

Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2019 30 stp
Fakultetet for landskap og samfunn

Vegetasjonsflåter - Et nytt virkemiddel for landskapsarkitekter i Norge

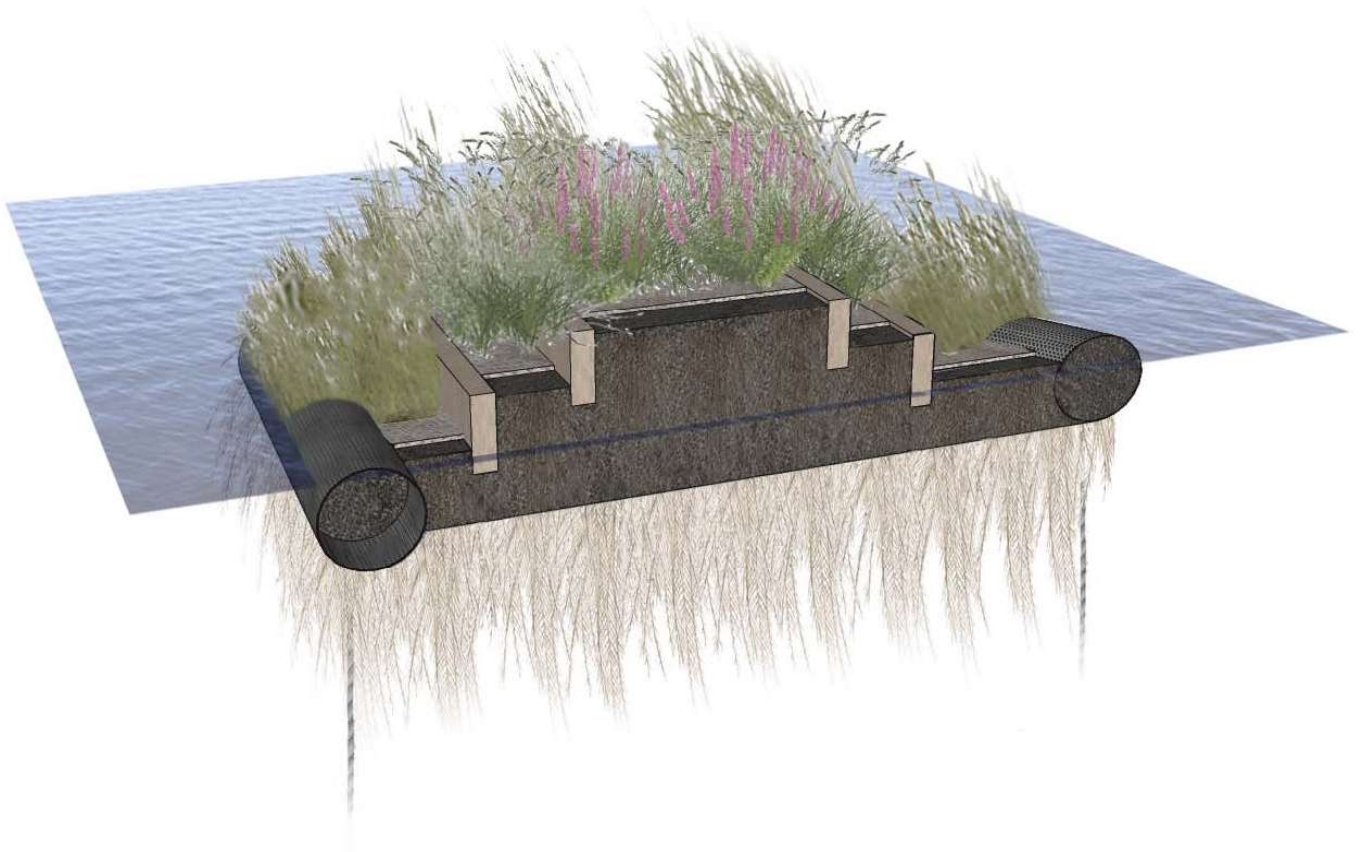
Vegetated rafts - A new tool for landscape
architects in Norway

Jostein Rykkelid
Landskapsarkitektur

Vegetasjonsflåter

Et nytt virkemiddel for landskapsarkitekter i Norge

Jostein Rykkeli
Landskapsarkitektur
NMBU 2019



Forord

Denne oppgaven markerer slutten på et femårig studieløp innen landskapsarkitektur ved Norges miljø- og biovitenskaplige universitet.

Min vei til landskapsarkitektstudie var gjennom fascinasjonen for naturen. Så lenge jeg kan huske har jeg vært interessert i å lære om naturen som omgir oss. I landskapsarkitektstudiet har jeg tatt med meg fascinasjonen for naturen inn i et fag hvor det er stadig viktigere med en forståelse for økosystemer for å skape et bærekraftig landskap for fremtiden.

Å ha kunnskap om planter, og effekten av vannelementer innen landskapsarkitekturen, er noe som jeg har blitt spesielt opptatt av gjennom studiet. Da jeg våren 2018 ble gjort oppmerksom på vegetasjonsflåter, var dette noe som umiddelbart fanget min interesse. De potensielle bruksområdene for vegetasjonsflåter og det faktum at det ikke var særlig undersøkt i Norge tidligere, gjorde dette til et lett valg av tema for min masteroppgave. Min motivasjon for å undersøke dette nærmere var at dersom dette faktisk har en positiv effekt på vannkvalitet og økosystemer, og at det er mulig å plante dekorative planter på flåtene, er dette et element som burde løftes frem for at landskapsarkitekter og andre skal kunne ta det i bruk.

Det har vært givende å gjennom denne oppgaven tilføre et nytt virkemiddel til landskapsarkitekter i Norge. Etter å ha jobbet med denne oppgaven er mitt inntrykk at svært få landskapsarkitekter i Norge har kjennskap til vegetasjonsflåter. Kunnskap om tilgjengelige virkemidler for bedre vannhåndtering og bedre ivaretagelse av biologisk mangfold, er spesielt viktig for landskapsarkitekter i tiden vi er inne i. Jeg håper derfor at denne oppgaven kan være et bidrag til at landskapsarkitekter i fremtiden kan skape «bedre» landskap, i form av mindre forurensete vann og vassdrag, hensyn til økosystemer, og helsefremmende omgivelser.

Takk til

Jeg vil rette en stor takk til min veileder Wenche Dramstad for stort engasjement og gode innspill til oppgaven. Stor takk går også til biveileder Per Anker Pedersen for uvurderlig hjelp knyttet til planter og lovverk, og ellers gode innspill.

Takk til Elin Tanding Sørensen (doktorgradsstipendiat ved NMBU) for å ha gjort meg oppmerksom på vegetasjonsflåter, og for godt samarbeid med utvikling av ny vegetasjonsflåte og arbeid med Kongshavn. Takk til Øyvind Hansen ved prototypeverkstedet ved Realteknisk Institutt, NMBU, for hjelp til utvikling av ny flåtekonstruksjon.

Ellers en takk til Trond Mælum, Andreas Jacobs, Svein Ole Åstebøl, Filip Ihrsen, Thomas Rohrlack, Trine Eggen, Hans Martin Hanslin og Steen og Lund AS, som har bidratt med sin fagkunnskap inn i oppgaven.

Til slutt vil jeg takke mine foreldre Gunnveig og Olav for å ha dratt meg med på tur gjennom barndommen og lært meg å bli interessert i landskapet som omgir oss.

Jostein Rykkeli, Ås, 10.05.2019

Bibliotekside

Tittel

Vegetasjonsflåter - Et nytt virkemiddel for landskapsarkitekter i Norge

Title

Vegetated rafts - A new tool for landscape architects in Norway

Forfatter

Jostein Rykkelid

Hovedveileder

Wenche Dramstad

Biveileder

Per Anker Pedersen

Sideantall

124

Opplag

6 stk.

Emneord

Vegetasjonsflåter, flytende våtmark, flytende øyer, flytende park, forbedring av vannkvalitet, naturbaserte renseløsninger, revegetering.

Keywords

Vegetated rafts, Artificial Floating Island, Constructed Floating Wetland, Floating Treatment Wetland, schwimmkampen, ukishima, water treatment, naturebased solutions.

Sammendrag

Vegetasjonsflåter er et landskapselement som internasjonalt har blitt benyttet i flere tiår for å forbedre vannkvalitet, øke biologisk mangfold, dyrke mat, sikre mot bølgeerosjon, eller som elementer for rekreasjon. Vegetasjonsflåter er en flytende konstruksjon med planter, hvor plantene henter næring fra vannmassene. I Norge er dette et hittil lite kjent element, til tross for at vegetasjonsflåter har bruksområder som også kan være nyttig her til lands. utfordringer knyttet til blant annet forurensning og bevaring av biologisk mangfold i Norge, krever at landskapsarkitekter burde kjenner til virkemidler for å møte disse problemene. Denne oppgaven samler informasjon og analyserer hvorvidt vegetasjonsflåter kan være et slikt virkemiddel.

Erfaringer fra andre land har vist at utsetting av vegetasjonsflåter har positiv effekt for forbedring av vannkvalitet og for biologisk mangfold, i og rundt vannmiljøer. Dette er rekreasjonsfremmende effekter, i tillegg til at vegetasjonsflåtene i seg selv kan inngå som et landskapselement som bidrar til økt opplevelsesverdi i ulike landskap. Disse fordelene er også å forvente ved bruk av vegetasjonsflåter i Norge. Vegetasjonsflåter kan være et godt alternativ til sedimentkonstruerte landskap i vann, noe som gjør at vegetasjonsflåter er noe landskapsarkitekter, og andre som planlegge for vannmiljøer, burde kjenne til. De største utfordringene med å få til en hensiktsmessig bruk i Norge er mangelen på erfaringer fra vårt klima, få gode produkter, og regelverk knyttet til plantevalg.

Denne oppgaven går nærmere inn på de potensielle bruksområdene for vegetasjonsflåter for å undersøke hvilken effekt vegetasjonsflåter har, og undersøke i hvilke tilfeller det er hensiktsmessig å benytte vegetasjonsflåter i Norge. Forbedring av vannkvalitet og hensyn til økosystemer er de mest utbredte bruksområdene internasjonalt, og vil også i denne oppgaven bli viet stor oppmerksomhet for å foreta en gjennomgang av mulige effekter.

Opgaven går gjennom prosjekteksempler, produkter, planter, og hensyn som er viktige å kjenne til ved bruk av vegetasjonsflåter. Det blir deretter foretatt en gjennomgang av hvordan vegetasjonsflåter kan tilpasses til ulike vannmiljøer. Basert på funn i oppgaven er det utviklet en ny type vegetasjonsflåte som ivaretar flere viktige hensyn sammenlignet med eksisterende vegetasjonsflåter. Til slutt i oppgaven er det foretatt en prosjektering med tanke på utsettelse av vegetasjonsflåter i Kongshavn, Oslo, hvor flåtekonstruksjon og funn fra arbeidet med oppgaven blir benyttet.

Denne oppgaven er en første gjennomgang av vegetasjonsflåter som virkemiddel her i landet, og orienterer om utfordringer og muligheter ved bruk i Norge. Til tross for begrenset produktutvalg og utfordringer ved plantevalg, er vegetasjonsflåter hensiktsmessig å bruke i Norge i visse sammenhenger. Videre uttesting og utvikling av vegetasjonsflåter i Norge er nødvendig for å gjøre vegetasjonsflåter mer aktuelt å benytte for landskapsarkitekter i Norge.

Abstract

Vegetated rafts are landscape elements that has been used internationally for decades to improve water quality, increase biodiversity, grow food, for wave erosion control, or as elements of recreation. Vegetated rafts are floating structures with plants, where the plants get their nutrients from the water. In Norway, this is a relatively unknown element so far, despite the fact that vegetated rafts have applications that can be useful for Norwegian conditions.

Challenges related to pollution and conservation of biodiversity, among other things, in Norway, requires that landscape architects know of the different tools to meet these problems. This thesis collects information and analyzes whether vegetated rafts can be such a tool.

Experiences from other countries have shown that the use of vegetated rafts has a positive effect on the improvement of water quality and for biodiversity, in and around aquatic environments. These are effects that enhances recreation, in addition to the fact that the vegetated rafts themselves can be a landscape element that contributes to increased recreational value for different landscapes. These benefits are also to be expected when using vegetation fleets in Norway. Vegetation rafts can be a good alternative to sediment-constructed landscapes in water, which means that vegetated rafts are a tool that landscape architects, and others who plan for aquatic environments, should know of. The biggest challenges for achieving an expedient use in Norway are the lack of experience from our climate, the availability of good products, and the laws related to plant selection.

This thesis explores the potential applications for vegetated rafts to look closer at the effect of vegetated rafts and to investigate whether it is appropriate to use vegetated rafts in Norway. Improving water quality and care for ecosystems are the most widespread applications internationally, and is in this thesis given much attention to reviewing the potential effects.

The thesis looks into project examples, products, plants, and important considerations for using vegetated rafts. Then a review is made of how vegetated rafts can be adapted to different water environments. Based on findings in this thesis, a new type of vegetated raft has been developed, which offers several improvements compared to existing vegetated rafts. Finally, a project has been carried out for placing vegetated rafts in Kongshavn, Oslo, where the raft construction and findings based on this thesis has been applied.

This thesis is a first review of vegetated rafts as a tool for Norwegian conditions, and gives information about challenges and opportunities for application in Norway. Despite poor availability of products and challenges with plant selection, vegetated rafts are expedient to use in Norway in certain contexts. Further testing and development of vegetated rafts in Norway is necessary to make vegetation rafts more applicable for landscape architects in Norway.

Innhold

■ 9 Introduksjon

■ 19 Metode

■ 23 Bruksområder

24 Forbedring av vannkvalitet

36 Øke biologisk mangfold

40 Dyrking av mat

42 Sikring mot bølgeerosjon

44 Rekreasjon

■ 47 Bruk av vegetasjonsflåter

48 Prosjekteksampler

54 Produktoversikt

66 Plantevalg

74 Hensyn ved anvendelse

80 Vegetasjonsflåter tilpasset ulike vannmiljøer

90 Utvikling av ny vegetasjonsflåte

96 Vegetasjonsflåter for Kongshavn, Oslo

■ 105 Konklusjon

Introduksjon

Vannmiljøer i verden

Tilgjengelig vann er en livsnødvendig ressurs for oss mennesker. Sivilisasjoner har oppstått og gått til grunne som følge av tilgangen på vann (Økland & Økland, 1995). Vannet er også et viktig element for plante- og dyreliv, noe som gjør at man ofte har et stort biologisk mangfold i nærheten av vannelementer, spesielt i overgangen mellom land og vann hvor to økosystem møtes. Vann har også betydning for menneskers rekreasjon, noe som gjør at vann ofte er et sentralt element i større parker.

Rent vann følger av økosystemtjenester, altså noe vi har som følge av prosesser i naturlige økosystem. Ved stor menneskelig belastning, i form av forurensning eller reduksjon av naturlige økosystem, er vi ikke lenger sikret tilgang på rent vann. Endringer i økosystemene har i løpet av de siste 50 årene skjedd raskere enn noen annen periode i menneskets historie (Miljødirektoratet, 2019). Som følge av raske endringer i økosystemene er vannmiljøer ekstra utsatt for eutrofiering og forurensning, noe som reduserer vannkvaliteten. Siden år 1900 har 50 prosent av jordens våtmarker gått tapt (Miljødirektoratet, 2019). Våtmarker har en stor økologisk verdi med tanke på flomdemping, flomregulering og oppsamling av næringsstoffer fra jordbruk og avløp.

Mange steder i verden er vann en knapp ressurs. Den høye graden av forurensning og tap av natur gjør at man globalt møter store utfordringer med å forvalte de vannressursene som er tilgjengelige. For områder med knapp vanntilgang og stor grad av forurensning er det spesielt viktig at man kjenner til de metodene som finnes for å forvalte vannressursene best mulig.

EUs vanndirektiv er EUs viktigste og mest omfattende miljødirektiv og setter rammer for en felles vannpolitikk i EU. *“Hovedformålet med vanndirektivet er å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette forebyggende eller forbedrende miljøtiltak for å sikre miljøtilstanden i ferskvann, grunnvann og kystvann.”* (Vannportalen, 2019). Land som er medlem av EU eller EØS må forholde seg til vanndirektivet. Hovedmålet med vanndirektivet er å sikre “god tilstand” for alle vannforekomster innen 2021 i tråd med nærmere angitte kriterier (NIVA, 2017). Vanndirektivet ble gjort gjeldende i Norge i 2008.

Vannmiljøer i Norge



Fig. 1.1: Strandavatnet i Hol, en av mange innsjøer i Norge som er tilknyttet reguleringsmagasin.

I Norge er det god tilgang på rent vann. Vi opplever på langt nær det samme presset rundt vannforekomstene, og behovet for å utnytte alle tilgjengelige vannforekomster er dermed ikke like gjeldende. Likevel har vi også i Norge behov for å finne bedre løsninger for å ivareta vannmiljøene, spesielt gjelder dette for vann som er utsatt for avrenning fra områder med landbruk, industri, boliger og vei. Håndtering av forurensning, og tiltak for å ivareta biologisk mangfold er spesielt viktig for å få til en bedre forvaltning av Norges vannmiljøer.

Vannkraft er en viktig utnyttning av vannet som ressurs for å produsere elektrisitet.

Vannkraftutbygginger har også en bakside. Om lag 17 % av Norges elvestrekninger og 30 % av Norges innsjøer har fått endret økologisk tilstand som følge av reguleringsmagasiner (Miljødirektoratet, 2018c). I reguleringsmagasinene er det store områder som til tider står under vann og til andre tider er tørrlagte. Dette er areal som på grunn av stadig forandring i vannstand, ikke er egnet habitat for dyre- eller planteliv, noe som igjen forringer økologien i 40 prosent av Norges ferskvannsareal (Økland & Økland, 1995).



I byer er det ofte tatt lite hensyn til biologisk mangfold ved bygging i vannfronten. Arealene langs elv og sjø har ofte vært ettertraktet av funksjonelle og estetiske grunner. Det har i mange tilfeller resultert i at man har bygd harde kanter for å utnytte arealene bedre og for å unngå erosjon. Dette har ført til at man i urbane områder har lite naturlig overgang mellom vann og land og dermed manglende habitat for en rekke planter og dyr.

I forbindelse med avrenning fra områder med jordbruk, industri, boliger og vei, forekommer det av og til forurensning i nærliggende vannmiljø. Det er snakk om større mengder næringsstoffer og miljøgifter enn det som er naturlig, noe som forringer vannforekomstene. I tilfeller med høy grad av forurensning er det ofte nødvendig å iverksette tiltak for å unngå at vannet kan være skadelig for mennesker eller økosystemer. For sterkt forurensete vannforekomster, som for eksempel enkelte bekker i Oslo, sendes vannet gjennom et renseanlegg før det når resipienten. Andre ganger anlegges mindre rensesystemer i forbindelse med den forurensete vannforekomsten oftest i form av fangdam, rensesepark, rensesasseng, eller konstruert våtmark.



Fig. 1.2: Akerselva i Oslo. Den naturlige overgangen fra land til vann er erstattet med harde kanter som sikrer mot erosjon og gir enklere adgang til vannkanten.

Vann i landskapsarkitekturen

Historisk sett har vannelementer i store parker og hager vært brukt til rekreasjonsformål. I dag, hvor landskapsarkitekter har ansvar for mer enn bare hager og parker er det blitt mer og mer viktig at man også har kjennskap til biologi og hydrologi ved planlegging av vannelementer.

Som resultat av ekstreme nedbørshendelser har landskapsarkitekturfaget etter hvert rettet seg mot å forhindre store ødeleggelser som følge av flom. Det er her sentralt å kjenne til mekanismene for infiltrasjon og forsinking av vann, og sikring av trygge flomveier (3-trinnsstrategien).

Forurensning i vannmiljøer er også et problem som landskapsarkitekter må ha kjennskap til.

Forurensning i vannmiljøer forringer vannkvaliteten, noe som har negative konsekvenser for plante- og dyreliv, og oss mennesker.

Økologiske hensyn inngår også som en del av planlegging av vannelementer. Tap av biologisk mangfold som følge av fragmentering og tap av habitater er noe man i størst mulig grad må forsøke å motvirke også ved planleggingen av vannelementer.



Fig. 1.3: Hovinbekken i Oslo, bekkegenåpning med fokus på flomhåndtering, forbedring av vannkvalitet, biologisk mangfold og rekreasjon.



Fig. 1.4: Slottsparken i Versailles har en utstrakt bruk av vann.

Det er viktig at landskapsarkitekter kjenner til de ulike virkemidlene som kan brukes for å best mulig løse utfordringer knyttet til vannelementer. Bekkeåpning, regnbed, grønne tak, og rensedammer er eksempler på tiltak som landskapsarkitekter kan velge å ta i bruk for å oppnå en bedre vannhåndtering. I denne oppgaven vil det bli gjort en grundig gjennomgang av en nokså ukjent metode for vannhåndtering i Norge, nemlig vegetasjonsflåter. Vegetasjonsflåter er ikke et virkemiddel for flomhåndtering, men retter seg mer mot forurensningsproblematikk, økologi og rekreasjon.

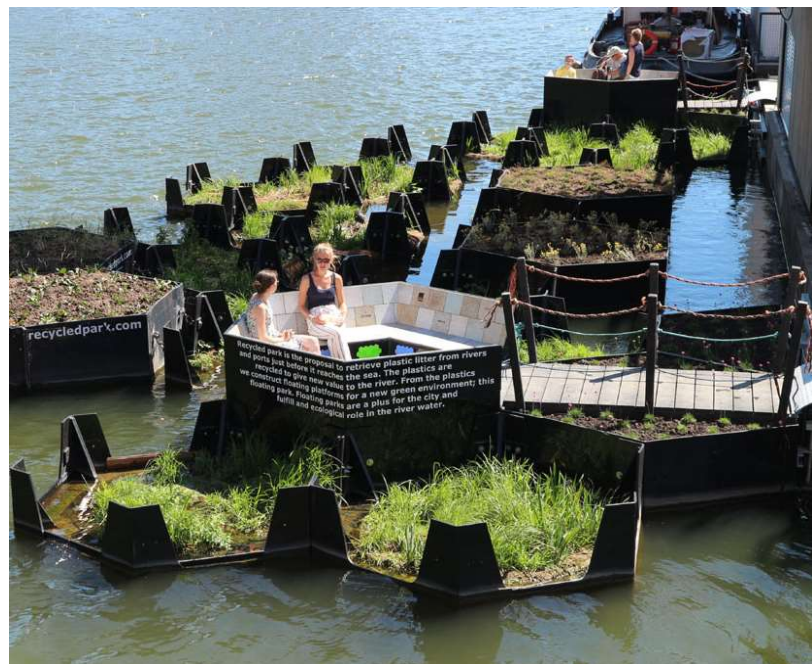


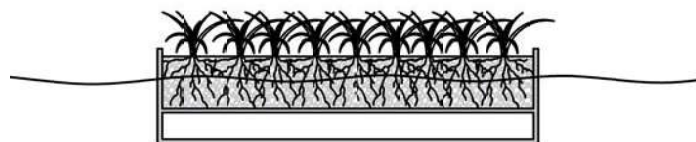
Fig. 1.5: Floating park i Rotterdam. Plastsøppel fra elven i Rotterdam blir støpt om til vegetasjonsflåter som settes sammen til en flytende park.

Vegetasjonsflåter

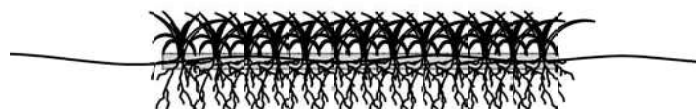
Vegetasjonsflåter er et ikke-eksisterende begrep som i denne oppgaven er tatt i bruk for å favne om de ulike konseptene som finnes av vegetasjonskledde flytende konstruksjoner. I den litteraturen som finnes på engelsk blir vegetasjonsflåter oftest kalt «Artificial Floating Island» (AFI), «Constructed Floating Wetland» (CFW), eller «Floating Treatment Wetland» (FTW), men det har også en rekke andre navn. Årsaken til de forskjellige navngivningene kommer trolig av hensikten med bruken av vegetasjonsflåtene, selv om flåter med forskjellige navn kan bestå av samme konstruksjon og samme plantevalg.

Ettersom denne oppgaven er den første grundige evalueringen av konseptet med vegetasjonskledde flytende konstruksjoner i Norge, foreslås det at det i videre arbeid med konseptet brukes begrepet «vegetasjonsflåte» som fellesbetegnelse for vegetasjonskledde flytende konstruksjoner. Dette er for å i fremtiden kunne gjøre det lettere å holde oversikt over forskning og prosjekter som omhandler vegetasjonsflåter. Begrepet vegetasjonsflåte er hensiktsmessig å bruke om de flytende vegetasjonskledde elementene, mens det vil være mer naturlig å omtale en sammensetning av elementene som for eksempel flytende vegetasjonsøy eller flytende våtmark avhengig av plassering og bruk.

