det grønne og likte å omgi seg med BGlen. De grønne områdene gjorde campusopplevelsen hyggeligere, og mange brukte området for rekreasjon (Aghedo, 2023). Med bakgrunn i litteraturen og resultatene fra spørreundersøkelsen kan man anta at Campusbekken er med på øke den psykiske og fysiske helsen for personer som oppholder seg på campus. Folk responderte best på Niagara og Lille Årungen med vannspeil (Aghedo, 2023), men den nyere delen har mest plantediversitet, best renseeffekt og krever minst vedlikehold. Det kan synes å være misforhold mellom det folk synes er estetisk pent og hva som faktisk fungerer «best». Gjennom spørreundersøkelsen til Aghedo kom det fram at regnbed fikk lavest rangering med tanke på utseende, men det utgjør en sentral rolle i lokal overvannshåndtering og burde ikke utelates fordi det ikke er like estetisk pent. Det er derfor essensielt å formidle kunnskap om blågrønn infrastruktur, fordelene det har og hvordan det fungerer slik at en forstår at alle komponenter i BGI utfyller en viktig rolle.

4.4 Vedlikehold av blågrønn infrastruktur

Vedlikehold er en faktor som må tas hensyn til i planlegging og etablering av blågrønn infrastruktur. Forvaltningen av BGler er utfordrende fordi det er stor variasjon i type, skala og funksjonalitet. I tillegg til mangler det gode overvåknings- og inspeksjonsmetoder, og klare retningslinjer for vedlikehold og rehabilitering (Langeveld et al., 2022). Konsekvensen er at de som drifter og vedlikeholder infrastrukturen må finne ut og lære underveis hva som kreves

for å opprettholde systemet. Man vet heller ikke om det kan oppstå større skader etterhvert som gjør at systemet må erstattes, eller oppgraderes (Langeveld et al., 2022). Vedlikehold kan være svært tidkrevende i starten, men blir lettere etterhvert når man har opparbeidet rutiner og retningslinjer for systemet. Dette kan unngås dersom flere disipliner kommuniserer og samarbeider når BGI planlegges slik at man velger funksjonelle løsninger og får kartlagt mulige vedlikeholdsbehov fra start.

Vedlikehold av Campusbekken går ut på å holde planter i sjakk, fjerne søppel, holde sluk og kummer åpne slik at vannet renner dit det skal (vedlegg A; vedlegg B). Det kan imidlertid oppstå noen dilemmaer med vedlikeholdsarbeidet, og det er en balansegang i hvor mye man skal gjøre. Fjerning av løv er viktig for at ikke sluk og kummer skal tettes, men løv er i tillegg en ressurs for organismer som lever i jorden og bidrar til viktige økosystemprosesser (Aronson et al., 2017; Perrelet et al., 2024). Derfor velger man å fjerne noe av løvet både i og rundt Campusbekken, men lar noe bli liggende. Vedlikehold av Andedammen innebærer blant annet fjerning av vannplanter. I et tilfelle førte dette til fiskedød fordi man fjernet for mye av plantene. Disse eksemplene fremhever at man må finne gode løsninger for hvordan vedlikehold skal gjennomføres for å unngå uønskede konsekvenser. Det er også essensielt at denne typen erfaringer og kunnskap videreformidles, slik at retningslinjer og veiledninger for vedlikehold av blågrønn infrastruktur kan utarbeides. Hvis man får etablert gode rutiner fra start er det lettere å unngå at det oppstår større skader, og det blir mer forutsigbart arbeid for de som forvalter systemet. Den nyere delen av Campusbekken krever mindre vedlikehold ettersom anlegget blir mer naturlig lenger ut i bekkesystemet, og vegetasjonen får vokse forholdsvis fritt. Hvis man anlegger mer naturlig BGI vil det kunne redusere tiden man må bruke på vedlikehold.