Flytende vegetasjonsøyer forekommer naturlig rundt om i verden ved at biter av torv løsner fra land. I denne oppgaven blir det stort sett fokusert på konstruerte vegetasjonsøyer i form av vegetasjonsflåter. Vegetasjonsflåter kan deles inn i to hovedkategorier; «våt» og «tørr» (Nakamura and Shimatani, 1999b, som gjengitt i Nakamura & Mueller, 2008). En mer passende kategorisering kan være «åpen» og «lukket», hvor den åpne vegetasjonsflåten har rotmassen i vannmassene under flåten, mens den lukkede vegetasjonsflåten har røttene i en lukket konstruksjon med substrat uten kontakt med vannmassene under flåten. Den åpne vegetasjonsflåten kan igjen inndeles etter konstruksjon; de med rammekonstruksjon som sørger for styrke og oppdrift (pontong av plast, betong, eller tømmer), de uten ramme hvor hele flåten har tilstrekkelig styrke og oppdrift (plastull, plastmatte), og til slutt de som faller utenfor de to første (bildekk, plastflasker m.m.). Denne oppgaven fokuserer hovedsakelig på den åpne vegetasjonsflåten ettersom det er den som er mest omtalt i litteraturen og trolig har størst potensiale for å forbedre vannkvalitet og fremme biologisk mangfold. Det er den åpne vegetasjonsflåten det menes når det senere i oppgaven refereres til vegetasjonsflåter med mindre noe annet blir spesifisert.



“Lukket” vegetasjonsflåte. Røtter er ikke i kontakt med vannmassene.



“Åpen” vegetasjonsflåte. Røtter er i kontakt med vannmassene.

Vegetasjonsflåtene som er omtalt i denne oppgaven er kort forklart en flytende konstruksjon med planter som tar opp næring gjennom røttene som henger i vannmassene under flåten. Det er ulike måter å konstruere vegetasjonsflåter på og det finnes flere kommersielle produkter. Vegetasjonsflåter brukes hovedsaklig til fire hovedformål; 1) vannrensing, 2) habitatforbedring, 3) erosjonsbeskyttelse, og 4) som landskapselement (Nakamura & Mueller, 2008). I tillegg til disse fire er også dyrking for matproduksjon et bruksområde, selv om det er lite omtalt i litteraturen.

Allerede for 100 år siden ble det i USA satt ut kunstige flåter for å skape nye hekkeområder for fugl, og i Japan brukte de flåter for å ivareta gyteområder for fisk. I løpet av de siste 40 årene har vegetasjonsflåter blitt mer utbredt, spesielt i Japan, Tyskland, Australia, New Zealand og USA. Japan inntok en ledende rolle for utvikling av vegetasjonsflåter på 80-tallet. «The International Conference of Lakes» ble holdt i Japan i 1995, noe som førte til økt interesse for vegetasjonsflåter internasjonalt. Selv om vegetasjonsflåter er et velutprøvd fenomen i Japan, finnes det ikke mye litteratur på engelsk som beskriver forskningen som er utført i Japan. (Nakamura & Mueller, 2008)

Mesteparten av litteratur på engelsk er studier fra USA, Storbritania, New Zealand og Australia, men det finnes også enkelte studier fra Kina og land i Sør-Europa.

Det er mest utbredt å bruke vegetasjonsflåter i ferskvann og brakkevann, men det finnes også eksempler på prosjekter for saltvann. I saltvann er det større utfordringer nytt til konstruksjon og plantevalg.

I dag er vegetasjonsflåter mest brukt for å forbedre vannkvalitet gjennom å forhindre eutrofiering av innsjøer og å binde forurensning. Vegetasjonsflåter kan også ha egenskaper som gjør dem egnet til å styrke biologisk mangfold (Nakamura & Mueller, 2008).

Kjært barn mange navn

Her er en liste over ulike navn på konseptet vegetasjonsflåter som er funnet i arbeidet med denne oppgaven.

Norsk

Flytende våtmark
Flytende hager
Flytende øyer
Flytende renseøyer

Svensk

Flytande våtmark

Dansk

Flydende vegetation
Vandplante-øer/flåder

Tysk

Schwimmkampe

Japansk

Ukishima

Engelsk

Vanlige betegnelser:

AFI - Artificial Floating Island
CFW - Constructed Floating Wetland
FTW - Floating Treatment Wetland

Mindre brukte:

EFB - Ecological Floating Beds
FEIS - Floating Eco-Island System
AVI - Artificial Vegetation Island
FTI - Floating Treatment Island
FWS - Floating Wetland Solutions
FEMTWs - Floating Emergent Macrophyte Treatment Wetlands
SAFI - Solar powered Artificial Floating Island
GAFI - Green energy Artificial Floating Island
Floating reedbeds
Rafted reedbeds
Vegetated rafts

Vegetasjonsflåter i Norge

Vegetasjonsflåter forekommer naturlig også i Norge som følge av at biter av torv løsner fra land, og blir til flytende øyer med vegetasjon. Et eksempel på det finnes i Kjennstjernet i Vestby. Konstruerte vegetasjonsflåter er foreløpig et lite kjent virkemiddel i Norge til tross for at det er et utbredt fenomen internasjonalt. Både Sverige og Danmark har i en tid hatt produkter av vegetasjonsflåter på markedet, mens vi i Norge også har leverandør av det som kalles flytende våtmark/vegetasjon, men det er lite kjent og det har bare vært levert til i underkant av ti forskjellige prosjekter.

Flere av vegetasjonsflåtens bruksområder kan være aktuelt å dra nytte av også i Norge. Det er derfor interessant å studere dette konseptet mer grundig for å se om det vil være hensiktsmessig å ta det i bruk i Norge og om det vil være et nyttig verktøy for landskapsarkitekter.

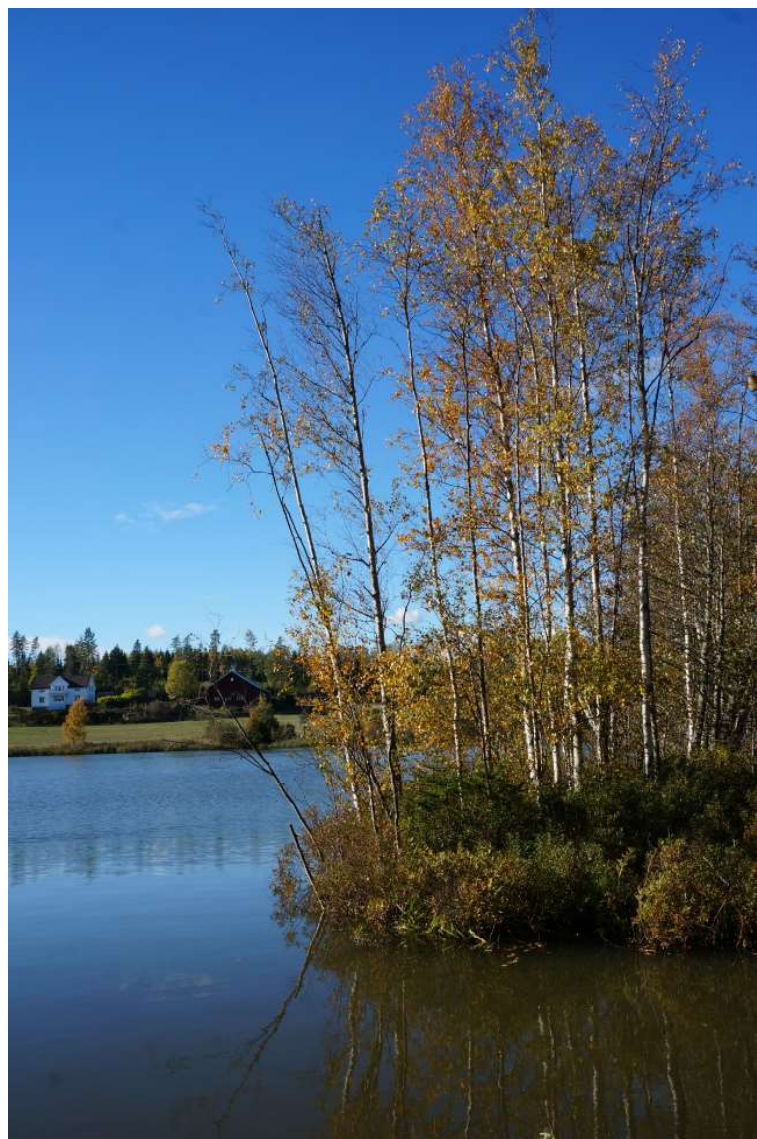


Fig. 1.6: Kjennstjernet i Vestby har en naturlig flytende øy som beveger seg rundt på vannet avhengig av vindretning og vannivå.

Problemstilling og målsetting

Oppgavens problemstilling

Er vegetasjonsflåter noe som burde brukes i Norge, og i så fall, hvilke muligheter gir det?

Målsettinger

Fremheve positive sider ved vegetasjonsflåter for å legge til rette for hensiktsmessig bruk.

Synliggjøre negative sider, feil eller mangler ved vegetasjonsflåter for å unngå uheldige konsekvenser ved bruk i Norge.

Dersom det er hensiktsmessig å bruke vegetasjonsflåter i Norge, skal det gis informasjon om vegetasjonsflåter slik at man enkelt kan ta det i bruk.

Oppbygning av oppgaven

Introduksjon

Under introduksjon blir det gitt en innføring i relevante utfordringer med vannforekomster, hva vegetasjonsflåter er, og på hvilken måte det er relevant for bruk i vannmiljøer.

Metode

Under metode forklares fremgangsmåten i arbeidet med denne oppgaven.

Bruksområder

- Forbedring av vannkvalitet
- Øke biologisk mangfold
- Dyrking av mat
- Sikring mot bølgeerosjon
- Rekreasjon

Under bruksområder blir det gått gjennom de mest vanlige bruksområdene for vegetasjonsflåter. De to første bruksområdene er gitt mest fokus i dette kapitlet, ettersom det er disse to bruksområdene som oftest er dokumentert.

Bruk av vegetasjonsflåter

- Prosjekteksempel
- Produktoversikt
- Plantevalg
- Hensyn ved anvendelse
- Vegetasjonsflåter i ulike vannmiljøer
- Utvikling av ny vegetasjonsflåte
- Vegetasjonsflåter for Kongshavn, Oslo

Under «Bruk av vegetasjonsflåter» blir det gitt en gjennomgang som vil være av særlig interesse dersom man vurderer å anvende vegetasjonsflåter. Dette kapitlet inkluderer også utvikling av en ny vegetasjonsflåte og en prosjekteringsoppgave med stedstilpasset prosjektering av vegetasjonsflåter.

Konklusjon

Under konklusjon samles trådene for svare på oppgavens problemstilling, om vegetasjonsflåter er noe som burde brukes i Norge, og i så fall, hvilke muligheter det gir.

Metode

Valg av tema

For å sjekke status på vegetasjonsflåter i Norge ble en rekke sentrale personer fra blant annet Vann- og Avløpsetaten i Oslo kommune, NIBIO, NIVA og NMBU kontaktet før tema for oppgaven ble fast bestemt. Samtlige gav beskjed om at dette var lite undersøkt i Norge, men at det ville være interessant å få mere kunnskap om vegetasjonsflåter. Det ble dermed tatt et valg om at denne masteroppgaven skulle undersøke mulighetene for å bruke vegetasjonsflåter i Norge.

Valg av omfang

Denne oppgaven var i utgangspunktet tenkt å være en ren teoretisk oppgave hvor positive og negative sider ved vegetasjonsflåter ble belyst, hvor informasjon om renseseffekten var forventet å være vanskelig og tidkrevende å fremskaffe. Informasjonsinnhenting gikk raskere enn forventet. Det ble derfor bestemt at omfanget av oppgaven kunne utvides til å også kunne omfatte en prosjekteringsdel og et prosjekt hvor en ny type vegetasjonsflåte ble utviklet.

Prosjekteringsdelen og utvikling av ny vegetasjonsflåte ble gjort gjennom dialog med Elin T. Sørensen og hennes arbeid med doktorgraden, og Øyvind Hansen ved verskstedet på Realtek ved NMBU.

Innhenting av informasjon

Informasjonsinnhenting om bruksområder er gjort ved å søke etter litteratur på nett. Det er ikke funnet litteratur på norsk som omhandler vegetasjonsflåter, derfor er det meste av informasjon om bruksområder hentet fra litteratur på engelsk. En stor utfordring ved litteratursøk er at det brukes svært mange forskjellige navn på vegetasjonsflåter. Litteratur som beskriver renseeffekten til vegetasjonsflåter er funnet ved å se etter henvisninger fra ulike leverandører. Forskning på vegetasjonsflåters renseeffekt er tilgjengelig via nettstedene ScienceDirect og Researchgate. Disse nettstedene tipser om relaterte artikler i tillegg til at nyere artikler ofte refererer til tidligere sentrale artikler, noe som gjør at man etter en stund får et godt overblikk over relevant litteratur. De fleste artiklene omhandlet renseeffekt, mens enkelte artikler også tok for seg andre bruksområder i tillegg til beskrivelse av ulike typer vegetasjonsflåter.

Mye av forskningen på vegetasjonsflåter har foregått i Japan, men det finnes lite litteratur på engelsk som omtaler denne forskningen. Derfor er de få artiklene som omtaler den japanske forskningen lagt mye vekt på, i tillegg til at japansk klima kan være nokså overførbart til norsk klima. Annen engelsk litteratur er oftest fra USA, Australia og New Zealand, samt Kina og Sør-Europa, og er dermed ikke like overførbare til Norge med tanke på klima.

Prosjekteksampler ble funnet ved å snakke med leverandører av vegetasjonsflåter, og gjennom søk på nett ved bruk av søkeord som "floating wetland" eller "floating park".

Produktene i oppgaven ble funnet gjennom omtale i litteraturen, og prosjekteksampler.

Aktuelle planter ble funnet gjennom å lete i plantelister til leverandører, søk i plantebøker, og innspill fra fagpersoner. Miljødirektoratet ble kontaktet for å forsøke å skape klarhet i lovverket knyttet til bruk av planter på vegetasjonsflåter.

De aller fleste tilgjengelige artiklene omtaler bruk av vegetasjonsflåter i et mildere klima enn Norge. Det er derfor tatt kontakt med leverandører og andre involverte i prosjekter i Norge, Sverige og Danmark for å forsøke å viderefremme erfaringer relevant for norsk klima. Informasjon om overførbarheten til norske forhold er også fremskaffet gjennom å kontakte fagpersoner med god kjennskap til norske vannmiljøer. Det er kontaktet limnolog, vann- og miljørådgiver, leverandør, og vedlikeholdsansvarlig. I de fleste tilfellene har det vært tilstrekkelig å stille spørsmål over e-post eller telefon, mens det i forbindelse med informasjonsinnhenting fra limnolog og vedlikeholdsansvarlig ble foretatt intervju. Intervjuet tok form som et semistrukturert intervju hvor enkelte spørsmål var skrevet på forhånd, men at det samtidig ble gitt rom for å samtale utenom de forhåndsnoterte spørsmålene.

Bruksområder

Forbedring av vannkvalitet

Forbedring av vannkvalitet er i de fleste tilfeller hovedgrunnen for å sette ut vegetasjonsflåter (Nakamura & Mueller, 2008). Det er gjennom flere studier påvist at vegetasjonsflåter kan ha en positiv effekt på vannkvaliteten (Nakamura & Mueller, 2008; Pavlineri et al., 2016; Tanner & Headley, 2011). Etersom det å bruke vegetasjonsflåter for å forbedre vannkvalitet er relativt komplekst med en rekke faktorer som spiller inn, vil beskrivelsen av dette bruksområdet være betydelig mer omfattende enn de andre bruksområdene. For dette bruksområdet vil det bli sett nærmere på hvilke mekanismer som spiller inn på vegetasjonsflåters evne til å bedre vannkvalitet, sammenligne vegetasjonsflåter med lignende løsninger, og til slutt gi en oppsummering på hvordan vegetasjonsflåter burde utformes for å bedre vannkvalitet i norske vann og vassdrag.

I litteraturen om vegetasjonsflåters renseseffekt vil man se at det finnes to typer flåter som øker oksygeninnholdet i vannet for gjennom det å øke den mikrobielle nedbrytingen (Lu et al., 2015). Disse går under navnet GAFI (Green energy Artificial Floating Island) og SAFI (Solar powered Artificial Floating Island). Dette er en form for tilleggsutstyr til vegetasjonsflåter som enkelte leverandører tilbyr, men det blir ikke gått nærmere inn på dette i oppgaven.

De fleste studiene på vegetasjonsflåter er gjort i mildere klima enn det vi har i Norge. Det vil derfor i noen tilfeller være nødvendig å diskutere overførbarheten av resultatene fra studiene ettersom det i denne oppgaven skal undersøkes potensialet for å bruke vegetasjonsflåter for å bedre vannkvalitet i Norge.

Ulike typer forurensning

Næringsstoffer

En av de mest utbredte formene for forurensning i ferskvann i Norge er næringsstoffer på avveie, enten fra kloakk eller jordbruk (Rohrlack, 2019). Det resulterer i eutrofiering og ubalanse for artene i og rundt vannmiljøene, i tillegg til at vannet blir lite innbydende for mennesker (Miljødirektoratet, 2018a).

Eutrofiering er i dag et stort problem globalt, spesielt i lavtliggende innsjøer og reservoarer. Stor tilgang på nitrogen (N) og fosfor (P) i vannmassene kombinert med sollys og tilstrekkelig temperatur fører til kraftig vekst i vannplanter og fytoplankton, etterfulgt av oksygenfattige forhold som følge av nedbrytningsprosesser. Resultatet er redusert vannkvalitet og tap av vannlevende organismer. De siste tiårene har vannblomst (fytoplankton-oppblomstring) globalt forekommet hyppigere enn tidligere. Klimaendringer i form av økt vanntemperatur forventes å kunne gi uventede fytoplankton-oppblomstringer på steder som i dag ikke opplever dette problemet. (Jones et al., 2017)

Miljøgifter

I forbindelse med avrenning fra vei, jordbruk, industri, og ved langtransportert forurensning kan det forekomme miljøgifter i overvannet. «Miljøgift er et grunnstoff eller en kjemisk forbindelse som enten har en kjent giftvirkning eller som mistenkes å gi forgiftningseffekter fordi de samles opp i næringskjeder på land eller i vann. Noen eksempler på miljøgifter er PCB, DDT, klorert benzen, dioksiner, furaner, tungmetaller, radioaktive stoffer og hormonlignende forbindelser» (Pedersen, 2018).

Dette er stoffer som ofte blir liggende i sedimentene på bunnen av innsjøer, men de kan også tas opp i organismer. Miljøgifter i organismene følger med næringskjeden og forekommer derfor av og til i høye konsentrasjoner høyt oppe i næringskjedene. En slik opphopning kan nå nivåer som er skadelig for de berørte organismene (Miljødirektoratet, 2016).

En del planter har evnen til å ta opp miljøgifter (IBV, 2018). Det er derfor mulig å binde miljøgifter i vannmiljøer ved å sette ut vegetasjonsflåter i vannmassene og la plantene ta opp miljøgiftene gjennom røttene. Miljøgiftene kan dermed bli bundet til planten og man må senere sørge for å høste plantematerialet for å forhindre at miljøgiftene går tilbake i næringskjeden. Piletrær har evnen til å blant annet ta opp det kreftfremkallende tungmetallet kadmium (Melin et al., 2004).

Miljøgifter som akkumuleres i planter opptrer som uorganiske elementer, eller persistente miljøgifter, og krever at plantematerialet fjernes for å ta stoffene ut av kretsløpet. Det finnes også nedbrytbare, organiske miljøgifter. Planter stimulerer til nedbryting av organiske miljøgifter enten indirekte, ved biofilm, eller i planten. (Miljødirektoratet, 2017)

Denne oppgaven tar for seg miljøgifter som helhet, og skiller ikke på de ulike typene ved senere omtale av miljøgifter.

Forsuring

Norske elver og innsjøer har siden overgangen til industriell tid blitt utsatt for forsuring, det gjelder spesielt kystnære områder i Sør-Norge. Hovedkilden til forsuring er langtransportert forurensning, med andre ord er hovedkildene utslipp med opphav utenfor Norges landegrenser som transporteres hit som partikler i luften. Nedfall av slike partikler som ender opp i vannmiljøer, medfører en lavere pH, noe som endrer livsgrunnlaget for en rekke organismer og kan føre til at populasjoner går tapt (Miljødirektoratet, 2018a).

Over tid vil opphopning av organisk materiale på vegetasjonsflåtene medføre noe lavere pH rundt vegetasjonsflåtene, men dette vil ha liten betydning for pH i resten av vannmassene (Rohrlack, 2019). Det er ikke kjent at forsuringsproblematikken er blitt koblet opp mot bruk vegetasjonsflåter, men det kan i fremtiden være interessant å gjøre studier på hvilken effekt vegetasjonsflåter har på pH i tillegg til å undersøke om det er potensiale for å øke pH ved bruk av vegetasjonsflåter.

Mikroplast

Plastpartikler under fem millimeter er definert som mikroplast. Disse partiklene kan igjen brytes ned til mindre biter og havne i kategorien nanoplast (Avset, 2017). Plasten som ikke blir håndtert på ordentlig måte ender ofte i vannveiene og til slutt i havet. Miljøgifter har en tendens til å feste seg på plastpartiklene, noe som over tid gjør at plastpartiklene får en høy konsentrasjon av miljøgifter festet til seg. Dette er et problem ettersom det er observert disse plastpartiklene kan gå gjennom cellemembraner og påvirke planter og dyr på cellenivå (Avset, 2017). Forskning på mikroplast har ikke pågått lenge, og det er enda mye uvisst om konsekvensene av mikroplast.

Det er ikke kjent at de tradisjonelle renseløsningene i landskapet fanger opp mikroplast. Vegetasjonsflåter er heller ikke brukt til dette formålet, men man kan bidra til mindre utslipp av mikroplast ved å konstruere vegetasjonsflåter av andre materialer enn plast.

Faktorer som påvirker vegetasjonsflåters renseseffekt

Følgende mekanismer spiller inn på vegetasjonsflåtenes evne til å forbedre vannkvaliteten, og vil bli ytterligere beskrevet videre i oppgaven:

- Biofilm
- Vegetasjon
 - fyto Remediering
 - filtrering, sedimentering
 - kjemisk påvirkning
- Sedimentasjon av partikler
- Dekning av overflaten

De fire overnevnte faktorene er avgjørende for å forbedre vannkvaliteten og kan bli forbedret ved å ta hensyn til:

- Innhøsting
- Sammensetning av vegetasjonsflåter
- Andre faktorer (muslinger, materialvalg, vekstmedium)
- Ytre faktorer (dybde, temperatur)

Biofilm

«Biofilm er kolonier av mikroorganismer omgitt av et slimlag som dekker overflaten til levende og ikke-levende materialer i tilknytning til vann eller fuktighet. I biologiske systemer er det biofilmer på alle indre og ytre overflater. Biofilm kan blant annet fjerne nitrogen ved hjelp av de-nitrifiserende bakterier.» (IBV, 2019)

Biofilm bidrar til vegetasjonsflåtens renseseffekt. Biofilm dannes på overflater under vann og vil derfor legge seg utenpå røttene og flåtens konstruksjon. Mengden med biofilm på en vegetasjonsflåte har derfor sammenheng med mengden overflate under vann. En studie fra 2016 undersøker biofilmens evne til å ta opp næringsstoffer sammenlignet med vegetasjon (Wu et al., 2016). I studien fra Wu et al., (2016) ble det undersøkt hvordan kunstige overflater, i form av kunstfiber, fungerte i forhold til vegetasjonsflåter med bare planter.

Opptak og nedbryting av forurensningsstoffer var nokså likt for flåten med bare kunstfiber og flåten med bare vegetasjon. Det forteller at renseseffekt kan forekomme uten bruk av planter, men at både biofilm og plantenes næringsopptak er viktig for å redusere mengden næringsstoffer i vannmiljøer. Vegetasjonsflåter som har ekstra stor overflate under vann presterer bedre i å redusere mengden næringsstoffer. Kombinasjonen av plantenes næringsopptak og stor overflate for biofilm er med andre ord det mest effektive for å fjerne næringsstoffer i vannmiljøene (Wu et al., 2016).

Fjerning av nitrogen ved hjelp av mikroorganismene på biofilmen kan skje gjennom nitrifikasjon (med oksygentilgang) og denitrifikasjon (uten oksygentilgang). Fjerning av nitrogen gjennom nitrifikasjonsprosesser på vegetasjonsflåter har vist seg å ha en effekt på mellom 600 mg/m²/dag og 4970 mg/m²/dag, avhengig av tilgangen på oksygen i vannet og tilgjengelig overflate for mikroorganismene. Fjerning av nitrogen gjennom denitrifikasjon har en effekt på mellom 975 mg/m²/dag og 100 600 mg/m²/dag, avhengig av tilgangen på karbon (organisk materiale). (Finnemore et al., 2010)

Biofilm vil kunne etablere seg lettere og prestere bedre på organisk materiale enn på f.eks. plast (Rohrlack, 2019). På en vegetasjonsflåte vil det avhengig av oksygeninnholdet i vannet forekomme både nitrifikasjon og denitrifikasjon. Planter som er tilpasset våtmark har evnen til å frakte oksygen ned i røttene som igjen diffunderer ut i sedimentene/vannmassene, noe som bidrar til økt nitrifikasjon (Rohrlack, 2019).

Biofilm kan også bidra til å ta opp tungmetaller selv om sedimentasjon av partikler er hovedkilden til fjerning av tungmetaller fra vannmassene (Headley & Tanner, 2012).

Firmaet Veg Tech opplyser om ett av sine produkt at 80 % av vegetasjonsflåtens forurensningsopptak skjer ved hjelp av biofilmen på overflater, mens 20 % skjer ved plantenes næringsopptak (Veg Tech, 2019).

Vegetasjon

Fytoremediering

Fjerning av forurensning ved hjelp av plantenes næringsopptak kalles fytoremediering.

I litteraturen finnes det motstridende resultater om planters innvirkning på renseseffekten ved bruk av vegetasjonsflåter. En overvekt av studier viser at plantenes opptak av total mengde nitrogen (TN) og total mengde fosfor (TP) bare står for en liten del av renseseffekten (Bu & Xu, 2013; Li et al., 2012; Wu et al., 2011). I disse tilfellene vil sedimentasjon og mikroorganismer i biofilmen være hovedkilden til reduksjon av TN og TP i vannmassene. Enkelte studier viser igjen at plantenes opptak er hovedkilden til rensing (Keizer-Vlek et al., 2014; Kyambadde et al., 2004).

I en norsk rapport om fangdammer er det beskrevet at fosforfjerning ved vegetasjonens opptak bare står for om lag 3 % av den totale fosforfjerningen i fangdammen (Bioforsk, 2008). Dette er et argument for å ikke høste vegetasjonen i fangdammer ettersom vegetasjonen har andre viktige funksjoner i en fangdam. Dette gir en indikasjon på forventet opptak av fosfor i vegetasjonen på vegetasjonsflåter.

Ulike planter tar opp forskjellige mengder av næringsstoffer og miljøgifter. Det er derfor hensiktsmessig å velge planter ut fra rensesebehovet for det aktuelle stedet. Det er samtidig viktig at plantene ikke er invaderende og at plantevalget er i tråd med lovverket. Pavlineri et al. (2016), viser til at planters evne til å ta opp næringsstoffer er blitt undersøkt i flere studier, men at det er vanskelig å forutsi planters næringsopptak ettersom det er mange faktorer som spiller inn, spesielt knyttet til klima og vannkvalitet. I rapporten konkluderes det med at en plantes evne til å ta opp næringsstoffer kan være svært forskjellig for ulike steder selv om planten ser ut til å ha en god etablering på stedet.

Dannelsen av biomasse har i flere studier vist seg å ha en sterk sammenheng med opptak av TN og TP fra vannmassene (Bu & Xu, 2013; Wu et al., 2011; Zhu et al., 2011). Planter som vokser fort og danner mye biomasse er derfor å foretrekke om man ønsker stort opptak av næringsstoffer.

Filtrering, sedimentering

Røttenes volum og struktur har vist seg å ha en innvirkning på renseeffekten (Weragoda et al., 2012). En viktig rolle røttene har er å bremse vannet slik at partikler sedimenteres under flåten. Det gjelder spesielt for fosfor og annen forurensing som er bundet til partikler. Et godt utviklet rotsystem vil også ha en større kapasitet til å ta opp næringsstoffer fra vannmassene.

Smith og Kalin (2001), gjorde målinger av partikler som ble fanget opp av røttene, og fant ut at 0,02 kg partikler ble fanget opp per m² rotoverflate på en to år gammel vegetasjonsflåte plantet med *Typha* i en avrenningsdam fra en gruve. Røttene på denne flåten målte 15 m² overflate per m² vegetasjonsflåte. En syv år gammel vegetasjonsflåte målte 114 m² rotoverflate per m² vegetasjonsflåte. Det ble estimert at en slik flåte ville samle opp 2,2 kg partikler per m² vegetasjonsflåte hvert år. (Smith & Kalin, 2001)

Kjemisk påvirkning

I naturlig våtmark har plantene evnen til å transportere luft ned i røttene som igjen diffunderer ut i omkringliggende sediment. Det bidrar til å oksidere/mineralisere nitrogenforbindelser til nitrat, som når det kommer bort fra røttene havner i oksygenfattige forhold som tillater denitrifisering til blant annet N² og lystgass som stiger opp som gass (Rohrlack, 2019). Dette kan sannsynligvis også skje i flytende våtmarker dersom det er tette bestander. Det betyr at man ved å plante våtmarksplanter kan oppnå lavere konsentrasjon av nitrogen i vannmassene uten å måtte høste biomassen til plantene. Enkelte vannplanter skiller ut kjemiske stoffer som hindrer vekst av alger (Rohrlack, 2019). Det

er usikkert hvor stor effekt dette har i forhold til skyggeeffekten til vegetasjonsflåtene, men det kan være en medvirkende faktor til å redusere vannbløst.

I en studie fra 2011 ble det observert at bare en liten del av kobber (Cu) og fosfor (P) fra vannmassene ble fjernet via planterøttene (Tanner & Headley, 2011). Likevel var den totale reduksjonen av Cu og P fra vannmassene betydelig høyere ved tilstedeværelse av vegetasjonsflåte enn ved bruk av en uplantet flåte med kunstige røtter tilsvarende overflaten til planterøttene. Det tyder på at plantene har en indirekte påvirkning på fjerning av Cu og P fra vannmassene. Det kan skje ved frigjøring av bioaktive forbindelser fra planterøttene, eller endringer i fysisk-kjemiske forhold i vannmassene ved å modifisere metallspesifikasjoner, eller ved å påvirke sorpsjonsegenskapene til biofilmen (Tanner & Headley, 2011).

Sedimentasjon av partikler

I et forsøk gjort på vegetasjonsflåter i 2013 ble det funnet ut at over 60 % av TN og TP ble fjernet ved sedimentasjon (Bu & Xu, 2013). Som nevnt tidligere er et godt utviklet rotsystem avgjørende for å oppnå rask sedimentering. Rotsystemet bidrar til sedimentering både ved å bremse vannstrømmen, og ved å fange opp små partikler som fester seg til hverandre og senere faller ned (Headley & Tanner, 2012).

Ettersom vegetasjonsflåter kan bidra betraktelig til sedimentasjon er det viktig at det også legges til rette for at man kan grave ut sedimentene for å fjerne forurensningen og for å forhindre at røttene på vegetasjonsflåten fester seg til bunnen. I motsetning til konstruert våtmark trenger man ikke å plante plantene på nytt etter utgraving av sedimentene ettersom flåtene er flyttbare. Derfor er det viktig å legge til rette for at vegetasjonsflåtene lett kan flyttes på for å sikre tilgang til maskiner (Headley & Tanner, 2012).

Dekning av overflaten

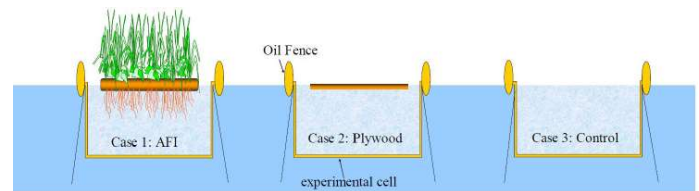
Oksygen er noe de aller fleste organismer i vannet er avhengig av. Vegetasjonsflåtene vil ha påvirkning på mengden oppløst oksygen i vannet på tre måter.

1. Diffusjon av oksygen fra vannoverflaten blir betydelig redusert ved økt andel vegetasjonsflåter, som medfører en mindre andel oppløst oksygen i vannet (Zhou & Wang, 2010).
2. Organisk materiale på vegetasjonsflåtene vil sette i gang nedbrytningsprosesser som krever oksygen. Det vil føre til en lavere andel oppløst oksygen i øvre vannsjikt (Rohrlack, 2019).
3. Et økt dekke av vegetasjonsflåter vil resultere i mindre sollys i vannet, som igjen medfører lavere vanntemperatur og en mindre andel fotosyntetiserende alger. Fotosyntetiserende alger er med på å øke oksygeninnholdet i vannet. Biofilmen som er festet til flåten vil dessuten hovedsakelig bestå av ikke-fotosyntetiserende bakterier ettersom det vil være fravær av sollys under flåten (Rohrlack, 2019).

De fleste forsøk på vegetasjonsflåter er småskalaforsøk hvor man ikke har studert forholdet mellom dekning av overflaten opp mot fjerning av forurensning. Det vil derfor være behov for utprøvinger i stor skala for å studere dette nærmere. Man vil imidlertid kunne anta at mengden forurensning i vannmassene vil avta med en økende konsentrasjon av vegetasjonsflåter. Konsentrasjonen med vegetasjonsflåter må likevel veies opp mot hensyn til økologi, landskapsbilde, vedlikehold og etableringskostnader.

I et småskalaforsøk med 100 % overflatedekning ble det brukt en vegetasjonsflåte av torv med planten *Phragmites australis* (takrør) (Jones et al., 2017). Det ble oppnådd en reduksjon av fytoplankton på 80 % sammenlignet med prøven som ikke hadde vegetasjonsflåte. Hovedmekanismene bak dette var mest sannsynlig redusert lysinnslipp i vannmassene i kombinasjon med plantenes opptak av næring.

Et annet forsøk understreker vegetasjonsflåtenes evne til å redusere oppblomstring av fytoplankton. I forsøket sammenlignet man 1) vegetasjonsflåte, 2) flåte uten vegetasjon, og 3) åpen vannoverflate, se figur 3.1. Flåten i testcellene dekket 33 % av vannoverflaten. Resultatet viste at planktonreduksjonen var betydelig høyere i testcellene med flåter nesten uavhengig av tilstedeværelse av vegetasjonen sammenlignet med cellen uten flåte, se figur 3.1 og 3.3 (Oshima et al. (2001) som referert i Nakamura & Mueller, 2008). Det gir en sterk indikasjon på at hovedmekanismen til redusert algeoppblomstring er flåtenes evne til å skygge for sollys ned i vannmassene. Dekning av overflaten har også innvirkning på mengden nitrogen i vannet, hvor vegetasjonsflåten oppnår størst reduksjon, se figur 3.2.



Experimental cell
Volume $48\text{m}^3 = 4\text{m} \times 6\text{m} \times 2\text{m}$ Depth (Area: 24m^2)
Area of Floating Island and Plywood: $8\text{m}^2 = 2\text{m} \times 4\text{m}$
Cover ratio: 33 %

Fig. 3.1: Illustrasjon av testcellene fra eksperimentet til Oshima et al. 2001.

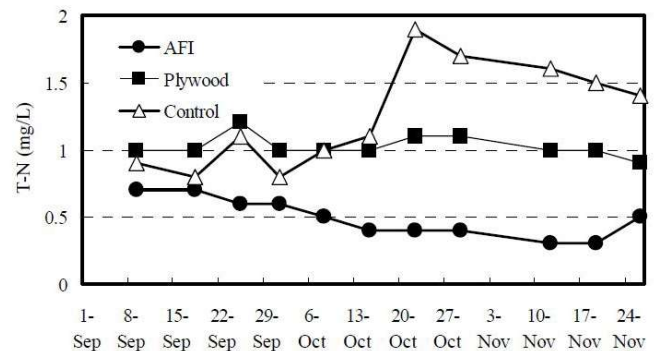


Fig. 3.2: Verdier av nitrogen i de ulike testcellene.

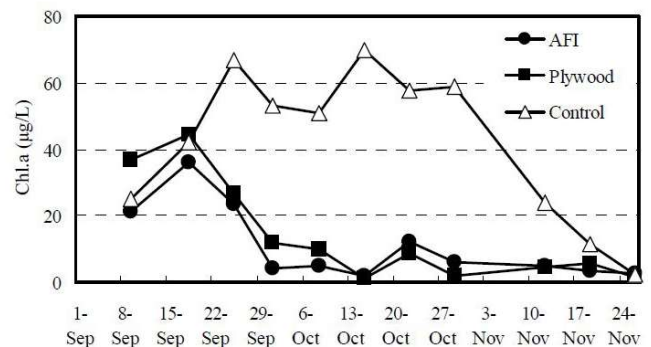


Fig. 3.3: Verdier av klorofyll a, som sier noe om mengden planteplankton i de ulike testcellene.

En toårig studie fra «The Upper Tone River Management Office» i Japan resulterte i en kurve som viser forholdet mellom prosentvis dekning av overflaten med vegetasjonsflåter og andelen fyttoplankton i vannmassene, se figur 3.4 (Nakamura, 2003 som referert i Nakamura & Mueller, 2008).

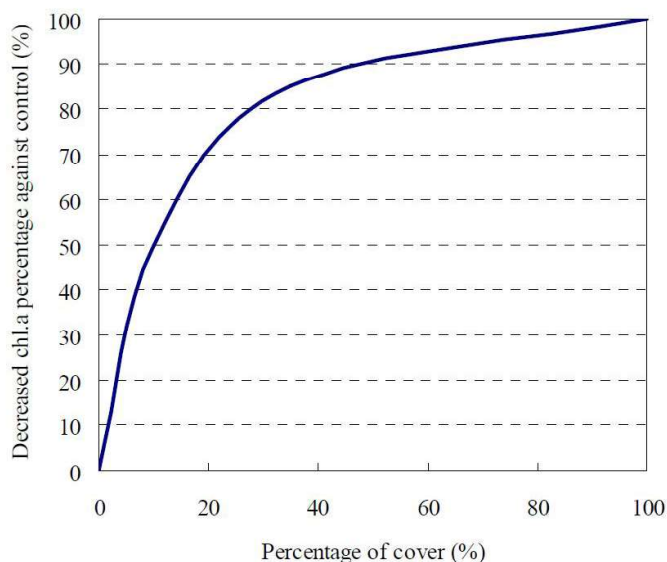


Fig. 3.4: Grafen viser forholdet mellom dekning av overflaten i vann i forhold til reduksjon av planteplankton.

Basert på denne kurven vil man kunne forvente en halvering i andelen fyttoplankton ved 10 % dekning av vannoverflaten med vegetasjonsflåter sammenlignet med om man ikke har vegetasjonsflåter. Det er imidlertid viktig å være klar over at andre faktorer også kan spille inn på andelen fyttoplankton, som næringstilgang i vannmassene, temperatur og vannutskifting. Vegetasjonsflåtenes evne til å skygge for sollys har likevel stort potensiale for å redusere andelen fyttoplankton.

Disse studiene viser at andelen vegetasjonsflåter kan spille en viktig rolle for å forhindre vannblomst og dermed bidra til mer stabile vannmiljøer som kan være innbydende for planter og dyr, og mennesker.

Sammensetning av vegetasjonsflåter for å øke renseseffekten

Lucke et al., publiserte i 2019 en litteraturstudie som tar for seg hvilken innvirkning sammensetning av vegetasjonsflåter har på renseseffekten (Lucke et al., 2019). Det ble hevdet at flere tidligere forsøk ville fått økt renseseffekt dersom flåtene hadde vært strukturert på en annen måte. En viktig forutsetning for å forbedre renseseffekten ved bruk av vegetasjonsflåter er at man kjenner til hydraulikken i vannet for det gjeldende stedet.

En avgjørende faktor for renseseffekten er at vannmassene får kontakt med vegetasjonsflåtens konstruksjon og rotmasse, og at man unngår at vannet passerer rundt flåten (Lucke et al., 2019). Vegetasjonsflåtene tar opp mer forurensning dersom de er sammensatt som en stor struktur istedenfor flere små. Den beste måten å sikre at mest mulig vann kommer i kontakt med vegetasjonsflåten er ved å installere et par rader med sammenhengende vegetasjonsflåter på tvers av rensedammen (Xavier et al., 2018).

Utformingen i studiene til blant annet Chang et al. (2013), Hartshorn et al. (2016), og Winston et al. (2013), består av mer eller mindre tilfeldig plasserte flåter i rensedammen. Lucke et al. (2019), beskriver dette som en «passiv» bruk av vegetasjonsflåter hvor vannet ikke blir tvunget til å passere gjennom vegetasjonsflåtenes rotmasse. Denne måten å plassere ut vegetasjonsflåter tillater at vannstrømmen går mellom flåtene, noe som resulterer i en relativt lav renseseffekt. De tre overnevnte studiene fant ut at en økt prosentandel vegetasjonsflåter resulterte i en bedre renseseffekt. De undersøkte likevel ikke hvordan de kunne strukturere vegetasjonsflåtene for å oppnå mer kontakt mellom røttene og det forurensede vannet.

En tett skjerm av vegetasjonsflåter nær innløpet i et renselasseng vil bidra til å fordele vannstrømmen i bredden. Dette optimaliserer sedimentasjonen ved å øke oppholdstiden og unngå kortslutninger i vannstrømmen (Åstebøl, 2019).

En riktig sammensetning av vegetasjonsflåter vil optimalisere renseseffekten, bidra til at man kan

redusere antallet vegetasjonsflåter, noe som vil føre til reduserte kostnader (Lucke et al., 2019). Figur 3.5 viser hvordan vegetasjonsflåtene «vanligvis» er strukturert i forhold til hvordan de burde være strukturert for å oppnå størst renseseffekt.

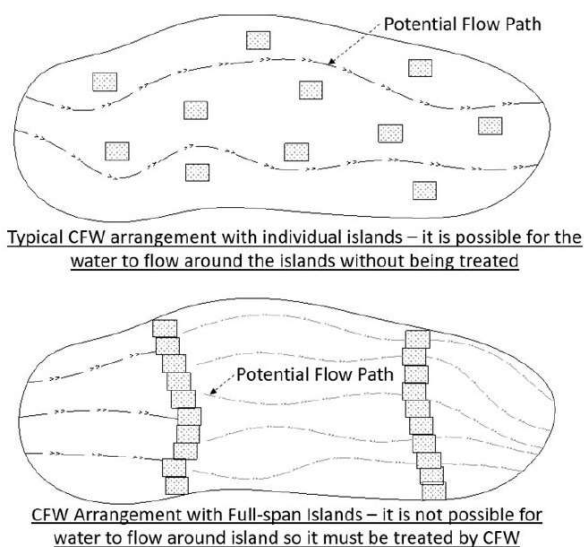


Fig. 3.5: Illustrasjonen viser hvordan vegetasjonsflåtene burde settes sammen for å optimalisere renseseffekten i følge Lucke et al., 2019.

Innhøsting

Høsting av plantematerialet gjøres for å forhindre at enkelte typer forurensning går tilbake til vannmassene. Det gjelder høsting av plantevev både over og under vann. For plantevev over vann er beste tidspunktet for høsting i juli eller august ettersom enkelte planter flytter mesteparten av næringsstoffene til røttene utover høsten (Wang et al., 2014). Det er gjort lite studier på innhøstningsteknikker, spesielt med tanke på røttene. Grunnen til at det finnes lite litteratur på innhøstingsmetoder er trolig at de fleste studier er gjort over kort tid. Det har dermed ikke vært behov for å sikre en videre overlevelse av plantene ved innhøsting. I Norge er det, på grunn av et kaldt klima, spesielt viktig å ta plantenes overlevelsessevne i betraktning ved nedskjæring dersom man ønsker at plantene skal komme tilbake til våren. Om man høster biomassen til plantene, spesielt røttene, vil det redusere overflaten for biofilm og evnen til å sedimentere partikkelbundet forurensning. Det er derfor usikkert om høsting av plantene vil resultere i en bedre vannkvalitet på sikt.

Andre faktorer

En studie utført i Kina så på renseseffekten ved å bruke muslinger som vannrensere i kombinasjon med mekanismene i biofilmen og vegetasjonen (Li et al., 2010). Studien viste en økt renseseffekt for TN, TP og ammonium dersom alle tre mekanismene på vegetasjonsflåten var til stede sammenlignet med om det bare var to mekanismer tilstede, f.eks. vegetasjon og biofilm. Dette er imidlertid ikke overførbart til norske vann og vassdrag ettersom den muslingen vi har i Norge kun holder til i sedimenter og vil derfor ikke ha mulighet til å etablere seg på vegetasjonsflåter (Rohrlack, 2019).

Materialet som blir brukt på flåten har en direkte betydning for renseseffekten. I en studie fra Kina ble det sammenlignet renseseffekt for TN (total mengde nitrogen), NO₃ (nitrat) og NH₄ (ammonium) ved bruk av 1) risstrå og 2) plastmateriale som substrat på vegetasjonsflåter i tillegg til 3) plante uten substrat. Resultatene viste at flåten med risstrå hadde betydelig bedre renseseffekt enn de to andre testene (Cao & Zhang, 2014). Risstrå og andre organiske materialer har evnen til å danne en tykkere biofilm ettersom det er en kilde til karbon og oksygen som igjen er nødvendig for nitrifikasjonsprosesser. Testen som hadde flåte med risstrå som substrat viste også betydelig lavere verdier av NO₂ (nitritt) i vannet sammenlignet med flåten med plastsubstrat. Disse resultatene samsvarer med uttalelsene til limnolog Thomas Rohrlack som i et intervju forklarer at organiske materialer vil kunne etablere biofilm og igangsette nedbrytningsprosesser raskere enn uorganiske materialer som f.eks. plast (Rohrlack, 2019).

For enkelte flåter er det vanlig å sette plantene i et næringsrikt vekstmedium på flåten for å sikre næring og fuktighet ved etablering. Det er blitt hevdet at planter som ikke er plantet i noen form for løst vekstmedium presterer bedre i å ta opp næring fra vannmassene ettersom de blir tvunget til å hente all næring fra vannet (Zhou & Wang, 2010).

Ytre faktorer

Vanndybde

Det er viktig å velge riktig vanndybde for flåten med tanke på plantenes rotsystem. Man må unngå å sette flåten for grunt dersom man ønsker å ivareta flyteevnen til flåten ved varierende vannstand. Samtidig er det ønskelig å få røttene så nærme bunnen som mulig for å fange opp mest mulig forurensning. Rotutviklingen vil avhenge sterkt av art og vannkvalitet men røttene vil sjeldent gå lengre ned enn en meter (Headley & Tanner, 2012). På grunn av sedimentasjon under vegetasjonsflåtene kan det være nødvendig å fjerne sedimenter for å ivareta en minimumsdybde på 0,8-1 meter (Headley & Tanner, 2012).

Temperatur/Årstider

I en studie utført i Japan hevdes det at vannkvaliteten i form av reduksjon av planteplankton bare ble forbedret ved hjelp av vegetasjonsflåter i sommerhalvåret og ikke på vinteren (Nakamura and Shimatani, 1997a som gjengitt i Nakamura & Mueller, 2008). Det vil være rimelig å anta at det samme gjelder i Norge. Ved lavere temperatur i går dessuten de biologiske prosessene saktere, noe som resulterer i en dårligere renseeffekt (Hu et al., 2010).

Sedimentasjon forårsaket av vegetasjonsflåter kan som nevnt tidligere stå for en betydelig del av renseeffekten. Vegetasjonsflåtenes påvirkning på sedimentasjon vil trolig være lik uavhengig av årstider og temperatur.

Ettersom en stor del av renseeffekten ved vegetasjonsflåter er drevet av biologiske prosesser (biofilm og fytoremediering) som er regulert av temperatur og lys, vil vegetasjonsflåter ha noe dårligere evne til forbedre vannkvalitet i kalde strøk i forhold til varmere strøk (Dunér & Myhrberg, 2014). Likevel viste en belgisk studie at renseeffekten var høyest ved en vanntemperatur mellom 5°C og 15 °C (Van de Moortel et al., 2010). Ved vanntemperaturer høyere enn 15°C eller lavere enn 5°C ble renseeffekten redusert. Generelt hemmes renseeffekten mer dersom temperaturen steg over 15°C enn under 5°C. De fleste forurensningsstoffene ble best fjernet om vår og sommer, mens mangan og bly ble best fjernet om høst og vinter (Van de Moortel et al., 2010).

Vegetasjonsflåter i forhold til andre løsninger

Vegetasjonsflåter som settes ut i en eksisterende dam krever ikke noe ytterligere jordarbeider eller ekstra landareal. Det blir hevdet av Nichols et al. (2016) at vegetasjonsflåter kan bidra til å redusere mengden forurensning til en betydelig lavere kostnad sammenlignet med andre alternativer slik som konstruert våtmark (Nichols et al., 2016).

Under planlegging av et boligområde i Australia ble den opprinnelige planen som inneholdt 26 000 m² konstruert våtmark (estimert kostnad \$2,7 M) erstattet av en ny plan med 2 100 m² vegetasjonsflåter (estimert kostnad \$1,7 M) (Macdonald et al., 2016). Det fremkommer ikke tydelig i kilden at det forventes like god forbedring av vannkvalitet, men det argumenteres for at vegetasjonsflåter, på grunn av høy andel biofilm, har en overlegen renseseffekt i forhold til konstruert våtmark.

Borne et al. (2013) fant i sin studie ut at rensedbasseng med vegetasjonsflåter forbedret vannkvaliteten i større grad enn rensedbasseng uten vegetasjonsflåter. Rensedbasseng med vegetasjonsflåter viste en redusert konsentrasjon på 41 % av totalt suspendert stoff, 40 % av partikkelbundet sink, 39 % av partikkelbundet kobber, 16 % av oppløst kobber i forhold til rensedammen uten vegetasjonsflåter (Borne et al., 2013).