4.5 Blågrønn infrastruktur og fordrøyningsevne

Fordrøyning av vann er et viktig trinn i lokal overvannshåndtering. Når det kommer større mengder vann som ikke umiddelbart kan infiltrere jorden kan vannet forsinkes og fordrøyes (Gunnufsen & Solli, 2015; Miljødirektoratet, 2024b). Målet er å oppholde vannet til det kan infiltreres, fordamper eller ledes vekk slik at det ikke gjør skade på eksempelvis infrastruktur (Merkesdal, 2024; Miljødirektoratet, 2024a). Fordrøyning kan for eksempel foregå i et åpent vannmagasin eller i regnbed. Et regnbed er bygd opp som en beplantet forsenkning slik at vannet lagres på overflaten og enten kan infiltrere grunnen, eller overvannsnett (Braskerud

& Paus, 2016). På campus finnes det både overvannsdammer som Andedammen og Lille Åringen, og regnbed som kan bidra med fordrøyning av vann. Det er ikke skrevet en oppgave ved NMBU om fordrøyning enda, men det er en viktig faktor som burde undersøkes i framtiden ettersom det vil kunne fortelle noe om effektiviteten til Campusbekken; hvor mye vann kan den fordrøye?

5 Konklusjon

Med bakgrunn i Campusbekken og oppsummeringen som er gjort i denne oppgaven er det noen konkrete anbefalinger om hvordan en kan anlegge bedre blågrønn infrastruktur i framtiden:

- Jobb tverrfaglig i de ulike fasene fra planlegging til ferdig bygg.
 - Flere disipliner, både teoretiske og praktiske, som økologer, arkitekter, parkforvaltere, gartnere, hydrologer og andre sentrale personer knyttet til oppbygningen og driften av BGI må kommunisere og samarbeide for å kunne lage best mulig anlegg.
 - Campusbekken: kulesteinproblematikken hadde kanskje vært unngått hvis flere samarbeidet og snakket sammen før man bestemte seg for å legge tykke lag med stein i bunnen av bekken.
- Opplyse og spre kunnskap om blågrønn infrastruktur.
 - Legge vekt på hvorfor BGI er bra for framtiden, og hvorfor det er noe man burde anlegge mer av.
 - Involvere lokalbefolkningen og få dem på lag.
- Anlegg BGI som passer i området det er lagt til.
 - Bruk det som finnes i området fra før og bygg videre på det, for det gjør at det blir god sammenheng mellom habitatene som anlegges.
- Tilrettelegge og anlegge gode og varierte habitater for ulike arter.
 - Variasjon i habitater er viktig for å tiltrekke seg ulike arter, og det er med på å skape et motstandsdyktig og bærekraftig økosystem som kan håndtere fremtidige endringer i blant annet klima.
 - Ikke bygg terskler, eller hindringer som kan være migrasjonsbarrierer fordi det er viktig med god sammenheng mellom de ulike habitatene.
 - Campusbekken: habitat for tre ulike amfibier og disse er avhengige av variasjon i habitater ettersom de beveger seg mellom land og vann i løpet av

sin livssyklus. De rødlistede plantene er avhengig av ulike habitater som våtmark, vann og land for å etablere seg.

- Tilrettelegg for at vannet kan jobbe seg sakte gjennom systemet.
 - Unngå rette, smale, bratte bekkeløp ettersom dette fører til høy vannhastighet og det kan bli mye erosjon langs kantene. Da risikerer man at bekkeløpet ikke holder i særlig lang tid, og man må bruke tid og penger på å oppgradere det.
 - Anlegg dammer som kan holde på en god del vann og sørg for at tersklene ikke er for lave slik at vannhastigheten ikke bremses, MEN de må bygges på en måte som gjør at amfibier og andre organismer kan vandre utenom.
- Anlegg noen dammer med dypere vann som kan være habitat for rødlistede arter.
 - Noen vannplanter trenger dypere vann for å trives og etablere seg, og da er det viktig å tilrettelegge for det slik at det finnes habitat for artene.
 - Campusbekken: Lille Årungen viste seg å være habitat for to rødlistede vannplanter som hadde etablert seg på egenhånd.
- Anlegg sedimentasjonsdammer og våtmarksfilter.
 - Dette er viktige komponenter for at den blågrønne infrastrukturen skal ha en renseeffekt.
 - Campusbekken: bedre renseeffekt i den nye delen av bekkesystemet hvor det er anlagt sedimentasjonsdammer og våtmarksfilter.
- Begrens bruken av kulestein.
 - Fører til homogent habitat og mindre biodiversitet, noe som ikke er ønskelig ettersom det kan begrense forekomsten av ulike plante- og dyrearter. Videre vil det kunne føre til at økosystemet blir mindre motstandsdyktig.
- Være klar over at BGI krever vedlikehold.
 - Hvis man lager en god plan for vedlikehold på både kort og lang sikt, og prøver å kartlegge behov som kan oppstå vil det være lettere å opprettholde vedlikeholdet.
 - Campusbekken: mindre behov for vedlikehold hvis det får være et vilt og naturlikt system slik det er i de nyere delene som Uraksen og den konstruerte våtmarken.