I et annet eksperiment hvor vegetasjonsflåter ble installert i flere rensedbasseng ble det påvist en beskjeden forbedring av vannkvalitet som følge av vegetasjonsflåtene (Winston et al., 2013). Vegetasjonsflåtene dekket ca. 9 % av overflaten og var mer eller mindre tilfeldig fordelt utover vannoverflaten. I artikkelen beskrives det at de hadde forventet en større forbedring av vannkvaliteten dersom de hadde økt andelen vegetasjonsflåter. Man kunne også forventet en bedret vannkvalitet dersom vegetasjonsflåtene hadde ligget som et eller flere belter på tvers av rensedammene (Lucke et al., 2019).

I en studie av Revitt et al. (1997), ble det sammenlignet renseseffekt for tre forskjellige våtmarkssystemer (reedbed treatment systems) for avrenning fra Heathrow flyplass i London. Det ble sammenlignet konstruert våtmark, én med overrisling (surface flow) og én med strømning under overflaten (sub-surface flow) i tillegg til flytende våtmark. Studien målte utløpskonsentrasjonen fra september 1994 til september 1995 for BOD, COD, ledningsevne, ammoniakk, nitrat, fosfat, kalium, kadmium, krom, kobber, sink, og bly, og konkluderte med at de konstruerte våtmarkene (både surface og sub-surface flow) presterte bedre enn flytende våtmark for de aller fleste typene forurensning (Revitt et al., 1997). Verd å merke seg er at plantene ble festet i et nett, noe som antakeligvis ikke gav særlig stor overflate for biofilm sammenlignet med produktene til en del leverandører i dag f.eks. Veg Tech og Biomatrix Water. En annen faktor som er verd å merke seg er forskjellene i areal for konstruert våtmark og flytende våtmark. Begge de konstruerte våtmarkene var på 150 m² (30 m x 5 m) hver, mens den flytende våtmarken med 100 % dekningsgrad var på 15m². Det fremkommer ikke i artikkelen hvorfor arealene var så ulike, men denne store forskjellen vil uten tvil ha en innvirkning på resultatene og sannsynligvis betyr at flytende våtmark presterer bedre enn begge typene med konstruert våtmark per arealenhet.

For utforming av fangdammer er det kjent at overflatearealet er det viktigste dimensjoneringskriteriet for tilbakeholdingen av partikler i dammer (Bioforsk, 2008). Volumet av dammen er mindre viktig. Skal en partikkel holdes tilbake i en fangdam må den treffe bunnen (eller vegetasjon). Sedimentasjonshastigheten av leirepartikler er ekstremt lav noe som gjør at dypere fangdammer vil ha problemer med å fange opp disse partiklene. Grunnere vegetasjonskledde fangdammer er derfor mer effektivt for å fange opp små partikler (Bioforsk, 2008). På grunn av at vegetasjonsflåter tilfører betydelig større overflateareal for partikler til å feste seg på enn bunnfestet vegetasjon, er det rimelig å anta at bruk av vegetasjonsflåter vil kunne forbedre renseseffekten ytterligere i fangdammer.

Oppsummering

Det kan med trygghet slås fast at vegetasjonsflåter kan egne seg til å forbedre vannkvalitet også i Norge. Det kan være spesielt aktuelt å tilføre vegetasjonsflåter til eksisterende rensedammer for å øke renseseffekten ytterligere, eller i eutrofierte vann og dammer for å hindre algeoppblomstring. Basert på studier hvor vegetasjonsflåter er sammenlignet med konstruert våtmark er det grunnlag for å tro at vegetasjonsflåter kan prestere bedre enn konstruert våtmark. Det er derfor interessant å se nærmere på kostnader knyttet til etablering og vedlikehold av vegetasjonsflåter under norske forhold for å blant annet vurdere om man skal bruke vegetasjonsflåter istedenfor konstruert våtmark.

For å optimalisere renseseffekten til vegetasjonsflåtene bør utforming av vegetasjonsflåter og vannmiljø ta hensyn til følgende:

- Flåten bør ha stor overflate, helst av organisk materiale, som grobunn for biofilm.
- Flåtene bør danne en eller flere sammenhengende lineære strukturer på tvers av strømmen.
- Vanddybde under flåtene bør være omkring 0,8-1 meter.
- Flåtene må enkelt kunne flyttes for å kunne grave ut bunnsedimenter.
- Flåtene bør ha planter med hurtig vekst, mye biomasse og god rotutvikling.
- Flåtene bør ha våtmarksplanter med evnen til å transportere luft til røttene.
- Flåtene bør dekke en betydelig del av vannoverflaten for å unngå algeoppblomstring.
- Plantene på flåtene bør ikke plantes i næringsrikt substrat i etableringsfasen.

Øke biologisk mangfold

Ved å bruke vegetasjonsflåter kan man bedre vannmiljøet og skape habitat for vannlevende og landlevende organismer. Vegetasjonsflåter kan imidlertid også ha en negativ påvirkning på planter og dyr. I dette delkapitlet vil det bli sett nærmere på hvilken betydning vegetasjonsflåter kan ha på vannmiljøer og hva man kan oppnå med å bruke dem.

Vannkvalitet

Som nevnt i forrige delkapittel har vegetasjonsflåter en positiv innvirkning på vannkvaliteten ved at de binder næringsstoffer og miljøgifter, i tillegg til at de kan redusere andelen fytoplankton betraktelig. For vannmiljøer som er utsatt for forurensning i form av forhøyet tilførsel av næringsstoffer og miljøgifter, vil vegetasjonsflåter kunne stabilisere disse vannmiljøene og legge bedre til rette for plante- og dyreliv. Ettersom vegetasjonsflåtene kan absorbere miljøgifter er det viktig å sørge for en forsvarlig håndtering av plantene og flåtekonstruksjonen for å unngå at miljøgiftene kommer på avveie.

Oksygeninnholdet i vannet vil, som tidligere nevnt, bli redusert ved bruk av vegetasjonsflåter. Dette er viktig å være klar over ved valg av dekningsgrad av overflaten. Grunnere vann vil være mer utsatt for å bli oksygenfattig i forhold til dypere vann som følge av at høyere andel av vannmassene vil være i kontakt med nedbrytingen av sedimentene (Rohrlack, 2019). Ved høye vanntemperaturer er nedbrytingen ekstra høy, og vil kunne medføre oksygenfattige forhold i vannet (Rohrlack, 2019). Mesteparten av organismene i vann er avhengig av en viss mengde oppløst oksygen, noe som gjør at man i vannmiljøer som er spesielt utsatt for lave oksygenforhold bør være spesielt varsom med å sette ut vegetasjonsflåter.

Det er også flere organismer i vannet som er avhengig av lystilgang for å overleve. Det er derfor viktig å få til en balanse ved dekning av vannoverflaten for å ivareta levetilstand for disse organismene (Rohrlack, 2019).

Påvirkning på hydrologi

Vegetasjonsflåter som er plassert ute på vannet vil ha betydning på hydrologien ved at de bremser vannstrømmen og stabiliserer sjiktingen i vannet. Det er vanskelig å si om det vil ha en negativ eller positiv effekt på livet i vannet, men det kan bidra til at det etablerer seg mer av en type organismer. F.eks. kan noen alger foretrekke sirkulasjon, mens andre foretrekker stillestående vann. Vegetasjonsflåter langs land vil ha liten påvirkning på hydrologien (Rohrlack, 2019).

Tilføring av habitat

Som nevnt i introduksjonen er verdens våtmarker halvert siden 1900. Det har medført kraftig reduksjon hos en rekke arter som har dette som sitt naturlige habitat.

Vegetasjonsflåter kan også kalles flytende våtmark ettersom de har potensiale for å ivareta mange av funksjonene som en naturlig våtmark har. Det betyr at man ved å bruke vegetasjonsflåter kan skape habitat for en rekke organismer som er avhengige av våtmark. Det omfatter planter og dyr både over og under vann.

Når det bygges i vannkanten blir oftest overgangen mellom land og vann en hard vertikal konstruksjon. Det skaper et svært forskjellig habitat fra det som var der før byggingen fant sted. I slike tilfeller kan vegetasjonsflåter brukes for å få tilbake noe av det naturlige plante og dyrelivet i vannkanten, samtidig som det gir et grønnere uttrykk.

Vegetasjonsflåter kan også brukes i reguleringsmagasiner for å kompensere for tap av dyre og planteliv i den litorale sonen. Ettersom vegetasjonsflåter følger den varierende vannstanden gjør det dem spesielt egnet for slike vannmiljøer.

Grønne korridorer

Vegetasjonsflåter kan installeres for å skape korridorer for organismer. Det kan eksempelvis være blomstrende korridorer som forbinder habitater for insekter, eller sti for små og mellomstore dyr under broer. Dette kan være et spesielt interessant element for urbane områder hvor habitater ofte er fragmenterte. For flygende eller svømmende dyr og insekter trenger ikke vegetasjonsflåtene å skape sammenhengende korridorer, men de kan være plassert med en avstand som likevel gjør dem til egnede korridorelementer (stepping stones).

Vann er en barriere for mange organismer, noe som betyr at vegetasjonsflåter kan medføre at barriere-effekten opphører og at organismer får mulighet til å krysse. Dette er viktig å være klar over ettersom nye korridorer både kan by på muligheter og problemer for ulike organismer. Dersom utplassering av vegetasjonsflåter kan medføre at nye korridorer dannes burde man foreta en vurdering av konsekvensene det kan ha for gjeldende økosystemer.

Fuglebiotop

I en studie fra USA ble det undersøkt effekten av flytende hekkeområder for svartterne sammenlignet med naturlige hekkeområder. Det ble gjort undersøkelser for et år med tørke og et år med flom. Under året med tørke var overlevelsesraten lik, mens det året det var flom var overlevelsesraten mye høyere for fuglene som hadde valgt å hekke på flåtene ettersom reirene ikke ble oversvømt (Shealer, 2006). Flere andre rapporter beskriver hvordan vegetasjonsflåter kan fungere som hekkeplass for fugl (Nakamura & Mueller, 2008; Yeh, 2015).

Vegetasjonsflåtene kan utformes med ulike planter og materialer for å legge til rette for enkelte fuglearter. En del bakkehekkende fugler kunne fått en oppsving dersom det ble designet vegetasjonsflåter utilgjengelig for mink, ettersom den er skyldig i en sterk tilbakegang blant mange fuglearter i Norge (Miljødirektoratet, 2018b).

Danderyds kommune i Sverige har anlagt tre vegetasjonsøyer sammensatt av flere vegetasjonsflåter fra leverandøren VegTech. Gjennom mailutveksling med kommunen (Danderyds kommune, 2019) ble det forklart at den første øyen ble satt ut for å bedre vannkvaliteten, oppnå våtmarkseffekt, og for å øke fuglebestanden som i de senere årene hadde blitt dramatisk redusert. I løpet av to år ble det observert en økning i bestanden av blant annet hettemåke, som er en såkalt paraplyart (en art hvis bevaring fungerer som en beskyttende paraply for en rekke samlevende arter). Den første øyen var på 25 m² og som følge av positive resultater har kommunen valgt å sette ut to nye øyer.

En av grunnene til at vegetasjonsflåter er foretrukne hekkeplasser for fugl er sannsynligvis fordi de ofte er utilgjengelige for rovdyr og mennesker. Fugler ser likevel ut til å slutte å ta i bruk vegetasjonsflåter hvis vegetasjonen får vokst seg tett, trolig er dette på grunn av frykt for rovdyr som gjemmer seg i vegetasjonen (Finnemore et al., 2010). I mange tilfeller kan det være vanskelig å få etablert tett vegetasjon dersom det er et populært tilholdssted for fugl, grunnet slitasje. Etter å ha vært i kontakt med personer med ansvar for urbane vannmiljøer er det tydelig at det i mange tilfeller ikke er et ønske om flere fugler i tilknytning til vannelementene. Det gjør at man i enkelte tilfeller må vurdere hensyn til dyre- og planteliv opp mot hensyn til mennesker.



Fig. 3.6: Bildet viser den første vegetasjonsøyen som ble anlagt i Danderyds kommune, her i tilknytning til et innløp.

Fiskeyngel

Fiskebestanden i Lake Kasumigaura (Japan) dro fordel av utsetting av vegetasjonsflåter. Strukturen til vegetasjonsflåtene dannet habitat for sju forskjellige fiskearter og viste en enorm konsentrasjon av fisk sammenlignet med områder som ikke hadde vegetasjonsflåter. Flesteparten av fiskene i tilknytning til vegetasjonsflåtene var yngel, som igjen tiltrekker seg større fisk som jakter på yngelen (Mueller, 1996, som beskrevet i Nakamura & Mueller, 2008).

I Lake Biwa (Japan) ble det gjort telling av fiskeegg under vegetasjonsflåtene som viste en konsentrasjon av 56 600 egg/m² i gjennomsnitt, noe som understreker betydningen av vegetasjonsflåter som gyteplass for enkelte fiskearter (Nakayama, 1986).

Vegetasjonsflåter vil sannsynligvis kunne berike fiskebestander også i norske vann og vassdrag. Vegetasjonsflåter vil tilby flere økologiske nisjer enn om det er fravær av vegetasjonsflåter, og være egnet som skjulested for fisk (Rohrlack, 2019).



Fig. 3.7: Røttene under vegetasjonflåtene gir skjul for fiskeyngel og andre organismer.

Vegetasjon

Prosjektet på Lake Kasumigaura med ca. 1000 m² vegetasjonsflåter har gitt verdifull informasjon om flere miljømessige fordeler ved bruk av vegetasjonsflåter. Vegetasjonssammensetningen ble svært forandret i løpet av de tre første årene. Et par arter ble de mest dominerende, men også en rekke andre plantearter inntok flåten. De artene som ble dominerende resulterte i økt biomasseproduksjon over vann i forhold til gjennomsnittet for den opprinnelige sammensetningen. Det ble også observert at antall skudd for den mest dominerende planten var 424 skudd/m², noe som var tre ganger tettere enn den naturlige vegetasjonen i vannkanten (Nakamura et al., 1997b, som sitert i Nakamura & Mueller, 2008).

Når man eventuelt høster vegetasjonen eller fjerner flåtene er det viktig å gjøre det på et tidspunkt hvor spesielt fugl, men også andre organismer ikke er avhengig av flåten som habitat. Ved å fjerne dem på feil tidspunkt vil det kunne ramme økosystemet hardere enn om man hadde latt være å tilføre vegetasjonsflåter i utgangspunktet (Rohrlack, 2019). For vegetasjonsflåter med hekkende fugl burde man vente til slutten av sommeren med å høste vegetasjonen. Dette kan skape konflikt dersom vegetasjonsflåtene skal høstes for å fjerne forurensning, hvor høstingstidspunktet burde være i god tid før høsten (Wang et al., 2014).

I blant annet Danmark og Tyskland finnes leverandører av vegetasjonsflåter som kombinerer ulike flåtekonstruksjoner for å få en større variasjon i plantesammensetning og en mer naturlig overgang mellom flåte og vann. Den danske leverandøren «Nykilde» har et produkt som kalles «AquaGreen svømmende sivøer Type SRD» som består av en flytende matte som har liten flyteevne og blir liggende under vann når vegetasjonen er etablert, og en flytende matte med god flyteevne som blir liggende over vann med etablert vegetasjon. Dette systemet etterligner den naturlige overgangen fra vann til land og vil kunne tilby flere økologiske nisjer og dermed et større artsmangfold.

Lokasjon

Med tanke på limnologien vil det være særlig berikende å anvende flytende våtmark som en form for reetablering på steder som tidligere har mistet våtmark (Rohrlack, 2019). Norske elver har en naturlig stor variasjon i vannstand på grunn av snøsmelting. Vegetasjonsflåter vil følge disse svingningene og dermed fungere som habitat uavhengig av vannstand. Spesielt viktig er dette for vann og vassdrag som er påvirket av reguleringsmagasiner, hvor plante- og dyrelivet i litoral sone er sterkt redusert.

Det er viktig å tenke nøye gjennom hva man vil oppnå med å sette ut vegetasjonsflåter, men dersom man får til en fornuftig bruk og tar hensyn til de potensielle konsekvensene vegetasjonsflåter kan ha for livet i vann, vil vegetasjonsflåter være et positivt element (Rohrlack, 2019).

Oppsummering

Dersom vegetasjonsflåter brukes for å øke biologisk mangfold bør det tas hensyn til følgende:

Egenskaper ved utforming av flåten

- Flåtens evne til å ha variert plantesammensetning (høydeforskjeller).
- Flåtens evne til å være habitat for stedege arter.
- Bruk av stedege plantearter, spesielt nøkkelarter.
- Vegetasjon som gir skjul, både over og under vann.
- Vegetasjonsflåtens egnethet som hekke-/ oppholdsplass for fugl.

Faktorer ved vedlikehold og plassering

- Utsetting-, skjøtsel-, og høstingstidspunkt.
- Dekning av vannoverflaten sett i forhold til oksygenivå og lystilgang i vannet.
- Kunnskap om lokale korridorer og barrierer for arter i forbindelse med vannmiljøet.

Dyrking av mat

Selv om det er kjent at en rekke matplanter kan dyrkes i vann i såkalte hydroponics- eller aquaponics-anlegg, er ikke vegetasjonsflåter med hensikt å drive matproduksjon særlig omtalt i litteraturen. Vegetasjonsflåter er som tidligere nevnt brukt hovedsakelig for å bedre vannkvaliteten i forurensede vann og vassdrag. Det kan være en dårlig idé å kombinere vannforbedring med dyrking, ettersom enkelte planter også tar opp miljøgifter.

I Inle Lake i Myanmar har lokalbefolkningen i lange tider livnært seg på å dyrke mat på flåter. Årsaken til at lokalbefolkningen har valgt å bosette seg og dyrke ute i vannet er noe usikkert, men det kan skyldes knapphet på areal. Inle Lake har en naturlig varierende vannstand, noe som gjør at dyrking på flåter egner seg godt også i tørketiden. God tilgang på vann gjør at det er mulig å høste avlinger flere ganger i året enn om det ble dyrket på land. Flåtene er bygd opp av flyteplanter som er høstet inn og lagt lagvis før det sås frø på toppen. Flåtene må fornyes med jevne mellomrom ettersom flyteplantene brytes ned. Stokker som er stukket ned i mudderet holder flåtene på plass. (Alatalo, 2016)

En studie i Kina viste at plantene fra et område med vegetasjonsflåter oppfylte de gjeldende kravene i landet for å kunne brukes til dyrefôr i tillegg til at vegetasjonsflåtene ble brukt til å bedre vannkvaliteten (Zhao et al., 2013). Dersom man er sikker på at plantene på vegetasjonsflåtene ikke tar opp stoffer som kan være skadelige for mennesker og dyr, eller at man foretar tester av plantematerialet etter høsting, kan vegetasjonsflåter være et alternativ for matproduksjon.

Vegetasjonsflåter for matproduksjon kan sees i sammenheng med rekreasjon og urban dyrking. Man kan se for seg at vann og elver i urbane områder kan tas i bruk til matproduksjon i forbindelse med undervisning eller restaurantvirksomhet.

Dyrking på vegetasjonsflåter forekommer allerede utendørs i relativt stor skala, da helst i lukkede anlegg i form av at de ikke er tilknyttet et vassdrag (Mathisen, 2016). Fordelen med å ikke være tilknyttet et vassdrag er at man har bedre kontroll på vannverdiene og mulighet for å tilføre næring når det trengs. Å dyrke grønnsaker i lukkede «basseng» fører til minimalt med utslipp og kan dermed bidra til bedre vannkvalitet i lokale vassdrag. Ved å dyrke på vegetasjonsflåter med riktig næringstilgang kan avlingene bli flerdoblet samtidig som smaken er den samme som om man dyrker grønnsaker i jord (Mathisen, 2016).



Fig. 3.8: I Nederland undersøkes muligheten for å drive stor-skala dyrking av grønnsaker i utendørs bassenger.

Dersom man ønsker å dyrke mat på vegetasjonsflåter er det visse kriterier som er viktige for å lykkes:

Egenskaper for vegetasjonsflåten

- Lett å plante små spirer eller frø.
- Lett å høste.
- Lett å flytte på.

Faktorer for plassering

- Ferskvann
- Tilstrekkelig sol og temperatur for å gi god avling.
- Vannmasser med lite innhold av miljøgifter.
- Beskyttelse for vind og bølger (avhengig av type flåte og planter).
- Hensyn til biologisk mangfold. Plassering på grunt vann skygger ut bunnlevende arter som er avhengig av sollys.
- Hensyn til estetikk. Et dårlig estetisk uttrykk vil kunne medføre motstand fra lokalbefolkning.



Fig. 3.9: I Inle Lake, Burma dyrkes mat på vegetasjonsflåter laget av flyteplanter.

Sikring mot bølgeerosjon

Et nokså vanlig bruksområde for vegetasjonsflåter er bølgebryting for å hindre bølgeerosjon i strandlinjen. Vegetasjonsflåter har evnen til å stoppe mindre bølger og kan derfor benyttes til å hindre bølger fra å skape uønsket erosjon i strandlinjen. Vegetasjonsflåtene kan enten plasseres et stykke ut fra land eller langsmed land avhengig av hva som er det beste for stedet (Floating Island International, 2019). I Norge er nok ikke bølgeerosjon et utbredt problem, men det kan i enkelte tilfeller skape problemer langs strandlinjer uten vegetasjon som f.eks. i reguleringsmagasiner (Norark, 2014).

Historisk har beskyttelse mot bølgeerosjon bestått av strukturelle og ikke-strukturelle metoder slik som undervannsvegger, moloer, tilbakeføring av våtmark og vegetering (Martin ecosystems, 2017). Vegetasjonsflåter er en mellomting mellom strukturell og ikke-strukturell erosjonssikring hvor både flåtekonstruksjonen og vegetasjonen er med på å dempe bølgeenergien før den treffer land. Flere typer vegetasjonsflåter kan brukes som sikring mot bølgeerosjon, men det stilles krav til robusthet dersom det kan forekomme store bølger. «BioHaven® Floating Breakwater» er en type vegetasjonsflåte som skal kunne tåle bølger opp mot én meter (Martin ecosystems, 2017). Vegetasjonsflåter som er beregnet til bølgebryting kan også være aktuelle for elver hvor det kan være stor mekanisk belastning.

Dersom vannkanten er erosjonsutsatt og man ikke har noen form for bølgebryter i vannet er det i Norge vanlig å plastre vannkanten med stein for å skape en stabil kant (IGSNorge, 2019). Vegetasjonsflåter som bølgebryter kan gi et bedre estetisk uttrykk enn plastring av vannkanten.

En tenkelig situasjon hvor vegetasjonsflåter kan være egnet for å forhindre bølgeerosjon i Norge, er ved naturlig revegetering av vannkanter i forbindelse med byggeprosjekter. Dersom det i forbindelse med et byggeprosjekt er nødvendig med graving i vannkanten, kan man tenke seg at vegetasjonen fra vannkanten kan plasseres på vegetasjonsflåter frem til vannkanten er klar for revegetering. Da kan man enten flytte vegetasjonen fra vegetasjonsflåtene tilbake til vannkanten, eller man kan la vegetasjonen bli værende på vegetasjonsflåtene og la vannkanten revegetere seg selv. Her vil vegetasjonsflåtene kunne forhindre bølgeerosjon i etableringsfasen til plantene.

Dersom vegetasjonsflåter skal brukes til sikring mot bølgeerosjon er det viktig at disse kriteriene er oppfylt:

- Konstruksjon og koblinger som tåler stor mekanisk belastning.
- Planter som tåler mekanisk belastning.
- Stor vekt som kan absorbere bølgeenergien.



Fig. 3.10: Vegetasjonsflåter kan legges ut som belter for å dempe bølgene utenfor kystlinjer som er spesielt erosjonsutsatt, her i USA ved vegetasjonsflåter av typen BioHaven® Floating Breakwater.

Rekreasjon

Vegetasjonsflåter er et landskapselement som kan ha innvirkning på hvordan mennesker oppfatter vannmiljøer. Vegetasjonsflåter kan være elementer for å oppnå visuelle kvaliteter i et landskap, men det kan også være funksjonelle elementer tilrettelagt for menneskelig interaksjon. Det vil i flere tilfeller være naturlig at vegetasjonsflåter har en funksjonell betydning i form av å bedre vannkvalitet eller å fremme biologisk mangfold, samtidig som det er et landskapselement som i større eller mindre grad fremmer menneskelig interaksjon og rekreasjon.

For landskapsarkitekter vil vegetasjonsflåter kunne fungere som byggeklosser i landskapet for blant annet å skape rom, eller understreke siktlinjer. Dette åpner for å ta i bruk vannmiljøer på en ny måte ettersom man kan konstruere vegetasjonskledd øyer relativt raskt og enkelt med mulighet for å flytte rundt på øyene i ettetid. For å fremme landskapsestetikk er det viktig at man kjenner til utvalget av planter som er aktuelt å bruke for å oppnå ønsket uttrykk på vegetasjonsflåtene og landskapet som helhet.

Vegetasjonsflåter som bidrar til økt plante- og dyreliv i og rundt vannmiljøer, kan være en berikelse for mennesker og økosystemer. Menneskers relasjon til naturen har positiv påvirkning på menneskers fysiske og psykiske helse og bidrar samtidig til å styrke menneskers relasjon til naturen og fremmer et ønske om å verne om den (Soga et al., 2015). Vegetasjonsflåter i seg selv kan altså være helsefremmende ved at det kan være estetisk flotte elementer, men det vil også bidra til helsefremmende omgivelser ettersom det stimulerer til økt plante- og dyreliv i vannmiljøene i form av habitat for blant annet fugl og fisk, noe som igjen bygger menneskers relasjon til naturen.