For å oppsummere oppfyller Campusbekken flere funksjoner og bruksområder som blågrønn infrastruktur. Erfaringsutveksling og diskusjon rundt hva som fungerer, og ikke fungerer, er vesentlig for at blågrønn infrastruktur skal kunne utvikles og forbedres i framtiden. Denne oppgaven har oppsummert flere bruksområder ved BGI og hvordan de fungerer innenfor det samme bekkesystemet. Erfaringer man kan ta med seg videre fra denne oppgaven er at anleggelse av blågrønn infrastruktur bør foregå som en tverrfaglig prosess hvor det er nødvendig å samarbeide på tvers av teoretiske og praktiske fagfelt. Formidling av kunnskap til befolkningen om BGI er viktig slik at en forstår både fordelene og verdien av de ulike elementene i infrastrukturen. Det er essensielt med heterogene habitater hvor det er variasjon i både vegetasjon og vannsystemer som tilrettelegger for ulike arter, for det kan øke biodiversiteten. Blågrønn infrastruktur krever en del vedlikehold, men gjennom god kommunikasjon og planlegging på forhånd kan det gjøres mer forutsigbart.

Referanser

- Aghedo, R. E. (2023). *Variation in perception about bluegreen infrastructures at NMBU campus, Ås*. [Masteroppgave, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet]. Brage. <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/3080276/no.nmbu:wiseflow:6839575:54592301.pdf?sequence=1>
- Alcock, I., White, M. P., Wheeler, B. W., Fleming, L. E. & Depledge, M. H. (2013). Longitudinal Effects on Mental Health of Moving to Greener and Less Green Urban Areas. *Environmental Science & Technology*, 48(2). <https://doi.org/10.1021/es403688w>
- Ardila, P. & Caprona, M. D. (2013). *Blågrønn infrastruktur: betydning og vurderingsverktøy*. Hentet 17. mars fra https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/subnettsteder/framtidens_byer/klimatilpasning/2013/fagdag/blgrnninfrastrukturpedroardilabrum.pdf
- Aronson, M. F., Lepczyk, C. A., Evans, K. L., Goddard, M. A., Lerman, S. B., MacIvor, J. S., Nilon, C. H. & Vargo, T. (2017). Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 189-196. <https://doi.org/10.1002/fee.1480>
- Barton, J. & Rogerson, M. (2017). The importance of greenspace for mental health. *BJPsych International*, 14(4), 79-81. <https://doi.org/10.1192/S2056474000002051>
- Bioforsk Jord og miljø. (2008). *Faktaark - Overvannshåndtering* Hentet 30. april fra https://www.nibio.no/tema/miljo/mindre-avlop/vannomrader/vannomrade-jaeren-aksjon-jaervassdrag-arbeidsgruppe-avlop/_attachment/inline/abc0a2f4-8c51-4175-91f4-ee3d4d80689c:65da1b4695f38e13ea7154eb94b9cc8ab8207751/Faktaark_overvann_AJV.pdf
- Blankenberg, A.-G. B. & Skarbøvik, E. (2024). Fangdammer – Funksjon, effekt, oppbygging og vedlikehold. *NIBIO POP*, 10(41). <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3171303>
- Bolund, P. & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293-301. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00013-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0)

- Braskerud, B. & Paus, K. H. (2016). *Blågrønne overvannsløsninger - Regnbed for lokal flomdemping*. Hentet 27. april fra <https://www.nve.no/Media/5027/overvann-regnbed-for-lokal-flomdemping.pdf>
- Claude E. Boyd. (2014). *Hydrogen Sulfide Toxic, But Manageable*. Hentet 14. mai fra https://aquafishcrsp.oregonstate.edu/sites/aquafishcrsp.oregonstate.edu/files/boyd2014_hydrogensulfide_gaa.pdf
- Colding, J. (2007). 'Ecological land-use complementation' for building resilience in urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 81(1), 46-55.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.10.016>
- De La Haye, A., Aivalioti, S., Van Herk, S. & Giralt, P. (2021). *Biodiversity & Blue Green Infrastructure: Key Takeaways; BEGIN City-to-City Learning Programme 2021*. Hentet 16. april fra <https://northsearegion.eu/media/17599/bgi-for-biodiversity.pdf>
- Dervo, B. K., van der Kooij, J. & Johansen, B. S. (2021a). *Amfibier og reptiler: Vurdering av småsalamander Lissotriton vulgaris for Norge. Rødlista for arter 2021*. Hentet 7. mai fra <https://lister.artsdatabanken.no/rodlisteforarter/2021/7789>
- Dervo, B. K., van der Kooij, J. & Johansen, B. S. (2021b). *Artsgruppeomtale amfibier og reptiler (Amphibia og Reptilia). Norsk rødliste for arter 2021*. Hentet 7. mai fra <https://artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Artsgruppene/amfibierogreptiler>
- Elven, R., Hegre, H., Solstad, H., Pedersen, O., Pedersen, P. A., Åsen, P. A. & Vandvik, V. (2018). *Aruncus dioicus, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018*. Hentet 6. mai fra <http://www.artsdatabanken.no/fab2018/N/479>
- Ervik, F. & Aarnes, H. (2024). *Andemat*. Hentet 6. mai fra <https://snl.no/andemat>
- European Commission. (u.å). *Creating blue-green networks*. Hentet 17. mars fra https://greenbestpractice.jrc.ec.europa.eu/node/399#bemp_general_title_id
- Fergus, T. (1998). *Alternativ erosjonssikring - metoder og litteratur*. NVE.
https://publikasjoner.nve.no/dokument/1998/dokument1998_09.pdf
- Filazzola, A., Shrestha, N. & MacIvor, J. S. (2019). The contribution of constructed green infrastructure to urban biodiversity: A synthesis and meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 56(9), 2131-2143. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13475>
- Ghofrani, Z., Sposito, V. & Faggian, R. (2017). A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts. *International Journal of Environment and Sustainability*, 6, 15-36. <https://doi.org/10.24102/ijes.v6i1.728>