Fig. 3.11: Vegetasjonsflåter fører til økt plante- og dyreliv, her er andunger observert på en vegetasjonsflåte fra Biomatrix Water.

Flytende park er et begrep som blir brukt når man ved flytende elementer tilrettelegger for menneskers bevegelse på vannet som ved sjøbadet på Sørenga i Oslo eller «Recycled Park» i Rotterdam, Nederland. I slike tilfeller, spesielt i ferskvann, er det aktuelt å benytte vegetasjonsflåter for å gi et grønt preg til den flytende parken. Som i konstruksjonen til «Recycled Park» er det mulig å tilrettelegge for både vegetasjon og bevegelser for mennesker på samme flåte. De fleste kommersielle vegetasjonsflåtene er ikke konstruert for å kunne gås på, i disse tilfellene må det benyttes en bryggegang som en separat konstruksjon for menneskelig bevegelse.



Fig. 3.12: Recycled Park i Rotterdam legger godt til rette for rekreasjon ved at enkelte flåtemoduler tillater gange og opphold.



Fig. 3.13: Vegetasjonsflåter festet til elvekanten er et effektivt virkemiddel for å gjøre urbane områder grønnere. Bider er fra Chicago.

Vegetasjonsflåter kan stimulere til økt menneskelig aktivitet i vannmiljøer ved at det tilrettelegger for visse typer aktiviteter. Det kan for eksempel være at vegetasjonsflåtene brukes til dyrking av mat, og/eller at det er knyttet opp mot undervisning. Vegetasjonsflåter kan også støtte opp om andre aktiviteter som bading, padling eller fiske ved å tilføre vegetasjon langs vannkanten eller som flytende øyer og skape frodige omgivelser. Evnen vegetasjonsflåter har til å bedre vannkvalitet vil også kunne øke populariteten til vannmiljøer.

Hensyn til sikkerhet er ofte en utfordring når det er tilrettelagt for ferdsel langs vann. Det er visse krav til dybder når man etablerer nye vannelementer for å unngå drukningsulykker, i tillegg til å ivareta riktige dybder kan også vegetasjonsbelter i vannkanten være en ekstra sikkerhet ettersom det reduserer tilgjengeligheten til vannelementet. Det er ikke kjent at vegetasjonsflåter er brukt for å redusere adkomsten til vannkanten, men det er trolig at det vil kunne tjene det formålet ettersom vegetasjonen på flåtene i seg selv vil være et hinder samtidig som vegetasjonsflåtene vil gynge og være vanskelig å ta seg frem på.

Et prosjekt av Sasaki langs en elv i Chicago har tatt i bruk vegetasjonsflåter (floating wetland gardens) for rekreasjonsformål. «Elvebredden har en rekke utstikkere og flytende våtmarker som tilbyr et interaktivt læringsmiljø om økologien i elven, i tillegg til fiskemuligheter og bevisstgjøring om stedegne planter.» (Landezine, 2016)

Vegetasjonsflåter for rekreasjon kan ha ulik utforming avhengig av hvilken sammenheng de brukes i. Følgende egenskaper vil være av høy prioritet i de fleste tilfeller:

- Plantevalg med pryddverdi.
- Plantevalg som fremmer biologisk mangfold.
- Muligheter for å tilpasse flåtens form og sammensetning.
- God tilgjengelighet til flåten for å drive vedlikehold.
- Tydelig kant på flåten som enten frastøter seg søppel eller forenkler fjerning av søppel.
- Holdbarhet for å unngå at flåten blir et forsøplingsproblem.



Fig. 3.14: Vegetasjonsflåter langs Chicago river plantet med lokale planter. Pålene forankrer flåtene og tillater flåtene å følge varierende vannstand.

Bruk av vegetasjonsflåter

Prosjekteksampler

Midstuedammen, Holmenkollen, Oslo

Byggeår: 2010/2011
Type flåter: Veg Tech

I forbindelse med opprusting av det nye Holmenkollen-anlegget foreslo Grindaker Landskapsarkitekter å sette ut vegetasjonsflåter i Midstuedammen. Formålet med vegetasjonsflåtene var å skape hekkeplasser for fugl i tillegg til å være et fint innslag i dammen (ØKAW-AS, 2011). Midstuedammen brukes som badeplass om sommeren og vannreservoar på vinteren. Varierende vannstand gjorde at vegetasjonsflåter egnet seg spesielt godt i dette tilfellet. Det ble observert fugl på flåtene de første årene etter etablering.

Etablering ble gjort av Seim planteskole, mens plantene ble levert av Veg Tech/Blomstertak. Kultur- og Idrettsbygg Oslo KF (KID) har ansvar for vedlikeholdet av dammen. Vegetasjonsflåtene hadde ikke behov for noe særlig vedlikehold men ble fjernet i 2017. Gjennom samtale med KID ble det forklart at årsaken til fjerningen var delvis på grunn av at flåtene etter hvert gikk i oppløsning, men også på grunn av en hendelse hvor en hund hektet seg fast i ankerwiren til en av flåtene (KID, 2019). Årsaken til at flåtene gikk i oppløsning er usikkert, men det er sannsynlig at det kan enten skyldes mekanisk belastning som følge av varierende vannstand mens flåtene var fryst fast, eller at badeturister har klatret på flåtene.

Bildene viser plasseringen av vegetasjonsflåtene i Midstuedammen med noen års mellomrom. Her kan man se at en flåte har blitt borte, mens enkelte har mistet biter.



Fig. 4.0: Flyfoto fra Midstuedammen fra årene 2011-2014-2017, viser hvordan vegetasjonsflåtene etter hvert har gått i oppløsning.

Sidebekk til Alnaelva ved Alna, Oslo

Byggeår: Usikkert, antageligvis rundt 2016.

Type flåte: Veg Tech

Det er satt ut vegetasjonsflåter i en sidebekk til Alnaelva i Oslo i et område omringet av veier og industriområder. Flåtene og plantene er levert av Blomstertak og er her satt ut i et vannmiljø som kan være utsatt for forurensning fra vei og industri. Flåtene har ingen forankring men vanddybden er så lav at røttene under flåtene til en viss grad holder flåtene fast til sedimentene. I forbindelse med en befaring ble det observert at en av flåtene lå delvis på land, noe som hadde resultert i at noen av plantene var visnet. Noe av plasten som vegetasjonsflåten er bygget opp av var synlig og var begynt å bli porøs og falle av. Det ble observert mange små lopper/krepsdyr under flåtene.



Fig. 4.1: Plasten på vegetasjonsflåten er eksponert



Fig. 4.2: Vegetasjonsflåter ved Alna, Oslo som ikke er forankret. En av flåtene ligger delvis på land.

Sjöängsbassängen i Stora Värtan, Täby kommun, Sverige

Byggeår: 2014

Type flåte: Veg Tech

I et havneområde i Täby kommun i Sverige ble det satt ut 360 m² med flåter med hensikt å bedre vannkvaliteten i havnebassenget. Vegetasjonsflåtene ble i utgangspunktet satt ut i fem smale bånd med lenser på sidene som tvinger vannet til å passere under flåtene. Området er utsatt for endringer i vannstand, bølger, vind og is, noe som gjorde at flåtene løsnet fra hverandre allerede etter den første vinteren. Etter første vinter ble restene av vegetasjonsflåtene satt sammen til en større øy. Etter andre vinter behøvdtes justeringer igjen ettersom noen av flåtene hadde lagt seg oppå hverandre. (Jacobs, 2019)



Fig. 4.3: Bildet er tatt i juli 2016 og viser hvordan noen av flåtene står enkeltvis, mens andre er plassert i grupper mellom lenser.



Fig. 4.4: Vegetasjonsflåtene i Stora Värtan er populært habitat for fugl.

Rönningesjön i Täby kommun, Sverige

Byggeår: 2013

Type Flåte: Veg Tech

150 m² med vegetasjonsflåter ble i 2013 etablert i Rönningesjön i Täby kommun i Sverige hvor vegetasjonsflåtene erstattet et kjemisk renseanlegg for overvann. Investeringskostnadene var på ca. en halv million SEK, men var beregnet å bli inntjent med bare et års opphøring av driften på det gamle renseanlegget. Driftskostnadene er beregnet å være betraktelig lavere ved å heller ta i bruk vegetasjonsflåter. Det er brukt lenser i plast for å bidra til økt sedimentasjon og for å lede vannet til vegetasjonsflåtene. (Jacobs, 2019)



Fig. 4.5: Vegetasjonsflåtene i Rönningesjön ligger mer lunt til og har klart seg bra.

Chicago Riverwalk

Byggeår: 2016

Type flåte: Egen flåtekonstruksjon basert på samme type flåte som Veg Tech

Vegetasjonsflåter er benyttet i forbindelse med transformasjon av deler av Chicagos elvbredder. Prosjektet er tegnet av Sasaki og har vunnet en rekke priser for god design som tar hensyn til rekreasjon og økologi.

Vegetasjonsflåtene er satt ut i den delen av elven som kalles Jetty. Hensikten med å bruke vegetasjonsflåter her er å tilføre stedegne lokale våtmarksplanter til elven og skape en læringsarena knyttet til elvas økologi. Vegetasjonsflåtene vil også bidra til en bedret vannkvalitet i elva og gi habitat for plante- og dyreliv.

Det er satt ut påler for å holde vegetasjonsflåtene i posisjon samtidig som det tillater at vegetasjonsflåtene følger varierende vannstand.

Mer informasjon om prosjektet:
<http://www.landezine.com/index.php/2016/07/chicago-riverwalk-expansion-by-sasaki/>



Fig. 4.6: Vegetasjonen er plantet i ulike nivåer for å oppnå større biologisk variasjon.

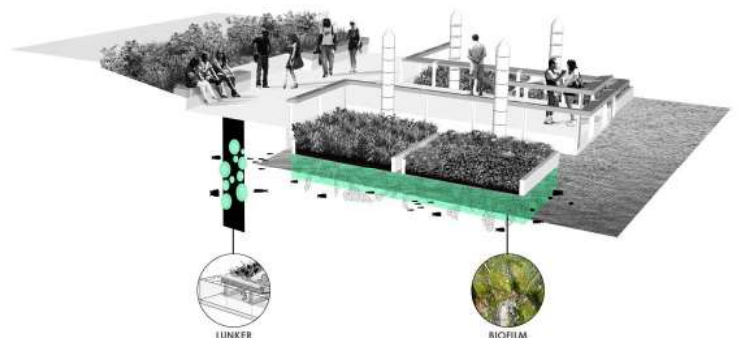


Fig. 4.7: Biofilmen på vegetasjonsflåtene bidrar til å ta opp forurensning fra elven.



Fig. 4.8: Vegetasjonsflåtene er med på å skape en grønnere havnepromenade.

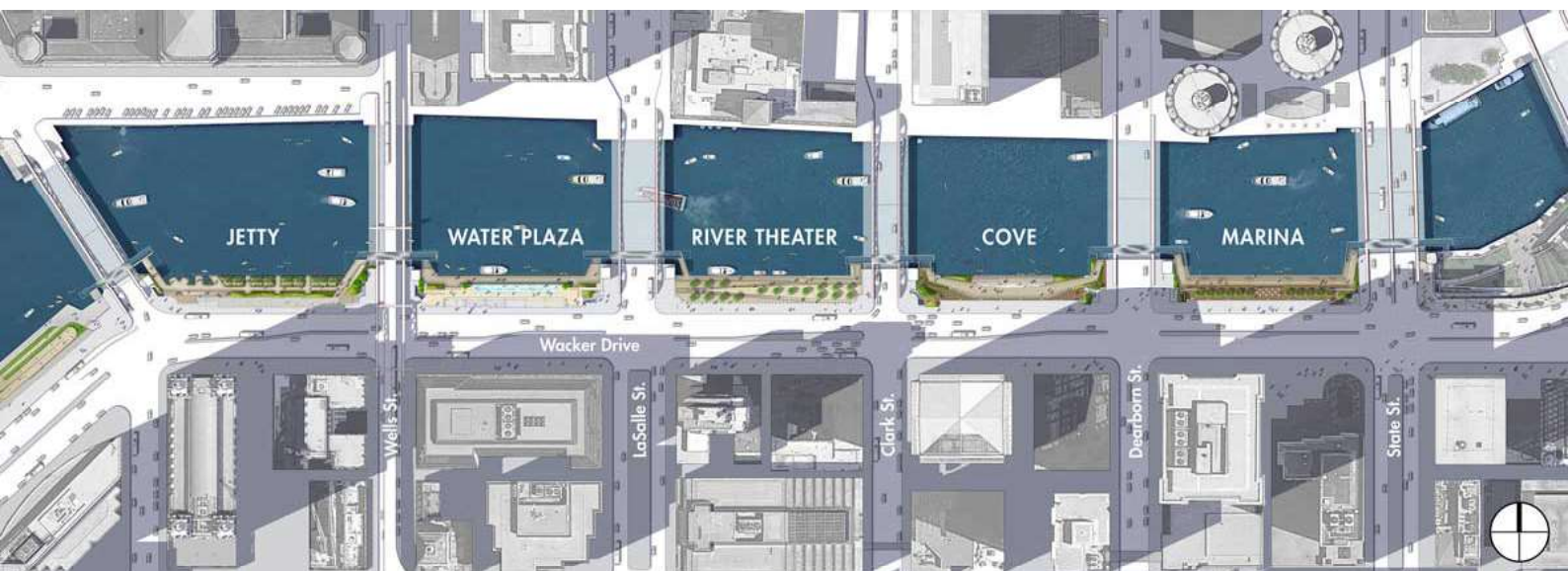


Fig. 4.9: Område "Jetty" er området med vegetasjonsflåter og er en del av et større transformasjonsprosjekt langs Chicago river.

Waterfront campus plan, Baltimore, USA

Byggeår: Ikke bygget

Type Flåte: Egen konstruksjon med bruk av samme type flåte som Veg Tech

Det ble bygget en test for å se om vegetasjonsflåter kunne bidra til en bedre vannkvalitet og et grønnere preg langs havnen i Baltimore USA. Myndighetene stilte seg skeptiske til vegetasjonsflåters påvirkning på oksygenforholdet i vannet, at det kunne skygge ut og utkonkurrere eksisterende vannvegetasjon, og at det kunne bli et avfallsproblem. Derfor ble initiativtakerne bedt om å bygge en testflåte langs havnen for å teste ut teknologien på steder før det ble gitt tillatelse til å settes ut flere vegetasjonsflåter. Testen holdt seg flytende, men ble skadet i en orkan, noe som medførte at det ble foretatt noen forsterkninger i konstruksjonen. Det ble observert en del liv både over og under vann i tilknytning til flåten samtidig som det ble påvist en forbedring av vannkvalitet av organismer på flåten. Etter vellykkede resultater for testflåten ble det gitt tillatelse til å skalere opp til 2 000 m² med vegetasjonsflåter i Baltimore havn.

Vegetasjonsflåtene laget for dette prosjektet er en kompleks konstruksjon med muligheter for å regulere oppdrift for hver enkelt modul, i tillegg til luftpumper under flåtene for å tilføre oksygen og holde flåten fri for is.

Mer informasjon om prosjektet:

https://www.asla.org/2018awards/454005-Urban_Aquatic_Health.html



Fig. 4.10: Området som tidligere var industri/havn blir transformert til et grønt vårmarksområde.



Fig. 4.11: Vegetasjonsflåten utviklet for dette prosjektet har ulike nivåer, mulighet for å justere høyden, og luftpumpe under flåten.



September



November



January



March

Fig. 4.12: Testflåten har vært under observasjon gjennom flere sesonger.

Produktoversikt

I dette kapittelet følger en oversikt over noen av de mest kjente leverandørene og produktene som er tilgjengelig på markedet og som kan være av interesse for landskapsarkitekter i Norge.

I Norge har vi to leverandører av vegetasjonsflåter:

- Blomstertak.no i Ås som er en del av Veg Tech
- Bergknapp med hovedavdeling i Sandnes.

Blomstertak leverer to typer flåter fra Veg Tech i tillegg til en type flåte fra Martin Ecosystems, mens Bergknapp leverer de ulike flåtene fra Bestmann Green Systems fra Tyskland.

Biomatrix Water holder til i Skotland, men har oppgitt at de også kan gjøre prosjekter i Norge.

De to siste flåtekonstruksjonene i denne oversikten er interessante flåtekonstruksjoner som er laget til spesifikke prosjekter men det er usikkert om det er mulig å bestille disse flåtene.

De mest utbredte vegetasjonsflåtene i handelen er preget av at pris, holdbarhet og vedlikehold er i fokus. Hensyn til økologi, landskapstilpasning og rekreasjon er faktorer som ofte er tatt lite hensyn til, men som kan være viktige for bruk i landskapsarkitekturprosjekter. Derfor er det foretatt en vurdering av vegetasjonsflåtenes evne til å imøtekomme disse hensynene. Vegetasjonsflåtenes mulighet for å ha ulike nivåer/høyder er viktig for å skape flere økologiske nisjer og mulighet for en større variasjon av planter for rekreasjonsformål. Formingsmuligheter er viktig for å kunne tilpasse flåtenes sammensetning til stedet. Muligheten for å kunne gå på flåtene kan være ønskelig for både vedlikehold og rekreasjonsmuligheter for vegetasjonsflåtene.

Samtlige flåtekonstruksjoner har en eller annen form for plast i konstruksjonen. Det er sannsynligvis på grunn av plastens holdbarhet, vekt og pris. Likevel

kan plast være et avfallsproblem mtp. mikroplast og dersom vegetasjonsflåtene ikke blir tatt hånd om etter endt levetid. De fleste flåtekonstruksjonene er på en eller annen måte beskyttet mot UV-stråler og annen påkjenning for å forhindre at plasten går i oppløsning. Likevel er det viktig å være klar over at enkelte plasttyper tåler mindre enn andre, noe som gjør det spesielt viktig å beskytte de mindre solide plasttypene.

Ulike plasttyper:

PP, polypropylen: lav slitestyrke, brytes lett ned av sollys med mindre den er tilsatt UV-stabiliserende stoffer.

PE, polyetylen: Brytes lett ned av sollys med mindre den er tilsatt UV-stabiliserende stoffer.

HDPE, HD-polyetylen: Slitesterkt og bestandig mot sollys.

PET, polyetylenereftalat: Middels slitestyrke, brytes ned av sollys.

PUR, polyuretan: Har stor variasjon av egenskaper avhengig av tilsetninger.

PA, polyamid: Relativt bestandig mot vær og kjemikalier.

PVC, polyvinylklorid: Høy slitestyrke, brytes ned av sollys

Veg Tech, Floating Island International

Produktnavn: Flytende vegetasjon/våtmark

Leverandør: Blomstertak.no via Veg Tech

Størrelser på moduler: 1 m x 2 m

Form på moduler: Rektangulær

Materialer: Plast (HDPE, PUR)

Oppdriftskonstruksjon: Lommer av polyuretan (PUR/PIR) i flåten

Vegetasjonsetablering: Vegetasjonsmatte

Levetid: Minst 20 år

Forankring: Overlates til entreprenør

Kan leveres med fuglenett: Ikke oppgitt

Nettside for mer informasjon:

Norsk: <https://www.vegtech.no/vannmiljo/flytende-vegetasjon/>

Svensk: <https://www.vegtech.se/vatten/flytande-vatmark/>

Vurdering av flåten:

- Ulike nivåer: Nei
- Formingsmuligheter: Dårlig
- Tilstrekkelig oppdrift for å kunne gå på: Ikke oppgitt

Produktnavn: Flytande växtö

Leverandør: Blomstertak.no via Veg Tech

Størrelse på moduler: 1 m x 1,55 m

Form på moduler: Rektangulær

Materialer: Kokosfiber, plast (PP, HDPE)

Oppdriftskonstruksjon: Skumplast (HDPE)

Vegetasjonsetablering: Pluggplanter

Levetid: 5 år

Forankring: Forankres ikke

Kan leveres med fuglenett: Ikke oppgitt

Nettside for mer informasjon: <https://www.vegtech.se/vatten/flytande-vaxto/>

Vurdering av flåten:

- Ulike nivåer: Nei
- Formingsmuligheter: Dårlig
- Tilstrekkelig oppdrift for å kunne gå på: Ikke oppgitt



Fig. 4.13: Flytende våtmark



Fig. 4.14: Flytande växtö

Martin Ecosystems

Produktnavn: BioHaven® Floating Breakwater

Leverandør: Blomstertak.no/Martin Ecosystems

Størrelse på moduler: 1,30 m x 4,95 m og 1,90 m x 4,95 m

Form på moduler: Rektangulær

Materialer: Plast (PET, PUR, PA), polyurea

Oppdriftskonstruksjon: Lommer av polyuretan (PUR) i flåten.

Vegetasjonsetablering: Pluggplanter

Levetid: Ikke oppgitt

Forankring: Tilbyr produkt og veiledning

Kan leveres med fuglenett: Ikke oppgitt

Nettside for mer informasjon: <https://martinecosystems.com/products/floating-breakwater/>

Vurdering av flåten:

- Ulike nivåer: Nei
- Formingsmuligheter: Dårlig
- Tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på: Ikke oppgitt



Fig. 4.15: Martin Ecosystems



Fig. 4.16: Martin Ecosystems

Floating Island International

Produktnavn: Floating island (tidligere flytende våtmark fra Veg Tech)

Leverandør: Floating Island International

Størrelser på moduler: 1,54 m x 243/ 245 m x 305 m/
310 m x 355 m

Form på moduler: Rektangulære (kan skjæres til andre former)

Materieler: Plast (PET)

Oppdriftskonstruksjon: Flåten som helhet

Vegetasjonsetablering: Pluggplanter

Levetid: Ikke oppgitt

Forankring: Overlates til entreprenør

Kan leveres med fuglenett: Ikke oppgitt

Nettside for mer informasjon: <https://floatingislandswest.com/customized-floating-islands/>

Vurdering av flåten:

- Ulike nivåer: Hvis den kuttes til
- Formingsmuligheter: Bra
- Tilstrekkelig oppdrift for til å kunne gå på: Ja



Fig. 4.17: Floating island international



Fig. 4.18: Floating island international

Biomatrix Water

Produktnavn: Floating ecosystem/walkway

Leverandør: Biomatrix Water (UK)

Størrelse på moduler: 1,15 m x 2,30 m og
1,15 m x 3,00 m

Form på moduler: Rektangulære og triangulære

Materialer: Plast (HDPE, PP), kokosfiber, rustfritt stål

Oppdriftskonstruksjon: Plast-pontonger i flåten

Vegetasjonsetablering: Vegetasjonsmatte (2D),
pluggplante (3D/4D)

Levetid: Minst 20 år

Forankring: Overlates til entreprenør

Kan leveres med fuglenett: Ja

Nettside for mer informasjon: <http://www.biomatrixwater.com/floating-ecosystems/>

Vurdering av flåten:

- Ulike nivåer: Ja
- Formingsmuligheter: Bra
- Tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på: Ja, på bestilling

“2D-structure”



Fig. 4.19: Biomatrix Water

“3D/4D-structure”



Fig. 4.20: Biomatrix Water

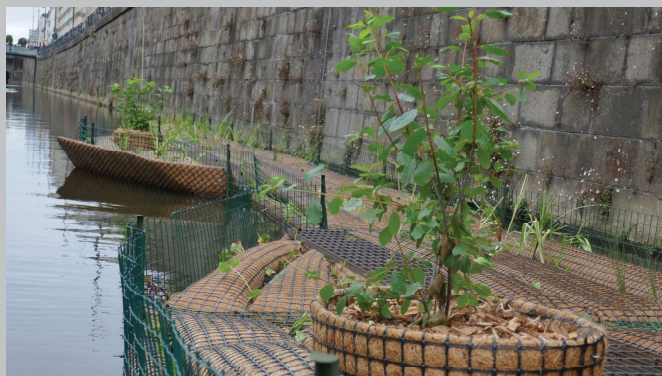


Fig. 4.21: Biomatrix Water



Fig. 4.22: Biomatrix Water

Beemats

Produktnavn: BEEMATS HARVESTABLE
FLOATING TREATMENT WETLANDS

Leverandør: Beemats (USA)

Størrelse på moduler: 1,22 m x 2,44 m

Form på moduler: Rektangulær (kan enkelt kuttes i annen form)

Materialer: Plast (PA, PP) rustfritt stål

Oppdriftskonstruksjon: Plastmatter

Vegetasjonsetablering: Planter i pottes

Levetid: Ikke oppgitt, plantene høstes hver sesong

Forankring: Overlates til entreprenør

Kan leveres med fuglenett: Ikke oppgitt

Nettside for mer informasjon: <http://www.beemats.com/home.html>

Vurdering av flåten:

- Ulike nivåer: Nei
- Formingsmuligheter: Bra
- Tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på: Nei



Fig. 4.23: Beemats



Fig. 4.24: Beemats

Bestmann Green Systems - AquaGreen®

Produktnavn: AquaGreen® floating wetland blankets

Leverandør: Bergknapp (via Bestmann Green Systems i Tyskland)