- Gómez-Baggethun, E. & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Grindeland, J. M. (2022). *Brudelysfamilien*. Hentet 9. april fra <https://snl.no/brudelysfamilien>
- Gunnufsen, E. & Solli, H. (2015). *Framtidens byer klimatilpasning - oppsummering og evaluering*. Hentet 18. mars fra
https://www.regjeringen.no/contentassets/334b297f783d460484c653bb44dd5b9b/framtidens_byer_klimatilpasning_sluttrapport.pdf
- Haraldstad, I. (2024). *Amphibians in a blue-green infrastructure stream on the NMBU campus* [Masteroppgave, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet]. Brage.
<https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/3148299/no.nmbu%3awiseflow%3a7110070%3a59109820.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hauge, A. (2006). *Gjenåpning av lukka bekker – mange positive effekter* (Bioforsk-rapport 1(28) 2006). Bioforsk. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2505516/Bioforsk-Rapport-2006-01-28.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report - Summary for Policymakers*. Hentet 11. februar fra
https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
- Iversen, S. (under arbeid). [Masteroppgave, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet].
- Jimenez, M. P., DeVille, N. V., Elliott, E. G., Schiff, J. E., Wilt, G. E., Hart, J. E. & James, P. (2021). Associations between Nature Exposure and Health: A Review of the Evidence. *International journal of environmental research and public health*, 18(9), 4790.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18094790>
- Kingsley, M. & EcoHealth Ontario. (2019). Commentary - Climate change, health and green space co-benefits. *Health promotion and chronic disease prevention in Canada : research, policy and practice*, 39(4), 131–135. <https://doi.org/10.24095/hpcdp.39.4.04>
- Langeveld, J. G., Cherqui, F., Tscheikner-Gratl, F., Muthanna, T. M., Juarez, M. F.-D., Leitão, J. P., Roghani, B., Kerres, K., do Céu Almeida, M., Wery, C. & Rulleau, B. (2022). Asset management for blue-green infrastructures: a scoping review. *Blue-Green Systems*, 4(2), 272–290. <https://doi.org/10.2166/bgs.2022.019>

- Lindhjem, H. & Sørheim, M. D. (2012). *Urbane økosystemtjenester i Norge: Status, utvikling, verdi og kunnskapshull* (Rapport 2012/37). https://www.vista-analyse.no/site/assets/files/5819/va-rapport_2012-37_urbane_kosystemtjenester-1.pdf
- Merkesdal, I. A. (2024). *Tretrinnsstrategi for overvannshåndtering*. Hentet 15. april fra <https://vannfakta.no/tretrinnsstrategi-for-overvannshandtering/>
- Miljødirektoratet. (2016). *Klima i Norge 2100: Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015* (NCCS report no. 2/2015). <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m406/m406.pdf>
- Miljødirektoratet. (2023). *Overvann: Hvem som har ansvar og regelverk som gjelder*. Hentet 4. mars fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/vann-hav-og-kyst/overvann/>
- Miljødirektoratet. (2024a). *Klimatilpasning i vann og avløpssektoren*. Hentet 1. april fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-i-sektorer/vann-og-avlop/>
- Miljødirektoratet. (2024b). *Veiledning: Hvordan håndtere overvann? - Legg helhetlig overvannshåndtering til grunn for tiltak*. Hentet 15. april fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/vann-hav-og-kyst/for-myndigheter/overvannshandtering/helhetlig-overvannshandtering/>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2003). 2 Ecosystems and Their Services. I *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework For Assessment* (s. 49-70). <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf>
- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. (u.å). *Niagara - en bekkehage fra 1940-årene*. Hentet 11. mai fra <https://www.nmbu.no/om/niagara>
- Norsk landskapsarkitekters forening. (u.å-a). *Campus Ås - et historisk parkprosjekt*. Hentet 2. mai fra <https://landskapsarkitektur.no/prosjekter/campus-as-et-historisk-parkprosjekt>
- Norsk landskapsarkitekters forening. (u.å-b). *Niagara – restaurering av verdens minste fossefall*. Hentet 20. februar fra <https://landskapsarkitektur.no/prosjekter/niagara-restaurering-av-verdens-minste-fossefall>
- Norsk landskapsarkitekters forening. (u.å-c). *Restaurering av Svanedammen på NMBU*. Hentet 20. februar fra <https://landskapsarkitektur.no/prosjekter/restaurering-av-svanedammen-pa-nmbu>
- NOU 2010: 10. (2010). *Tilpassing til eit klima i endring: Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane*. Miljøverndepartementet.