Størrelse på moduler

SRD: 1,18 m x 2,50 m (andre størrelser tilgjengelig på forespørsel)

SRD-M: 1 m x 2 m (andre størrelser tilgjengelig på forespørsel)

SRD-R: Ø 0,5 m og 0,75 m

SRD-G: 1 m x 2 m (andre størrelser tilgjengelig på forespørsel)

Form på moduler

SRD: Rektangulær

SRD-M: Rektangulær

SRD-R: Sirkulær

SRD-G: Valgfri polygon-form

Materialer

SRD: Plast (PP, PE)

SRD-M: Plast (PE)

SRD-R: Plast (PP, PE)

SRD-G: Plast (PP,PE/PA)

Oppdriftskonstruksjon: Plastpølser i/under flåtene

Vegetasjonsetablering: Vegetasjonsmatte

Levetid: Ikke oppgitt

Forankring: Kan leveres

Kan leveres med fuglenett: Ja

Nettside for mer informasjon

Dansk: <https://nykilde.dk/shop/157-aquagreen-sivplanteoer-produktinformation/>

Tysk: <https://www.bestmann-green-systems.de/produktgruppen/begruente-schwimmende-systeme-aquagreen/roehrichtinsel>

Vurdering av flåtene

- Ulike nivåer: Nei

- Formingsmuligheter: Bra for SRD og SRD-G, dårlig for SRD-M og SRD-R

- Tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på: Nei

SRD



Fig. 4.25: Bestmann Green Systems

SRD-M



Fig. 4.26: Bestmann Green Systems

SRD-R



Fig. 4.27: Bestmann Green Systems

SRD-G



Fig. 4.28: Bestmann Green Systems

Produktnavn: AquaGreen® floating islands - SK

Leverandør: Bergknapp (via Bestmann Green Systems i Tyskland)

Størrelse på moduler: L: 2,4 m for SK 24 A, L: 2,9 m for SK 30A

Form på moduler: Triangulær

Materialer: Plast (PE,PP) for SK 24A, Rustfritt stål for SK 30A

Oppdriftskonstruksjon: Rammekonstruksjonen og eventuelt flytematte under vegetasjonsmatte

Vegetasjonsetablering: Vegetasjonsmatte

Levetid: Ikke oppgitt

Forankring: Kan leveres

Kan leveres med fuglenett: Ja

Nettside for mer informasjon:

Dansk: <https://nykilde.dk/shop/164-aquagreen-svoemmeoeer-type-sk/>

Tysk: <https://www.bestmann-green-systems.de/produktgruppen/schwimmkampe>

Vurdering av flåtene

- Ulike nivåer: Nei
- Formingsmuligheter: Middels
- Tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på: Ikke oppgitt

SK 30A



Fig. 4.29: Bestmann Green Systems

SK 24A



Fig. 4.30: Bestmann Green Systems



Fig. 4.31: Bestmann Green Systems. Tilrettelagt for fugl

Produktnavn: AquaGreen® floating barriers
Leverandør: Bergknapp (via Bestmann Green Systems i Tyskland)
Størrelse på moduler: L: ca. 3 m B: ca. 0,6 m
Form på moduler: Pølseform
Materialer: Plast (bl.a. PVC), kokosfiber
Oppdriftskonstruksjon: Plastpølse
Vegetasjonsetablering: Forhåndsdyrkede vegetasjonspølser
Levetid: Ikke oppgitt
Forankring: Kan leveres
Kan leveres med fuglenett: Nei

Nettside for mer informasjon:

Dansk: <https://nykilde.dk/shop/133-aquagreen-svoemmende-groen-flydespaerre-type-tw200-tw200-ts-tw-srd/>

Tysk: <https://www.bestmann-green-systems.de/produktgruppen/schwimmende-tauchwand>

Vurdering av flåte

- Ulike nivåer: Nei
- Formingsmuligheter: Middels
- Tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på: Ikke oppgitt



Fig. 4.32: Bestmann Green Systems



Fig. 4.33: Bestmann Green Systems



Fig. 4.34: Bestmann Green Systems

RECYCLED ISLAND FOUNDATION

Produktnavn: Recycled Island / Floating park

Leverandør: Recycled Island Foundation

Størrelse på moduler: Ca. 3 m bredde

Form på moduler: Heksagonal

Materialer: Plast (PET)

Oppdriftskonstruksjon: Innebygde luftflommer

Vegetasjonsetablering: Vegetasjonsmatte eller pluggplanter i substrat

Levetid: Ikke oppgitt

Forankring: Ikke oppgitt

Kan leveres med fuglenett: Ikke oppgitt

Nettside for mer informasjon:

<http://www.recycledisland.com/floatingpark.html>

Vurdering av flåte

- Ulike nivåer: Ja
- Formingsmuligheter: Middels
- Tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på: Ja, for enkelte moduler



Fig. 4.35: Recycled Island Foundation



Fig. 4.36: Recycled Island Foundation

Ayers Saint Gross - Floating wetland prototype

Produktnavn: National aquarium Floating wetland prototype

Leverandør: Ayers Saint Gross

Størrelse på moduler: Ikke oppgitt

Form på moduler: Rektangulær base, formbar overflate

Materialer: Plast (PET, HDPE), sement

Oppdriftskonstruksjon: Pontonger (HDPE) med vann/luft-pumpe for høydejustering

Vegetasjonsetablering: Pluggplanter

Levetid: Ikke oppgitt

Forankring: Ikke oppgitt

Kan leveres med fuglenett: Ja

Nettside for mer informasjon:

<https://asg-architects.com/a-new-model-for-floating-wetlands/>

Vurdering av flåte

- Ulike nivåer: Ja
- Formingsmuligheter: Bra
- Tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på: Ja



Fig. 4.37: Ayers Saint Gross



Fig. 4.38: Ayers Saint Gross

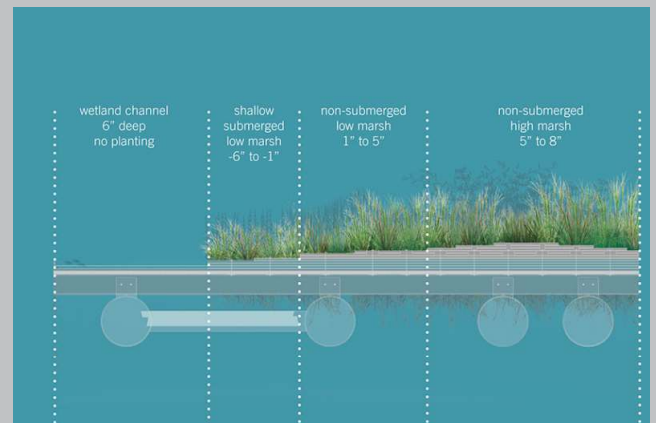


Fig. 4.39: Ayers Saint Gross

Plantevalg

Planter som er egnet til vegetasjonsflåter er i hovedsak «helofytter», «planter som er tilpasset et liv i eller i nær tilknytning til vann gjennom forekomst av luftkanaler i rot, stengel og/eller blad; rota eller rotstokken kan mer eller mindre permanent stå i vann mens blader og blomster rager opp i «lufta.»» (Artsdatabanken, 2019)

Hvilke planter som kan benyttes på vegetasjonsflåter må sees i sammenheng med vannmiljøet vegetasjonsflåten skal settes ut i og typen vegetasjonsflåte som benyttes. Dersom vegetasjonsflåten har ulike høyder, gir det rom for å plante flere typer planter. En del planter liker høy grad av fuktighet, men tåler likevel ikke at hele rotsystemet er under vann (se plantelisten). Disse plantene vil kunne benyttes dersom vegetasjonsflåten kan legges til rette for planting over vannlinjen.

Næringstilgangen i vannet vil spille en stor rolle for hvilke planter som kan vokse der og hvor raskt plantene etableres. Næringsrikt vann resulterer ofte i en voldsom tilvekst av arter som dunkjervele og stor piggeknepp (Bioforsk, 2008). Mens vegetasjonsflåter i næringsfattig vann vil få en mer beskjeden tilvekst av egnede arter som flaskestarr og duskmyrull.

Ved tilplanting i vannmiljøer i tilknytning til vassdrag er det viktig å bruke norske plantearter og stedegent plantemateriale. «Dette vil forbygge spredning av konkurransesterke plantearter som kan få en uønsket stor utbredelse, stimulere til å beholde lokalt genetisk mangfold, samt forebygge spredning av sykdommer og skadedyr.» (Bioforsk, 2008, s. 28)

«Et sammensatt vegetasjonssamfunn er bedre egnet framfor en monokultur pga. større evne til å motstå sykdommer, insektangrep og miljøforandringer. Vi vet foreløpig lite om den enkelte arts betydning for renseseffekten. Dekningsgraden av plantedekke vil derfor ha større betydning enn sammensetningen. Opptaket av nitrogen og fosfor i vegetasjonen er vanligvis liten sammenlignet med andre rensesprosesser.» (sitat om bruk av planter i fangdammer (Bioforsk, 2008, s.29)).

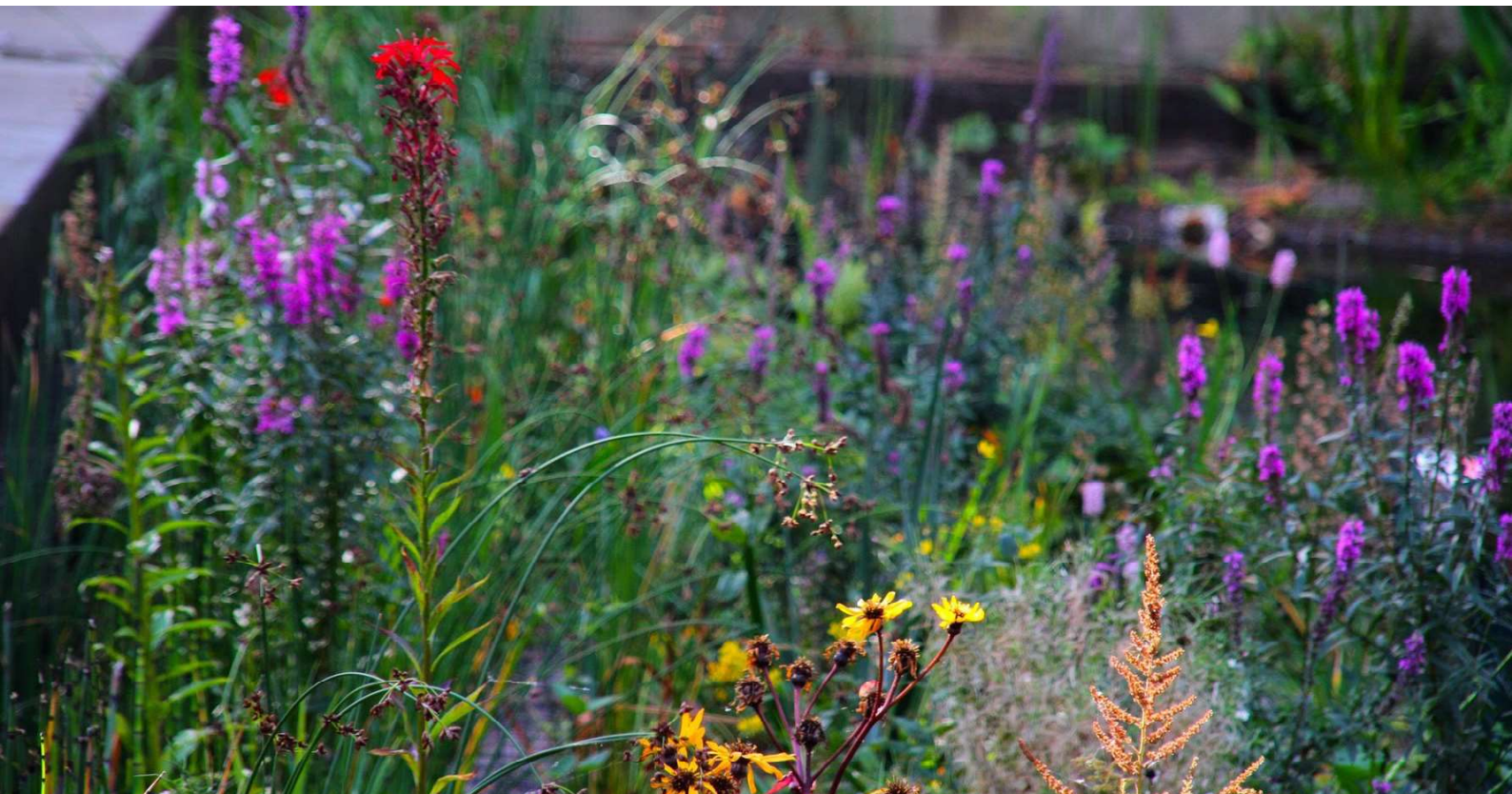


Fig. 4.40: Planter på flåte fra Biomatrix Water

Lover for utsetting av planter på vegetasjonsflåte

Lovverket knyttet til bruk av planter er noe komplisert. For å skape klarhet om hva som er gjeldende lov rundt utsetting av planter på vegetasjonsflåter ble miljødirektoratet kontaktet for å gi en uttalelse, i tillegg til at naturmangfoldloven og forskrift om fremmede organismer ble grundig studert. Forklaringen som blir gitt under er basert på synet til undertegnede, innspill fra biveileder for oppgaven og fra miljødirektoratet, men det er likevel ingen garanti for at det er rettslig korrekt.

En del av unntakene fra krav om tillatelse ved utsetting av fremmede organismer som er gitt i forskriften om fremmede organismer §11 gjelder bare for landlevende planter. Hensikten med å ha strengere regler for planter som har sitt naturlige leveområde i vann skyldes trolig at mange av disse plantene ofte kan spre seg over store avstander gjennom vannveiene, og dermed kan utgjøre en stor trussel hvis de viser seg å være en invaderende plante. Ved utsetting av planter på vegetasjonsflåter må det derfor vurderes om plantene har sitt naturlige leveområde i vann og om planten derfor lett kan spre seg i vannmiljøet.

Ved utsetting av planter som har sitt naturlige leveområde i vann er det søknadsplikt med mindre plantene er av en stedegen stamme.

Dersom planten har sitt naturlige leveområde på land er det ikke like strenge regler. Dersom det benyttes landlevende planter på en vegetasjonsflåte i en privat hage, utført av en privatperson, er det ikke behov for å søke tillatelse. Dersom det benyttes landlevede planter i parkanlegg og andre dyrkede områder, samt transport- og næringsutbyggingsområder, er det ikke behov for å søke tillatelse dersom det foreligger en vitenskapelig risikovurdering av plantene og plantene ikke er oppført på forbudslisten. Kravet om vitenskapelig risikovurdering av plantene er gitt utsatt ikrafttreden hvis plantene i liten grad kan påregnes å spre seg utenfor området og spredningen ikke kan påregnes å medføre fare for uheldige følger for det biologiske mangfold. Det betyr at alle landlevende planter som i liten grad kan påregnes å spre seg fra en vegetasjonsflåte og medføre fare

for uheldige følger for det biologiske mangfoldet, er unntatt søknadsplikten dersom de brukes i parkanlegg og andre dyrkede områder samt transport- og næringsutbyggingsområder.

Planter som skal brukes på vegetasjonsflåter i naturområder er søknadspliktige dersom de ikke er av stedegen stamme, uavhengig av om de er landlevende eller ikke.

Konklusjon:

Planter som naturlig lever på land og som i liten grad kan utgjøre en risiko, kan plantes på en vegetasjonsflåte uten at det behøves tillatelse.

Er det snakk om planter som normalt lever i vann, eller bruk av vegetasjonsflåte i naturområder må man derimot søke, med mindre det brukes planter av stedegen stamme.

En eventuell søknad om tillatelse skal rettes til Miljødirektoratet.

Kontrollsjekk av planter til vegetasjonsflåte som ikke står på forbudslisten.	
Er planten stedegen?	
Ja	Nei
Planten kan benyttes uten å måtte søke	↓
Defineres planten kun som landlevende?	
Ja	Nei
Planten kan benyttes uten å måtte søke dersom den i liten grad kan påregnes å spre seg, og hvis vegetasjonsflåten ikke brukes i naturområder	Det må søkes om tillatelse for å sette ut planten

Planteliste

Plantelisten på de neste sidene er en samling av planter som skal kunne vokse helt eller delvis i vann, og dermed kunne brukes på vegetasjonsflåter. Plantelisten er organisert etter hvor plantene vokser i forhold til vannlinjen. Enkelte planter kan vokse både over og delvis under vann, mens andre planter stiller større krav til vokseplass.

Plantene er laget spesifikt for bruk på vegetasjonsflåter. Plantevalget er hovedsakelig basert på tre kilder; Veg Tech sin planteliste for vannmiljøer fra 2019, planteliste for fuktig jord og regnbed fra boken «Hvilken plante hvor» av Jane Schul, og planteliste oversendt fra Biomatrix Water. Hver plante er kontrollert for bl.a. naturlig voksested, vanntoleranse og invasjonspotensial i artsdatabanken sine nettsider og ellers andre kilder på nett for å finne egnethet.

Plantelisten har blitt kontrollert og fått innspill av Filip Ihrsen i parkenheten ved NMBU og Hans Martin Hanslin i NIBIO, noe som har resultert i at enkelte planter har blitt fjernet på grunn av uegnethet eller stort invasjonspotensiale, i tillegg til at enkelte planter har fått merknader, se plantelise i vedlegg.

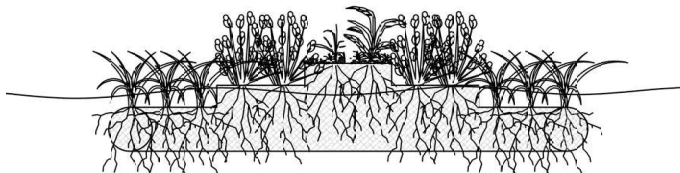
Mange av planene i denne plantelisten er vanlige planter i norsk våtmark, og kan derfor lett tas i bruk som stedegne planter dersom man benytter vegetasjonsflåter i nærheten av eksisterende våtmark. Man må i så fall samle frø eller ta avleggere fra nærliggende forekomst. Plantelisten dekker ikke alle våtmarksplanter som finnes i Norge, og det vil derfor være en rekke andre planter som kan egne seg til vegetasjonsflåter som ikke er beskrevet i denne plantelisten.

De fleste plantene i plantelisten er ikke testet ut på vegetasjonsflåter i Norge, og man kan derfor ikke si med sikkerhet at de vil være egnet før man har testet dem på vegetasjonsflåter. Likevel er det stor sannsynlighet for at disse plantene vil være godt egnet for vegetasjonsflåter.

Plantenes oppgitte **høyde** er den høyden man kan forvente for planten på dens naturlige vokseplass. Plante høyden på en vegetasjonsflåte vil i stor grad være avhengig av næringstilgangen i vannet. Likevel sier plante høyden noe om potensialet planten har for å ta opp næring og utvikle stort rotsystem, noe som gjør at man ut fra plante høyden kan velge planter med hensyn på å forbedre vannkvalitet.

Om plantene vokser i **fersk-, brakk-, eller saltvann** er beskrevet i plantelisten basert på informasjon om plantens naturlige vokseplass. De fleste planter som vokser nært sjøen tåler sannsynligvis ikke at plantene står med røttene i saltvann, noe som er indikert med *. Slike planter må i så fall plantes i en «lukket» vegetasjonsflåte dersom de skal forventes å overleve.

Om planten kan defineres som en **landplante** er forsøkt definert i kolonnen til høyre i plantelisten. Dette er en personlig vurdering som er gjort ved å se etter plantens naturlige vokseplass. For planter hvor det står «Ja» i denne kolonnen, vokser plantene ikke naturlig i vann, og er derfor ikke søknadspliktig av den grunn. Enkelte planter er det mer usikkert om planten kan regnes for å naturlig vokse i vann, noe som derfor må undersøkes grundigere før man velger å benytte planten. Plantene som naturlig vokser i vann er markert med «Nei», og man må derfor søke om å bruke disse plantene med mindre plantene er stedegne.



Ulike planter foretrekker forskjellige nivåer i forhold til vannlinjen. Plantelisten gir en oversikt over hvilke planter som kan vokse over, på, eller under vannlinjen.

Planter over vannlinjen

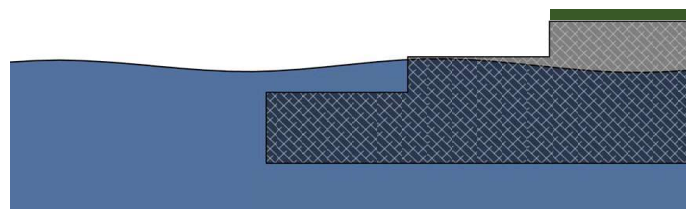
Stauder

Botanisk navn	Norsk navn	Høyde	Fersk-/brakk-/saltvann	Landplante
<i>Angelica sylvestris</i>	Sløke	100-200 cm	F	Ja
<i>Apium graveolens</i> var. <i>graveolens</i>	Vill selleri	50 cm	B/S*	Ja
<i>Aster tripolium</i>	Strandstjerne	40-60 cm	B/S*	Ja
<i>Briza media</i>	Hjertegras	20-50 cm	F	Ja
<i>Cardamine pratensis</i>	Engkarse	10-50 cm	F	Ja
<i>Carex grayi</i>	Morgenstjernerstarr	50 cm	F	Ja
<i>Carex pendula</i>	Hengestarr	100 cm	F	Ja
<i>Crambe maritima</i>	Strandkål	30-70 cm	B/S*	Ja
<i>Darmera peltata</i>	Skjoldsildre	80 cm	F	Ja
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Hjortetrøst	150 cm	F	Ja
<i>Euphorbia palustris</i>	Strandvortemelk	40-80 cm	F/B/S*	Ja
<i>Geranium palustre</i>	Myrstorkenebb	30-50 cm	F	Ja
<i>Geum rivale</i>	Enghumleblom	20-40 cm	F	Ja
<i>Glaux maritima</i>	Strandkryp	3-15 cm	B/S*	Ja
<i>Juncus compressus</i>	Flatsiv	10-40 cm	F/B	Ja
<i>Leymus arenarius</i>	Strandrug	50-150 cm	F/B/S*	Ja
<i>Ligularia dentata</i>	Breinøkkeltunge	100-120 cm	S/B	Ja
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Hanekam	20-60 cm	F/B/S*	Ja
<i>Molinia caerulea</i>	Blåtopp	40-150 cm	F	Ja
<i>Myosotis scorpioides</i>	Engforglemmegei	10-50 cm	F	Ja
<i>Osmunda regalis</i>	Kongsbregne	50-100 cm	F	Ja
<i>Plantago maritima</i>	Strandkjempe	5-30 cm	B/S*	Ja
<i>Primula florindae</i>	Augustnøkleblom	60 cm	F	Ja
<i>Primula japonica</i>	Japannøkleblom	30-40 cm	F	Ja
<i>Puccinellia maritima</i>	Fjæresaltgras	10-30 cm	B/S*	Ja
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	Dupesoleie	40-50 cm	F	Ja
<i>Salicornia europaea</i>	Salturt	5-15 cm	B/S	Ja
<i>Suaeda maritima</i>	Saftmelde	5-25 cm	B/S*	Ja
<i>Triglochin maritima</i>	Fjæresauløk	20-50 cm	B/S*	Ja
<i>Trollius europaeus</i>	Ballbom	60 cm	F	Ja
<i>Veronica longifolia</i>	Storveronika	100 cm	F	Ja

Lignoser

<i>Alnus incana</i> subsp. <i>kolaensis</i>	Kolagråor	0,4-4 m	F	Ja
<i>Myrica gale</i>	Pors	0,5-1,5 m	F	Ja
<i>Salix glauca</i>	Sølvvier	1-2 m	F	Ja
<i>Salix hastata</i> 'Wehrhahnii'	Bleikvier 'Wehrhahnii'	1-1,5 m	F	Ja
<i>Salix lanata</i>	Ullvier	0,8-1 m	F	Ja
<i>Salix purpurea</i>	Rødpil	2-4 m	F	Ja
<i>Salix purpurea</i> 'Nana'	Rødpil 'Nana'	1-2 m	F	Ja
<i>Salix repens</i>	Krypvier	0,1-0,6 m	F	Ja

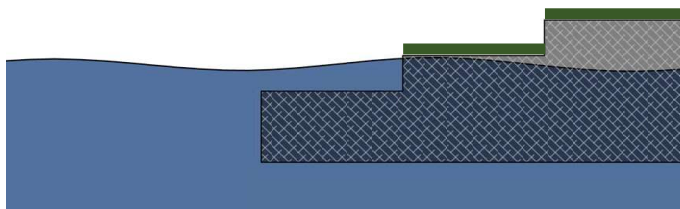
Disse plantene burde plantes på et nivå over vannlinjen, ettersom de sannsynligvis ikke tåler å ha røttene under vann over en lengre periode.



Planter over eller på vannlinjen

	Botanisk navn	Norsk navn	Høyde	Fersk-/brakk-/saltvann	Landplante
Stauder	<i>Caltha palustris</i>	Bekkeblom	10-40 cm	F	Nei
	<i>Carex elata</i>	Bunkestarr	40 cm	F	Ja
	<i>Iris spuria</i>	Dansk iris	30-90 cm	F	Usikkert
	<i>Juncus articulatus</i>	Ryllsiv	30-70 cm	F	Ja
	<i>Juncus conglomeratus</i>	Knappsiv	30-120 cm	F	Ja
	<i>Juncus effusus</i>	Lyssiv	40-120 cm	F	Ja
	<i>Juncus gerardii</i>	Saltsiv	10-40 cm	B/S*	Nei
	<i>Lycopus europaeus</i>	Klourt	15-80 cm	F	Ja
	<i>Lythrum salicaria</i>	Kattehale	80-150 cm	F/B	Ja
	<i>Ranunculus flammula</i>	Grøftesoleie	10-40 cm	F	Ja
	<i>Scutellaria galericulata</i>	Skjoldbærer	10-50 cm	F	Usikkert
	<i>Sparganium erectum</i>	Kjempepiggnopp	50-150 cm	F	Usikkert
	Lignoser	<i>Salix pentandra</i>	Istervier	3-10 m	F

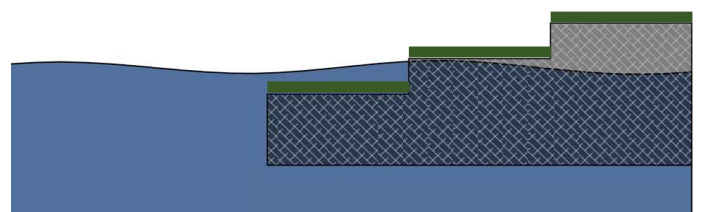
Disse plantene kan både plantes over vannlinjen eller på vannlinjen, ettersom plantene tåler å ha røttene i vann, mens resten av planten burde være over vann. Enkelte av disse plantene transporterer sannsynligvis oksygen ned til røttene.



Planter over, på, eller under vannlinjen

Stauder	Botanisk navn	Norsk navn	Høyde	Fersk-/brakk-/saltvann	Landplante
	<i>Acorus calamus</i>	Kalmusrot	100 cm	F	Usikkert
	<i>Carex acuta</i>	Kvass-starr	30-120 cm	F	Usikkert
	<i>Carex aquatilis</i>	Nordlandsstarr	20-100 cm	F	Usikkert
	<i>Carex nigra</i>	Småstarr	10-50 cm	F	Usikkert
	<i>Carex panicea</i>	Kornstarr	15-50 cm	F	Usikkert
	<i>Carex paniculata</i>	Toppstarr	50-100 cm	F	Usikkert
	<i>Carex pseudocyperus</i>	Dronningstarr	30-80 cm	F	Usikkert
	<i>Carex riparia</i>	Kjempestarr	50-150 cm	F	Usikkert
	<i>Carex vesicaria</i>	Sennegras	30-90 cm	F	Nei
	<i>Comarum palustre</i>	Myrhatt	20-50 cm	F	Usikkert
	<i>Filipendula ulmaria</i>	Mjødurt	50-150 cm	F	Ja
	<i>Glyceria fluitans</i>	Mannasøtgras	40-100 cm	F	Nei
	<i>Iris ensata</i>	Tvillingiris	70 cm	F	Nei
	<i>Iris laevigata</i>	Sumpiris	60 cm	F	Nei
	<i>Iris pseudacorus</i>	Sverdlije	100-120 cm	F	Nei
	<i>Iris versicolor</i>	Praktiris	80 cm	F	Nei
	<i>Mentha aquatica</i>	Vassmynte	20-70 cm	F	Ja
	<i>Mimulus luteus</i>	Snaugjøglerblom	30-60 cm	F	Usikkert
	<i>Phalaris arundinacea</i>	Strandrør	70-200 cm	F	Usikkert
	<i>Phragmites australis</i>	Takrør	100-400 cm	F/B	Nei
	<i>Ranunculus lingua</i>	Kjempesoleie	60-90 cm	F	Nei
	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Skogsivaks	30-120 cm	F	Usikkert
	<i>Solanum dulcamara</i>	Slyngsøtvier	20-200 cm	F	Ja
	<i>Typha angustifolia</i>	Smal dunkjevle	100-200 cm	F/B	Nei
	<i>Typha latifolia</i>	Bred dunkjevle	100-200 cm	F/B	Nei
	<i>Veronica beccabunga</i>	Bekkeveronika	10-20 cm	F	Nei

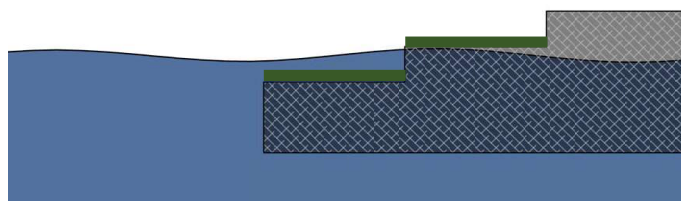
Disse plantene tåler å plantes både over og under vannlinjen, og kan derfor benyttes alle steder på en vegetasjonsflåte. Plantene transporterer sannsynligvis oksygen ned til røttene.



Planter på eller under vannlinjen

Stauder	Botanisk navn	Norsk navn	Høyde	Fersk-/brakk-/saltvann	Landplante
	Alisma plantago-aquatica	Vassgro	20-100 cm	F	Nei
Bolboschoenus maritimus	Havsivaks	30-110 cm	F/B/S*	Nei	
Calla palustris	Myrkongle	30 cm	F	Nei	
Carex rostrata	Flaskestarr	25-100 cm	F	Nei	
Eleocharis palustris	Sumpsivaks	10-60 cm	F	Nei	
Eriophorum angustifolium	Duskmyrull	30 cm	F	Nei	
Persicaria amphibia	Vasslirekne	20-100 cm	F	Nei	

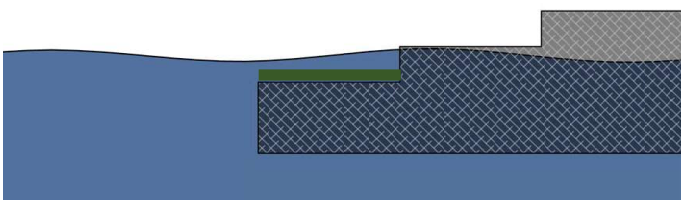
Disse plantene tåler å stå på et nivå på eller under vannlinjen, men vil sannsynligvis ikke være egnet over vannlinjen. Plantene transporterer oksygen ned til røttene.



Planter under vannlinjen

Stauder	Botanisk navn	Norsk navn	Høyde	Fersk-/brakk-/saltvann	Landplante
	Butomus umbellatus	Brudelys	100 cm	F	Nei
Menyanthes trifoliata	Bukkeblad	10-40 cm	F	Nei	
Schoenoplectus lacustris	Sjøsvivaks	100-300 cm	F	Nei	
Schoenoplectus tabernaemontani	Pollsivaks	50-200 cm	F/B	Nei	

Disse plantene tåler å stå under vannlinjen, men vil sannsynligvis ikke klare seg på eller over vannlinjen. Plantene transporterer oksygen ned til røttene.



Planter med påviste renseegenskaper

Opptak av miljøgifter:

<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Hanekam	Tar opp miljøgifter
<i>Trollius europaeus</i>	Ballbom	Tar opp miljøgifter
<i>Lythrum salicaria</i>	Kattehale	Tar opp miljøgifter (atrazin)
<i>Iris pseudacorus</i>	Sverdlije	Tar opp miljøgifter (atrazin)
<i>Phragmites australis</i>	Takrør	Tar opp miljøgifter (benzen, bifenyler, etylbenzen, toluen, xylen, tph (hydrokarboner i råolje) mtbe)
<i>Typha latifolia</i>	Bred dunkjevle	Tar opp miljøgifter (atrazin, alkohol ethoxylate, sulfonat, klorid)
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Sjøsivaks	Tar opp miljøgifter (fenol, olje, bensin)

Arter er hentet fra Braskerud m.fl., 2013; Vedum m.fl., 2004; Kennen & Kirkwood, 2015, som referert i Botner & Aanderaa, 2017.

For enkelte planter er det gjort studier på opptak av forurensning. Dette er studier for våtmark, regnbed eller vegetasjonsflåter. Det foreligger lite informasjon om planters opptak av ulike forurensningsstoffer, det er derfor å forvente at flere av plantene i planelisten har evnen til å ta opp enkelte miljøgifter uten at et er dokumentert. Det er behov for flere studier på hver enkelt plantes opptak av miljøgifter eller andre forurensninger for å få en fullstendig oversikt.

Planter som tar opp miljøgifter som akkumuleres i planten kan etter en tid medføre at planten tar skade. Man må også være oppmerksom på at plantene som tar opp miljøgifter kan ha konsentrasjoner som gjør at plantematerialet må håndteres som spesialavfall. Det er viktig å fjerne plantematerialet for å unngå at miljøgiftene havner høyere opp i næringskjeden.

Som nevnt i kapittelet om forbedring av vannkvalitet, er plantenes rotutvikling den viktigste faktoren for å ta opp forurensning fra vannmassene. Både ved å gi stor overflate for biofilm, og ved å bidra til sedimentasjon av partikler. Derfor vil det viktigste kriteriet for plantenes renseeffekt være plantenes rotutvikling. Det er sannsynlig at rotutviklingen vil være nokså samsvarende med plantens høyde, noe som gjør at plantenes høyde burde være det viktigste kriteriet for å oppnå best renseeffekt.

Hensyn ved anvendelse

I denne delen av oppgaven vil det bli gått gjennom ulike forhold som er nyttig å kjenne til når man skal benytte vegetasjonsflåter. For å ta i bruk vegetasjonsflåter i Norge er det enkelte hensyn knyttet til blant annet klima og lovverk som ikke er direkte overførbart fra andre land. Mens andre hensyn har større overføringsverdi fra erfaringer gjort i utlandet.

Betydning av type vannmiljø og omkringliggende natur

Ferskvann/brakkvann/saltvann

Saltkonsentrasjonen i vannet har betydning for hvilke planter som kan vokse på vegetasjonsflåtene. De fleste planter vil ikke kunne vokse i så høye saltkonsentrasjoner som man finner i saltvann. Plantene som tåler slike saltkonsentrasjoner er ofte små og lite frodige. Det er derfor lite hensiktsmessig å benytte en «åpen» vegetasjonsflåte, hvor røttene er i vannet, i saltvann. En større andel planter tåler å vokse i brakkvann hvor saltkonsentrasjonen er en del lavere. De fleste vegetasjonsflåtene skal tåle brakkvann, men dette er viktig å sjekke før man velger vegetasjonsflåter for brakkvann.

Man kan møte på flere utfordringer med tanke på dyre- og plantelivet i saltvann og brakkvann i forhold til ferskvann. Blant annet vil det være problematisk å benytte treverk på vegetasjonsflåten ettersom dette fort blir gjennomvortet av pelemark og pelekrepser.

Vannkvalitet

Det er hensiktsmessig å kjenne til vannkvaliteten i det vannmiljøet man planlegger å etablere vegetasjonsflåter. Dette er for å kunne tilpasse bruken av vegetasjonsflåter til det aktuelle vannmiljøet. Hvis det i utgangspunktet er lavt oksygeninnivå i vannet, burde man ikke dekke store deler av vannoverflaten med vegetasjonsflåter. Hvis det er mye forurensning i vannet burde man velge en flåtekonstruksjon med høy overflate for biofilm og planter med stor vekst. Det vil også være gunstig å plassere vegetasjonsflåtene nær innløpet, på tvers av vannstrømmen for å sikre at mest mulig vann kommer i kontakt med vegetasjonsflåtene.

Plante- og dyreliv

Før man bestemmer plantevalg og plassering av vegetasjonsflåtene burde man skaffe informasjon om økosystemet rundt det aktuelle vannmiljøet. Spesielt viktig er det å kjenne til hvilke planter som finnes i og rundt vannmiljøet for å unngå å innføre planter som kan forstyrre eller utkonkurrere den eksisterende floraen. Vegetasjonsflåter kan også brukes for å støtte opp om den lokale floraen og for eksempel danne habitat for rødlistearter.

Vegetasjonsflåter kan fungere som «stepping stones» for flygende eller svømmende arter, noe som kan gjøre kryssing av vannmiljøene lettere. Dette kan være både positivt og negativt for det lokale økosystemet derfor er det viktig å være klar over denne konsekvensen.

Ettersom vegetasjonsflåter ofte er utilgjengelige for mennesker og rovdyr vil vegetasjonsflåtene være populære habitat for fugl. En del lokale fuglebestander vil få en oppsving siden vegetasjonsflåtene kan være gode hekkeplasser.



Fig. 4.40: Vegetasjonsflåter kan skape habitat for øyenstikkere og andre insekter.



Fig. 4.41: Rompetroll under en vegetasjonsflåte av Biomatrix Water

Klima

En potensielt stor utfordring ved vegetasjonsflåter i Norge er isdannelsen om vinteren. Erfaringer gjort i Norge og Sverige gjelder den forrige modellen av flytende våtmark til Veg Tech som i produktoversikten står under Floating Island International. Som nevnt for referanseprosjektene for Midstuedammen og Sjöängsbassängen i Stora Värtan, har disse vegetasjonsflåtene med tiden gått i oppløsning, noe som kan skyldes isdannelse eller annen mekanisk påkjenning (Jacobs, 2019). I andre tilfeller har samme flåtekonstruksjon vist seg å tåle isdannelser over flere sesonger slik som i Rönningesjön i Täby (Jacobs, 2019). Andre påkjenninger som vind og bølger, i tillegg til varierende vannstand om vinteren, vil også kunne medføre at vegetasjonsflåtene blir ødelagt. Basert på erfaringene fra Store Värtan i Täby kan man anta at vegetasjonsflåter som er koblet sammen til større enheter er mer utsatt for å bli ødelagt enn mindre sammensetninger med vegetasjonsflåter. I hvilken grad vegetasjonsflåter tåler ytre påvirkninger som is, vind og bølger er avhengig av konstruksjonen til vegetasjonsflåtene. Det er ikke kjent om det er gjort noen sammenligning av produktene på markedet i dag i forhold til å tåle klimatiske påvirkninger.



Fig. 4.42: AquaGreen type SK har en solid rammekonstruksjon som tåler klimatiske påkjenninger.



Fig. 4.43: Vegetasjonsflåter fra Biomatrix Water i Chicago river vinteren 2018.

Dersom vegetasjonsflåter skal settes ut i vannmiljø med stor påvirkning fra is, vind og bølger, vil trolig flåtekonstruksjonen til Biomatrix Water egne seg på grunn av en bøyelig men sterk flåtekonstruksjon. AquaGreen floating island type SK er på grunn av en solid rammekonstruksjon også et godt alternativ. Dersom vegetasjonsflåtene er utsatt for bølger må det sørges for at vegetasjonen er godt festet til flåten før den utsettes for bølger, enten ved å bruke forhåndsdyrket vegetasjonsmatte, eller ved å dyrke vegetasjonen på flåten i roligere farvann før den settes ut i bølgene.

En belgisk studie hevder at isen blir liggende lenger på vann med vegetasjonsflåter enn på vann uten vegetasjonsflåter (Van de Moortel et al., 2010). I samme studie ble det observert en noe lavere vanntemperatur for vann med vegetasjonsflåter enn uten, men forskjellene var små. Det er ikke kjent at vegetasjonen på vegetasjonsflåter har tatt betydelig skade av isdannelser om vinteren.

Store snømengder vil presse vegetasjonsflåten under vannflaten med mindre flåten er fryst fast i isen. Dette vil i tilfellet skje utenfor plantenes vekstsesong, og det er ikke kjent om dette kan skade plantene.

Utsetting og forankring

Forankring

Avhengig av dybdeforhold, klimatiske påvirkninger, størrelse og antallet vegetasjonsflåter, må man velge forankring tilpasset stedet, se fig. 4.45. For å få riktige dimensjoner på forankringen burde man involvere leverandør av vegetasjonsflåtene eller ingeniør. Informasjon om vind, strømninger, og bølger for stedet må innhentes før man bestemmer forankring.

Det er hovedsakelig tre måter å feste vegetasjonsflåter på, samtidig som man tillater at flåtene følger varierende vannstand; lodd (stein, betong e.l.), anker, eller bruk av påler (Zhen, 2002). Disse tre forankringstypene har ulike fordeler og ulemper, se tabell.

Det kan brukes både wire og tau for å forbinde anker eller lodd med vegetasjonsflåtene. De ulike flåtemodellene leveres med egne festepunkter for tau eller wire. Dersom det brukes tau, må det være synketau for å unngå at dyr, båter eller annet hekter seg i tauet.

For dammer med membrantetting kan disse typene forankring føre til lekkasje i membran. Det kan derfor være anleggsteknisk krevende å forankre vegetasjonsflåter i enkelte dammer (Steen og Lund AS). Lodd i form av nett/poser fylt med stein vil trolig være det beste alternativet for forankring i dammer med membrantetting.

Det er også mulig å forankre flåtene med wire i vannkanten, selv om dette er en lite pen løsning som også kan skape konflikt ved ferdsel langs vannkanten.



Fig. 4.44: Vegetasjonsflåter forankret med wire i fundament på land. Bilde er fra et regnvannsbasseng i Odense.

	Lodd	Anker	Påle
Vanddybde	For alle vanddybder	Mer krevende for store dybder	Mer krevende for store dybder
Geologi	Liten påvirkning	Noe påvirkning	Påvirkning
Forskyvningsmuligheter	Horisontalt og vertikalt	Horisontalt og vertikalt	Vertikalt
Landskapsbilde	Loddet kan synes ved svært lavt vannivå	Anker synes ikke	Pålene stikker alltid opp av vannet.
Økonomi	Billig. Tyngre lodd kan gi høy kostnad i materialer og konstruksjon	Anker er dyrt, men installasjon er enklere og billigere enn lodd	På grunt vann er kostnaden lavere enn for lodd og anker.
Konstruksjon	Kan trenge store maskiner	Trenger ikke store maskiner	Kan trenge store maskiner

Fig. 4.45: Tabell basert på informasjon fra Zhen (2002).

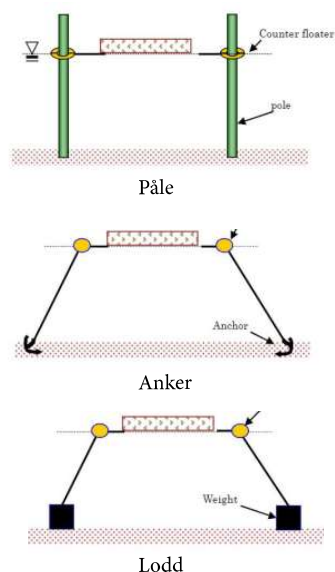


Fig. 4.46: Illustrasjon av ulike typer forankring hentet fra Zhen (2002).

Tidspunkt

Vegetasjonsflåter burde settes ut tidlig i vekstsesongen for å sikre en best mulig etablering av plantene før vinteren. For sen etablering kan føre til at bølger og is eroderer bort plantene som ikke har fått tid til å feste seg skikkelig til flåten. Dårlig utviklede planter er i tillegg mer utsatt for å bli skadet av fugl. Etablering tidlig i vekstsesongen med bruk av langtidsvirkende gjødsel har vist seg å sikre en rask etablering (Nykilde.dk, 2019).



Fig. 4.47: Fuglenett kan brukes i etableringsperioden for å sikre god vekst hos plantene.

Montering

Dersom vegetasjonsflåtene ikke skal monteres langs land men ute på vannet er det nødvendig med båt eller vadebukser ved montering. I noen tilfeller kan montering kreve spesialressurser, som dykkere, kranbil/båt, båt med spesielt utstyr, noe som vil være kostnadsdrivende (Steen og Lund, 2019). Det aktuelle vannet burde være tilgjengelig med bil.

Sammenkobling av flere flåter gjøres enklest i vann, eller overgangen land-vann, dersom flåtene er tunge å løfte. Man burde unngå å montere flåtene ved mye vind ettersom vegetasjonsflåtene kan være tunge å slepe på plass (Nykilde.dk, 2019).

Det må sørges for at ikke mennesker eller dyr kan bli hengende fast i deler av flåtekonstruksjonen. Vegetasjonsflåtene i midstuedammen ble fjernet etter at en hund viklet seg inn i ankerwiren til en av flåtene (KID, 2019).

Vegetasjonsflåter kan være svært attraktive for fugler, noe som kan medføre skader på planter og gjøre det vanskelig å etablere et vegetasjonsdekke (Headley & Tanner, 2012). Det må derfor vurderes å bruke fuglenett i en periode frem til vegetasjonen har etablert seg godt. Det er ikke kjent at fugler har satt seg fast i slike nett, men det kan være en risiko for det.

Økt andel fugler kan påvirke vannmiljøer negativt i form av økt næringsinnhold i vannet som følge av fugleavføring. Mye fugl kan også påvirke opplevelsesverdien negativt dersom fuglene blir nærgående og territoriale. Dersom det ikke er ønskelig med fugler i det hele tatt, har det som tidligere nevnt vist seg at høy vegetasjon på vegetasjonsflåter kan få fuglene til å holde seg unna (Finnemore et al., 2010).



Fig. 4.48: Tilplanting og sammenkobling av vegetasjonsflåtene gjøres på land før de settes på vannet.

Vedlikehold

Ved vedlikehold av vegetasjonsflåter kreves båt eller vadebukser hvis flåtene er et stykke fra land. Vedlikehold av flåte/forankring og skjøtsel vil innebære spesielle SHA-tiltak (Steen og Lund, 2019).

Leverandørene av vegetasjonsflåter reklamerer for at det trengs svært lite vedlikehold, noe som kan stemme dersom man har gjort et godt utvalg av livskraftige planter. Hvis målet kun er at vegetasjonsflåten skal ha livskraftig vegetasjon kreves det svært lite skjøtsel, men hvis det stilles strengere krav til utseende kreves det skjøtsel tilsvarende bed på land (Biomatrix Water, 2019). Dersom vegetasjonen skal høstes inn, burde dette gjøres tidligst i slutten av august av hensyn til dyrelivet (Rohrlack, 2019). Det går ikke klart frem i litteraturen hvilke innhøstingsteknikker som er best egnet. Ved høyt innhold av miljøgifter må plantemassene håndteres som spesialavfall. I litteraturen finnes det lite informasjon om innhøsting av planterøttene. Det kan stilles spørsmål om høsting av plantene bidrar til bedre vannkvalitet over tid ettersom vegetasjonen også har en viktig funksjon for biofilm og sedimentasjonsegenskaper, som beskrevet under «forbedring av vannkvalitet».

Flåtekonstruksjoner slik som AquaGreen type SK vil ved etablering ha en synlig ramme med vegetasjon som er innenfor rammen. Planterøttene vil i følge Nykilde.dk (2019), langsomt tette igjen mellomrommene mellom flåtemodulene slik at det etter noen år vil være et sammenhengende vegetasjonsdekke.

En mulig utfordring er at søppel vil kunne samle seg langs kanten av vegetasjonsflåtene. Dette kan være stygt og se på, og det kan utgjøre en fare for dyrelivet rundt flåtene ved at for eksempel fugl kan vikle seg inn i søppelet. Der hvor det kan være et problem med søppelansamling vil det være nødvendig med jevnlig tilsyn av flåtene for å fjerne søppel.

Vegetasjonsflåtenes tilstand må undersøkes ved jevnlig tilsyn for å unngå at dyr eller mennesker kan henge seg fast, eller at vegetasjonsflåtene utgjør et «sink-habitat» (dødsraten overstiger reproduksjonsraten) for fugl.

Fjerning og resirkulering

På grunn av vegetasjonsflåtenes renseeffekt kan det ved fjerning være en stor ansamling av forurensning festet til flåtene, enten på biofilmen på overflater eller i plantene. Dersom flåtene er satt ut i vannmiljøer hvor det forekommer lite miljøgifter kan plantematerialet komposteres, ellers må plantematerialet håndteres som spesialavfall. Mange av flåtekonstruksjonene består av en miks av materialer og utbredt bruk av plast, det medfører at gjenbruk av materialene vil være vanskelig. Blomstertak As opplyser at deres vegetasjonsflåte må håndteres som spesialavfall etter fjerning (Blomstertak, 2019).

Vegetasjonsflåter som har en flytende ramme slik som AquaGreen type SK vil tillate gjenbruk av rammen, så lenge den er intakt.



Fig. 4.49: Tilsyn og vedlikehold av vegetasjonsflåtene burde utføres jevnlig.

Andre hensyn

Økonomi

Kostnader for etablering av vegetasjonsflåter vil variere avhengig av type vegetasjonsflåte, vegetasjon, forankring, og plassering. Blomstertak As opplyser at prisen strekker seg fra 10 000 kr og oppover per flåte (Blomstertak, 2019).

Kostnader knyttet til vedlikehold vil være avhengig av hva slags preg man ønsker på flåten og omfanget av skjøtsel av plantene. Det er mulig å la vegetasjonsflåtene stå uten skjøtsel av plantene, men det må utføres jevnlig tilsyn av flåtekonstruksjonene for å sjekke at konstruksjon og forankring er i orden.