- <https://www.regjeringen.no/contentassets/01c4638b3f3e4573929f3b375f4731e0/nn-no/pdfs/nou201020100010000dddpdfs.pdf>
- NOU 2013: 10. (2013). *Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester*. Miljøverndepartementet.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/c7ffd2c437bf4dcb9880ceeb8b03b3d5/no/pdfs/nou201320130010000dddpdfs.pdf>
- NOU 2015: 16. (2015). *Overvann i byer og tettsteder: som problem og ressurs*. Klima-og miljødepartementet.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/e6db8ef3623e4b41bcb81fb23393092b/no/pdfs/nou201520150016000dddpdfs.pdf>
- NVE. (2024). *Lær om overvann*. Hentet 14. februar fra <https://www.nve.no/naturfare/laer-om-naturfare/laer-om-overvann/>
- Olsen, G. H. T. (2023). *Karakterisering av fysisk-kjemiske parametere langs en blågrønn bekk* [Masteroppgave, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet]. Brage.
<https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/3080278/no.nmbu%3awiseflow%3a6839643%3a54592800.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perrelet, K., Moretti, M., Dietzel, A., Altermatt, F. & Cook, L. M. (2024). Engineering blue-green infrastructure for and with biodiversity in cities. *npj Urban Sustain*, 4.
<https://doi.org/10.1038/s42949-024-00163-y>
- Pettersen, H. V. (2022). *Utviklinga av dammar og bekkedrag i NMBU-parken i eit historisk perspektiv* [Bacheloroppgave, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet].
<https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/3039021/Pettersen2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Statens forurensingstilsyn. (2007). *Klimatilpasninger - Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg*. Hentet 30. april fra
<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klifst/publikasjoner/2317/ta2317.pdf>
- Statsbygg. (2016a). Campus Ås - bekkeløp oppbygning. Lengdesnitt våtmarksfilter.
- Statsbygg. (2016b). Campus Ås - bekkeløp oppbygning. Oppbygging dam og bekkeløp.
- Veerkamp, C. J., Schipper, A. M., Hedlund, K., Lazarova, T., Nordin, A. & Hanson, H. I. (2021). A review of studies assessing ecosystem services provided by urban green and blue infrastructure. *Ecosystem Services*, 52.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101367>

- White, M. P., Alcock, I., Grellier, J., Wheeler, B. W., Hartig, T., Warber, S. L., Bone, A., Depledge, M. H. & Fleming, L. E. (2019). Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Scientific Reports*, 9.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-44097-3>
- Yuan, J., Nigel, D. & Stovin, V. (2017). The influence of vegetation on rain garden hydrological performance. *Urban Water Journal*, 14(10), 1083-1089.
<https://doi.org/10.1080/1573062X.2017.1363251>
- Ås kommune. (2023). *Kommuneplanen 2022-2034: planbestemmelser og retningslinjer*.
Hentet 3. mars fra
https://www.arealplaner.no/aas3218/dokumenter/6529/KPLAN_22_34_Bestemmelser,%20vedtatt%2008.02.2023.pdf

Vedlegg

Vedlegg A: Skjøtselsplan for Niagara

Inndeling	Beskrivelse	Merknader
1. Skjøtselsplan for:	Gamle og nyere del av Niagara	
2. Beskrivelse:	Bekkeløp og åpen overvannshåndtering	
2.1. Intensjonsbeskrivelse:	- Åpen overvannshåndtering og vise frem planter som trives langs bekk og dam. - Holde planter i sjakk, og Reparere overganger jevnlig med leire - Visuelt uttrykk og	Planteplan etter
2.2. Kvalitet/standard:	Høy til middels Fredet (verneklasse 1)	
2.3. Inngår i undervisning:	Beskriv evt. hva som brukes ? ?	
2.4. Forskning/studentoppgaver:	- Ansvarlig enhet - Hensikt - Tekniske installasjoner	Usikker?? Må sjekkes ut (vannmåler ?)
3. Arbeidsoppgaver:	I starten av sesong Klippes stauder ned i småbiter med hekksaks og lar det ligge igjen på plass. Dammene grov renses for løv og annet organisk materiale, rive fungerer veldig bra. Stauder er forbehold dammer 1-3 og 11-12. Bekkeblom fra dam 4-12 beholdes, men kun 3-5 planter ved hver dam. Brudelys lukes i omkrets på morplanten og evt. klippe frøstand. Gressrenner og overganger rehabiliteres ved behov, gjerne tidlig sesong, med	

	ekstra oppfølging ved mye nedbør/ styrt regn. Viktig å holde sluk (6/13) åpent for løv hele året. Dam 3 og 6 må renses og fjerne overskuddsgrus fra vannrenne.	
3.1. Vår: Mars - mai	• klippe ned alle stauder • fjerne overskytende grus fra vannrenner i dam 3 og 6 • gjødsle alle stauder med hønsegjødsel • tynt kompostlag hvert 2.år (partalls år) • rense dammer for løv/organisk • reparere overganger og slitaspunkter - i utgåtte gressrenner legges Ferdig plen og tilpasses. - i Steinoverganger mellom dammene tettes sidene men egnede steiner og leirholdig masse, så vannet ledes riktig. • Luke staudebed 1- 2 ganger	
3.2. Sommer: Juni - august	• Klippe og fjerne gress som vokser inn i dam for å opprettholde formen på dam. • Luke ukentlig- eller ved behov • kante staudebed mot gressarealer	

	• brudelys – skal kun være i dam 1 og 7, Resten av frøplantene lukes vekk, og hovedplantene begrenses i omfang • rense dammer alger/andemat	
3.3. Høst: September- november	• klippe stauder rundt dam mot Thorsrud. -Klippes helt ned og fjernes pga jordrotter. • Klippe ned Skogskjegg og fjernes • Strupe/ halvere rør under vei med filtduk/tæsh. • Fjerne litt organisk i dammer, spesielt dam 6.	jordrotter
3.4. Vinter: Desember - februar	• Holde sluk i dam 6 og 12 åpne for løv og snø • Ikke dumpe snø/brøyte inn i dam eller overganger	
3.5. Sjeldnere tiltak	- Rehab -legge damduk i dam nummer 4- innen 5 år - Rehab-innløp til dam 6, legges på stein så vannet ikke eroderer massen rundt – innen 2 år - Replante/supplere utgåtte stauder	
4. Vedlegg:		

4.1. Bilder:		
4.2. Kartutsnitt:		
4.3. Referanser:		

Vedlegg B: Skjotselsplan for overvann på veterinært område ved NMBU

MAL – Oppsett og innhold

Inndeling	Beskrivelse	Merknader
1. Skjotselsplan for:	Overvannsområde vest fra Urbygning og ned til lille Årungen retning veterinærbygning. Etter lille Årungen er det et bekkeløp sydover. Består av både bekkeløp og dammer.	Brukte første år å være mer kjent med områder.

2. Beskrivelse:		
1. Intensjonsbeskrivelse:	Hovedmål: For å drenere vann, for å skape leveområder for ulike arter og for å lage en “blå korridor” gjennom det nye campus Hensikten med område er å drenere overvann fra Andedammen, urbygning, parkeringsplasser og lignende. Det er også vegetasjon av forskjellige type (for eksempel gress, enger, stauder og trær) rundt overvanns håndterings anlegg. Område skal være en del av parkopplevelse. Som en del av utviklingen av dette området er det verdt å vurdere å bruke det til å øke biologisk mangfold på campus, da vann er en viktig måte å bringe inn biologisk mangfold. Det kan derfor være verdt å vurdere å inkorporere noen vannplanter. I tillegg er bekkebunn laget av mye rullestein som skaper svært lite habitat heterogenitet. Derfor er det mulig å forbedre det med å inkorporere noen nedsunkne stokker og andre ting som øker habitat.	Skal vi erstatte noe av gress areal rundt overvann og skaper en store “kantsone”? For eksempel å la or voske rundt lille åringen? Bruker plantøyer? Se bilder nedenfor. Kan gi et flott visuelt innslag og planterøttene benytte næringsstoffer i vannet som ellers ville bidratt til algevekst. Når det gjelder områdene med all kullestein, er det besluttet å la naturlig plantekolonisering skje. Imidlertid