Etablering av vegetasjonsflåter kan i flere tilfeller gi en økonomisk besparing sammenlignet med andre løsninger:

- Dersom man i ønsker å etablere øyer i rensedammer eller andre vannmiljø vil vegetasjonsflåter være et rimeligere alternativ til øyer konstruert av sedimenter.
- Vegetasjonsflåter er mindre kostbart å etablere i eksisterende vannmiljø enn konstruert våtmark (se kapittel om forbedring av vannkvalitet).
- Vegetasjonsflåter kan plasseres der de har størst effekt og er lettere å vedlikeholde enn vegetasjon som er rotfestet i bunnen (Åstebøl, 2019).
- Vegetasjonsflåter kan erstatte mer kostbare renseløsninger slik som i Rönningesjön i Täby kommune i Sverige.

Rekreasjon og sikkerhet

Vegetasjonsflåter som er beregnet for gange og opphold kan møte krav til blant annet sikkerhet og universell utforming. Det er usikkert hvordan vegetasjonsflåter stiller seg i forhold til disse kravene, og dette må undersøkes før man etablerer vegetasjonsflåtene.

Ved utforming av vannmiljøer stilles det krav til dybder i vannkanten for å unngå drukningsulykker. Det kan tenkes at vegetasjonsflåter kan brukes langs vannkanten for å hindre mennesker i å havne ut i vannet. I dette tilfellet vil det være hensiktsmessig å

bruke en form for flytende matte med liten oppdrift som gjør den lite fristende å gå på, i tillegg til at vegetasjonen vil være et hinder. Det er ikke kjent at vegetasjonsflåter er brukt til dette formålet tidligere, men det er trolig at produktene Biomatrix Water 2D og AquaGreen type SRD vil kunne egne seg til dette formålet.

Et annet viktig hensyn er hvordan vegetasjonsflåter oppfattes av mennesker. Det har i arbeidet med denne oppgaven ikke lyktes i å finne litteratur som beskriver hvordan mennesker oppfatter vegetasjonsflåter i landskapet. Selv om flytende øyer forekommer naturlig er det likevel ikke et vanlig syn i landskapet. Det kan derfor tenkes at en del mennesker vil kunne oppfatte vegetasjonsflåter som fremmede og unaturlige elementer. For at vegetasjonsflåter skal bli oppfattet som et positivt innslag i landskapet, burde utformingen enten prøve å etterligne naturlige øyer, eller ha en fin estetisk utforming som tydeliggjør at det er en planlagt installasjon. Det kan også være en god ide å sette opp en informasjonsplakat som forklarer mekanismene til vegetasjonsflåtene slik at vegetasjonsflåtene kan bli verdsatt og bidra til læring. Dersom vegetasjonsflåtene samler søppel som ikke blir fjernet jevnlig kan det føre til vegetasjonsflåtene blir forbundet med søppelansamling og blir ansett som noe negativt.

Lovverk

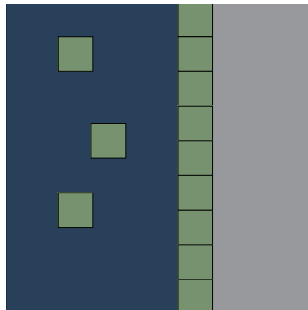
I tillegg til forskriften om fremmede organismer som gjelder for plantevalget, kan det også være andre lover som angår utsetting av vegetasjonsflåter. Det vil ikke bli foretatt en fullstendig gjennomgang av spesifikke lovtekster som er aktuelle for vegetasjonsflåter ettersom dette kan være nokså omfattende. For større permanente installasjoner av vegetasjonsflåter kan Plan- og bygningsloven kreve at det søkes om tillatelse. Dersom vegetasjonsflåter brukes med hensikt å påvirke fangstmuligheter av fisk i et vassdrag vil det være aktuelt å sette seg inn i Akvakulturloven. Vegetasjonsflåter som begrep og konsept er relativt lite kjent, og det er derfor ikke omtalt direkte i loven.

Vegetasjonsflåter tilpasset ulike vannmiljøer

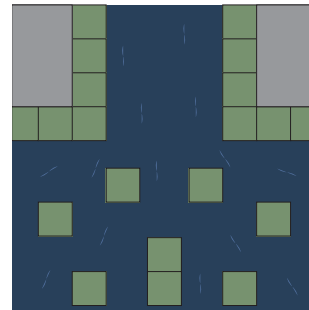
Vegetasjonsflåter har flere bruksområder, og kan ha ulik funksjon for forskjellige vannmiljøer. I denne delen av oppgaven blir det gått gjennom ulike typer vannmiljøer for å vise hvordan vegetasjonsflåter kan brukes, og hvilke funksjoner som er mest aktuelle i de ulike vannmiljøene.

Utforming av vegetasjonsflåtene med tanke på plassering, konstruksjon og plantevalg vil være ulik for enkelte av vannmiljøene. For næringsrike vannmiljøer vil planteveksten være større enn i næringsfattige. Plasseringen av vegetasjonsflåtene må utføres ut fra hensyn til f.eks. algevekst, renseeffekt eller rekreasjon avhengig av hva som er de viktigste funksjonene til vegetasjonsflåtene.

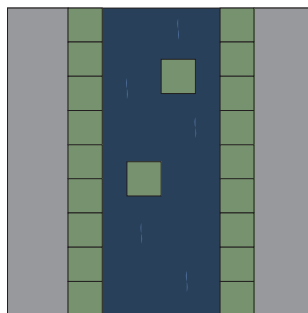
Havnefront



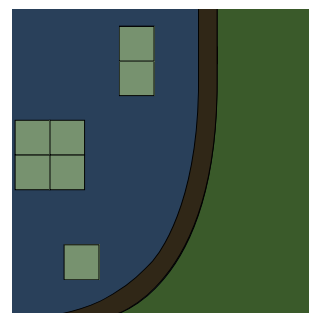
Elveutløp



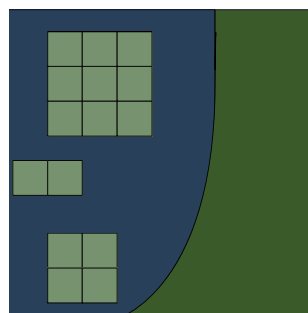
Elv



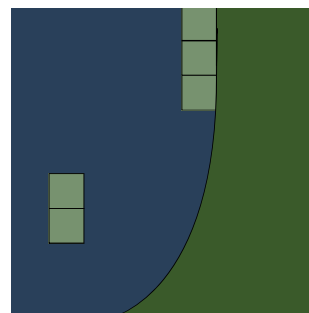
Reguleringsmagasin



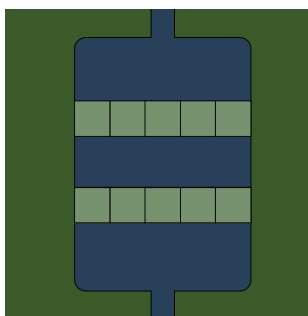
Innsjø - næringsrik



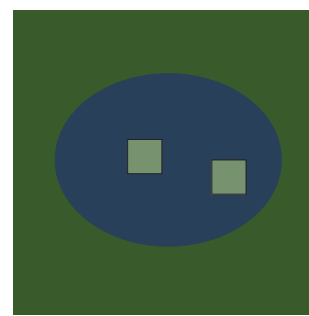
Innsjø - næringsfattig



Rensebasseng



Dam



Vegetasjonsflåtens funksjon

I de ulike vannmiljøene kan det være forskjellige årsaker til at man ønsker å ta i bruk vegetasjonsflåter. Forutsetningene i de ulike vannmiljøene legger premisser for hvilke funksjoner vegetasjonsflåten kan ha. For eksempel, i næringsfattig innsjø vil det være vanskelig å få til matproduksjon på grunn av mangel på næring. For rensebasseng er hovedfunksjonen til vegetasjonsflåten forbedring av vannkvalitet, men den vil også kunne ha andre funksjoner, som å bidra til høyere artsmangfold over vann.

Symbolene er gitt stor eller liten størrelse for å vise hvilke funksjoner som vegetasjonsflåten kommer til å ha, eller hvilke funksjoner det er hensiktsmessig å prioritere for det aktuelle vannmiljøet.

E.eks:

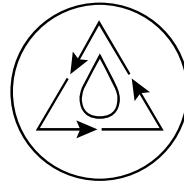


Forbedring av vannkvalitet er en viktig funksjon.

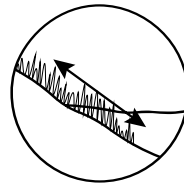


Forbedring av vannkvalitet er en funksjon/muliget.

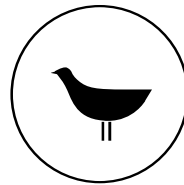
Vektleggingen av funksjonene er ment som en indikasjon for å få frem at ulike vannmiljøer kan dra nytte av vegetasjonsflåter på forskjellige måter. Viktigheten av funksjonene i hvert vannmiljø kan diskuteres, og det vil kunne være unntak fra det som blir gjennomgått her.



Forbedring av vannkvalitet
Sedimentasjon og opptak av forurensning fra vannmassene



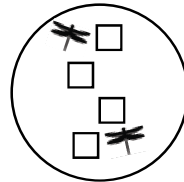
Tilføring av våtmark
"Naturlig" overgang mellom vann og land med et rikt biologisk mangfold



Habitat for fugl
Tilrettelagt for hekking eller opphold for fugl



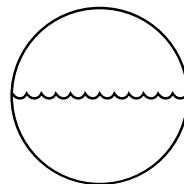
Høyere artsmangfold under vann
Skjulested og matkilde for bl.a. vannlevende insekt, krepsdyr og fisk.



Høyere artsmangfold over vann
Skjulested, matkilde og "stepping stones" for bl.a. insekter, amfibier og planter



Dyrking av mat
Mulighet for planteproduksjon enten for dyrefor eller menneskemat



Sikring mot bølgeerosjon
Demping av bølger for å hindre erosjon i vannkant

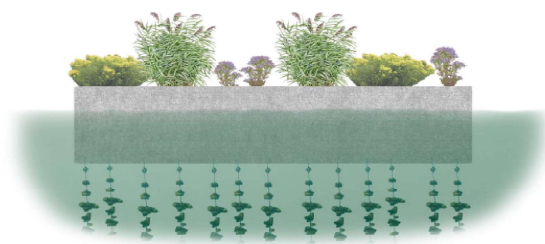


Tilrettelagt for rekreasjon
Tilrettelagt for ferdsel eller god estetisk utførelse som støtter opp om rekreasjon

Havnefront

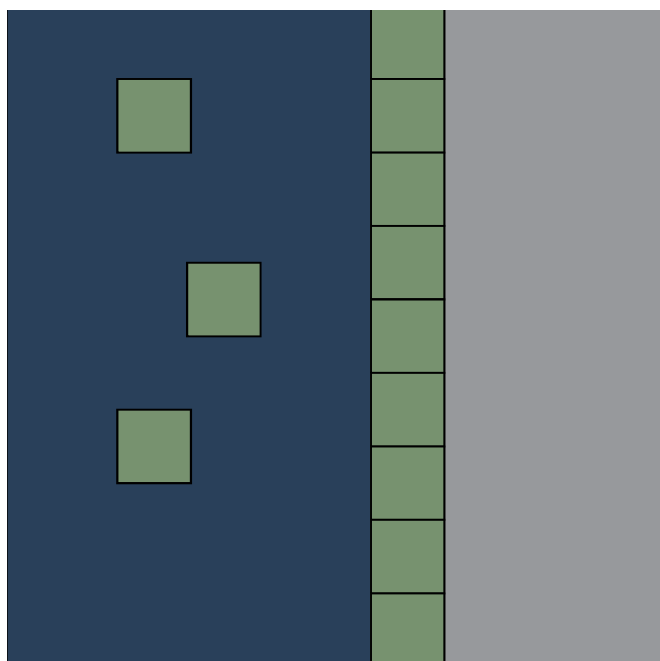
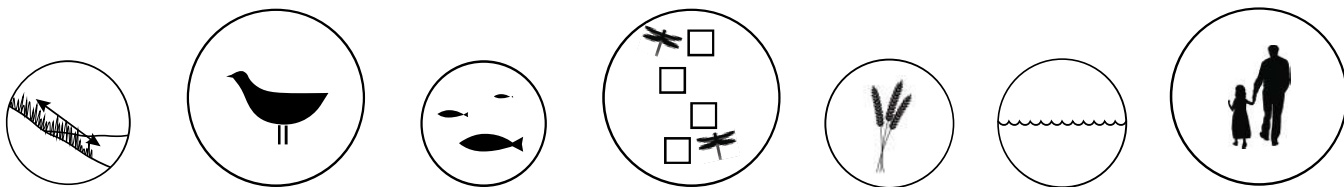
Planter som vokser i saltvann er svært begrenset i utvalg, og for de plantene som tåler saltvann vil ikke rotutviklingen være stor. Derfor er det lite hensiktsmessig å bruke vegetasjonsflåtene av den «åpne» typen, men heller bruke en lukket «tørr» vegetasjonsflåte. En slik flåte kan blant annet være konstruert av betong og inneholde et jordlag av tilstrekkelig tykkelse avhengig av plantene som skal brukes. Selv om plantene ikke er i direkte kontakt med saltvannet må plantene likevel ha en viss salttoleranse (se planteliste) som følge av at de er utsatt for sjøsprøyt.

Ettersom denne typen vegetasjonsflåter ikke har røtter hengende under flåten, kan man isteden henge kunstige røtter under flåten som kan koloniseres av organismer som vil bidra til økt biologisk mangfold eller forbedring av vannkvalitet.



Utfordringer

- Mekanisk påkjenning, bølger
- Salt
- Flo og fjære



Havnefront med vegetasjonsflåter



Havnefront uten vegetasjonsflåter



Vegetasjonsflåte



Land (urbant)



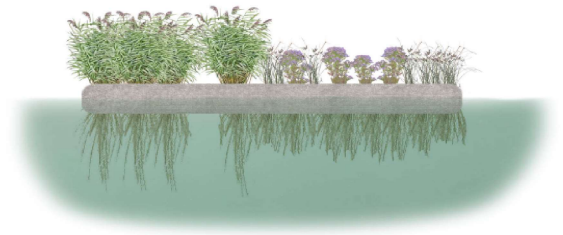
Vann

Forklaring av illustrasjon

Prinsipiell illustrasjon av hvordan vegetasjonsflåter kan brukes i forbindelse med havnefront. Flåtene kan ligge langs havnefronten for bruk av mennesker og dyr og/eller forankret ute i havet for bruk av fugl eller i forbindelse med menneskelig ferdsel på havet.

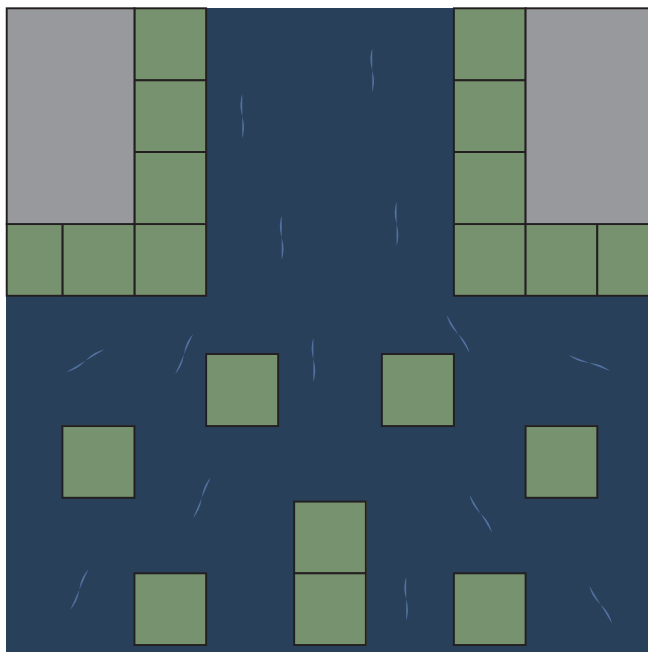
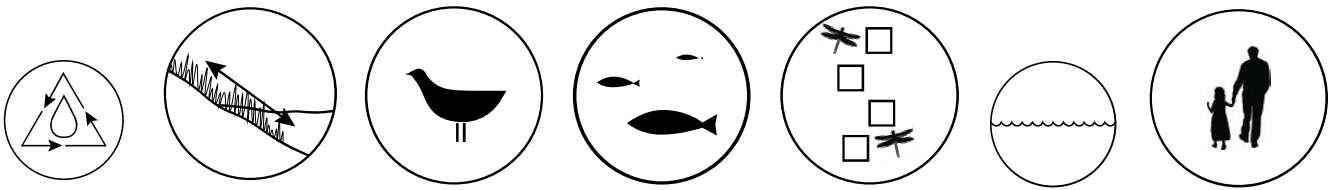
Elveutløp

Elveutløp er ofte svært artsrike ettersom det er møte mellom ferskvannsarter og saltvannsarter. Det er en del arter som tåler brakkvann og kan utvikle rotsystem i vannmassene. Det trengs derfor ikke å brukes lukkede "tørre" vegetasjonsflåter her. Naturlige elveutløp har ofte elvedeltaer hvor vannstrømmen bremses opp og spres av små øyer som er dannet av elveavsetninger. Disse øyene kan fungere som habitat for fugl og danne bakevjer og habitat for fisk og andre vannlevende organismer. Vegetasjonsflåter kan tilpasses til å etterligne elvedelta og våtmarksområder for elveutløp i urbane områder som har mistet sitt naturlige utløp.

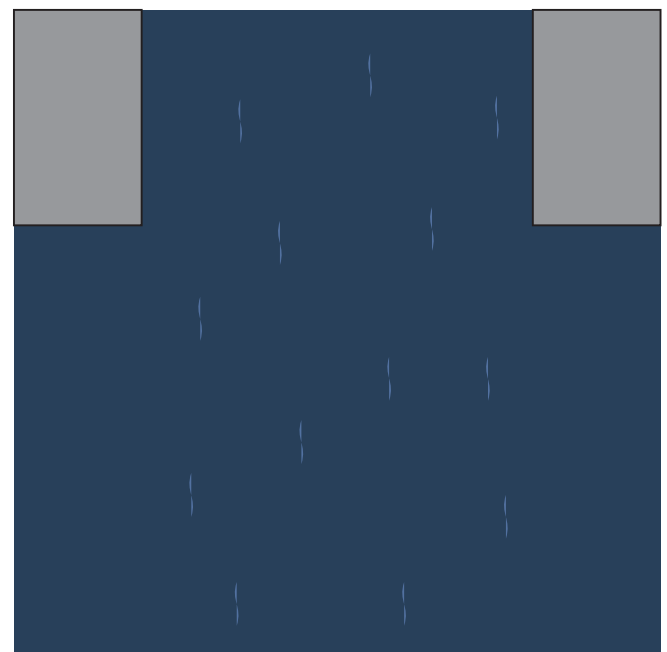


Utfordringer

- Mekanisk påkjenning, bølger, strøm
- Salt
- Flo og fjære



Elveutløp med vegetasjonsflåter



Elveutløp uten vegetasjonsflåter



Vegetasjonsflåte



Land (urbant)



Vann

Forklaring av illustrasjon

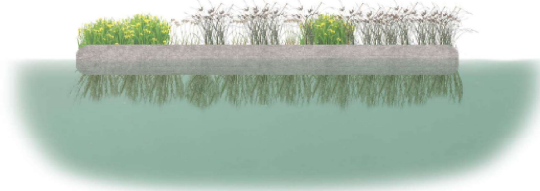
Prinsipiell illustrasjon av hvordan vegetasjonsflåter kan brukes i forbindelse med elveutløp i urbane områder. Vegetasjonsflåtene kan plasseres langs land eller ute i elveutløpet. Vegetasjonsflåtene kan skape habitat for de mange organismene som naturlig finnes i brakkvann, eller brukes til rekreasjonsformål for mennesker.

Elv

Elvekanter i urbane strøk består ofte av harde flater for å forhindre erosjon og holde elvekanten stabil. Den naturlige overgangen mellom vann og land, som er habitat for mange organismer, er derfor i mange tilfeller fraværende.

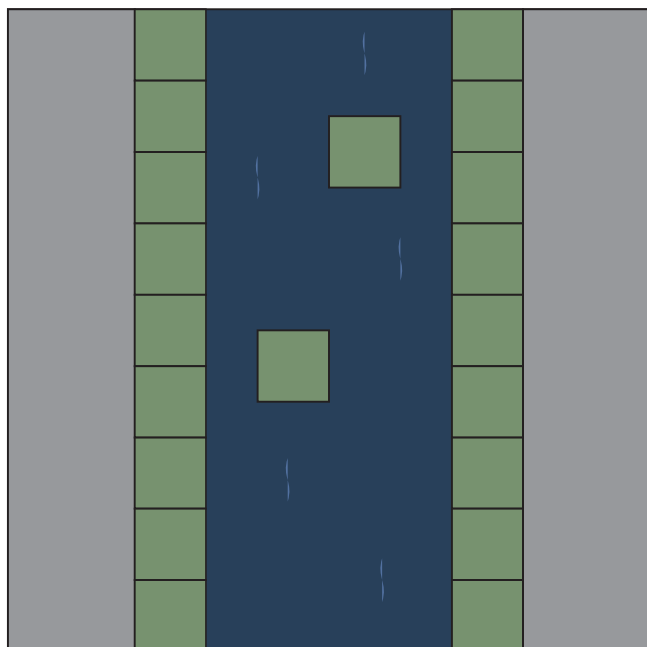
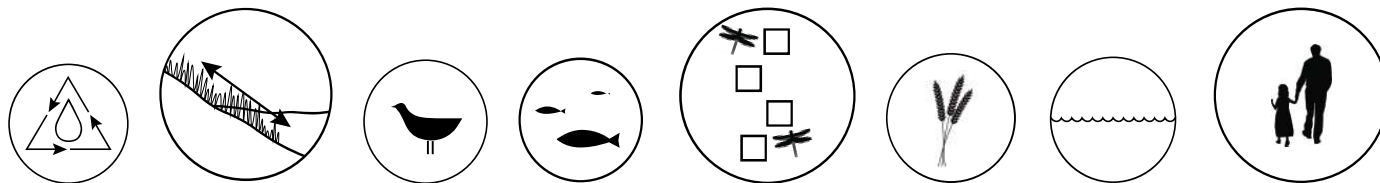
Vegetasjonsflåter kan brukes for å tilføre habitat tilsvarende den naturlige elvekanten. De kan enten ligge langs land eller lenger ute i elven. På grunn av vår- og høstflommene i Norge er det spesielt viktig å planlegge for en varierende vannstand ved at man tillater at vegetasjonsflåtene kan ha stor vandring i høyde. Man må også kjenne til kreftene som er i sving i elven og dimensjonere flåten og forankringen ut fra det.

Stedegen vannvegetasjon i en elv vil være vegetasjon fra stedet man setter ut vegetasjonsflåten og oppover i elven i en slik utstrekning at vegetasjonen naturlig kunne ha spredt seg til flåten.

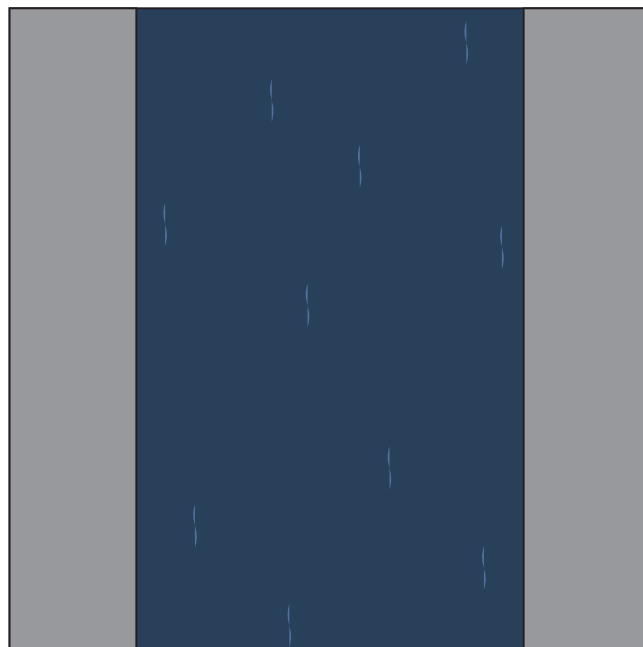


Utfordringer

- Varierende vannstand
- Mekanisk påkjenning, is, strøm



Elv med vegetasjonsflåter



Elv uten vegetasjonsflåter



Forklaring av illustrasjon

Prinsipiell illustrasjon av hvordan vegetasjonsflåter kan brukes i forbindelse med elver. Flåtene kan plasseres langs land, eller ute i elven som kunstige øyer.

Reguleringsmagasin

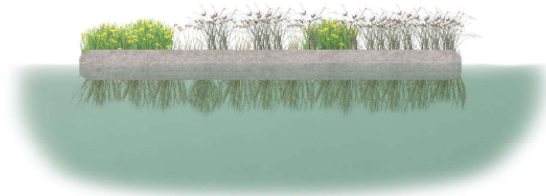
En høy andel av Norges innsjøer tilhører reguleringsmagasiner. Som følge av en varierende vannstand i reguleringsmagasinene forsvinner mye av plante og dyrelivet i den littorale sonen.

Vegetasjonsflåter kan til en viss grad kompensere for tap av plante- og dyreliv i den littorale sonen ved at flåtene fungerer som habitat for planter og dyr.

Vegetasjonsflåtene må forankres slik at de kan følge vannstanden og ikke bli liggende på land ved lav vannstand.