	En kantsone med stauder, eng eller tre knytter disse vannveiene inn i parken, samt skaper viktige habitater og områder for studenter å slappe av i.	må ugress fortsatt fjernes slik at de ikke dominerer. Ønskede arter er allerede notert.
2. Kvalitet/standard:	Høy – 1 på uraksen område. Middels – 2 på siden av Oluf Thesens vei	Uraksen får høy prioritet. Nærmest urbygning får mest vedlikehold med området blir "villere" jo lenger nedstrøms du kommer
3. Inngår i undervisning:	Ja	
4. Forskning/ studentoppgaver:	SPARE prosjekt (min kontakt er Susanna Schneider på Sørhellinga) har interesse for master oppgave i overvanns områder på campus. I fjør hadde en student noen temperatur logger i vannet.	Parken bør informeres om når og hvor slike dataloggere og liggende plasseres i fremtiden. Link til prosjekt: Home SPARE: Space for resilience Norway (spare-project.com)
3. Arbeidsoppgaver:	Beskriv først og fremst det som er viktig og spesielt for å ivareta det aktuelle området. Del alternativt inn i måned/sesong/år.	
1. Vår: (Mars-mai)	«Vann»	

	• Rydder opp søppel og eventuelt grus. • Sikre at det er ingenting som kan blokkere vannrør. • Fjern løv og andre materielle fra sluker og kum. • Fint å ikke bruke gjødsel i område for å holde vann “rent” Område med eng: • Se skjøtselsplan for enger Område med stauder: • Klippe ned prydgress • Klippe ned stauder som har «stod» over vinter • Begynner med lusing og rydding av søppel • Rydder opp eventuelt grus fra vinter Område med gress: • Rydder opp grus fra vinter og fjerner søppel • Finner ute område med brøyteskader og planlegger reparasjon av gress. • Hvis vår er tidlig, begynner med gressklipping	
--	---	--

2. Sommer: (juni – aug.)	«Vann» • Bestemmer hvilken utseende vi ønsker oss for vannspeil og bekk siden det skal bestemmer hva vi gjøre med område i sommer. • Fortsett å holde sluker og kom fri fra materiale. Område med eng: • Se skjøtelsesplan for enger Område med stauder: • Fortsett med lusing ved behov – sjekke område en gang hver 2 uke. • Vanner ved behov – tort perioder • Klippe stauder som har avblomstra. • Holder kanter til stauder beddene rent og “skarp”. Trenger litt kanging? Område med gress: • Gressklipping • Sjøppel rydding	Naturlig eller mer formelt eller en blanding?
3. Høst: (sep. - nov.)	Område med «vann» • Fjerne høstløv fra område sånn at kum og sluk ol. holdes åpent. Men prøve å la noe ligge.	

	Område med eng: • Se skjøtelsesplan for enger Område med stauder: • Klippe stauder som har avblomstra. • Hvis finner vi har ikke tid i vår til å klippe ned stauder, kan vi klippe det ned i høsten. Område med gress: • Blir ferdig med gressklipping • Søppel rydding • Kverne løv	
4. Vinter: (des. - feb.)	«Vann» • Hakke is for å holde avløpsrør åpen så mye som mulig. Vinter 2022 trengte vi ikke å hakke is. • Prøve å ikke dumpe snø i område som kan blokkere vann. Område med eng: • Se skjøtelsesplan for enger Område med stauder: • Busker og stauder kan beskjæres, men ellers ingen vinter skjøtsel.	Vi klippe ofte stauder ned om høst eller vinter, men i noe område kan vi vurdere å la

	Område med gress: • Ingen skjøtsel	den stå til vår (skaper viktig overvintrings habitat).
5. Sjeldnere tiltak	Disse vil sannsynligvis bli tydelige over tid, men kan omfatte: • Reparasjon av erosjonsskader • Forbedring av vannføring • Øke habitatet for dyrelivet • Forbedre og utvide «kantzone» til overvanns områdene. • Introdusere nye beplantninger	Anbefalt å bruke norske arter så mye som mulig i disse områdene.
4. Vedlegg:		
1. Bilder:	Se nedenfor	
2. Kartutsnitt:		
3. Referanser:		



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelege universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway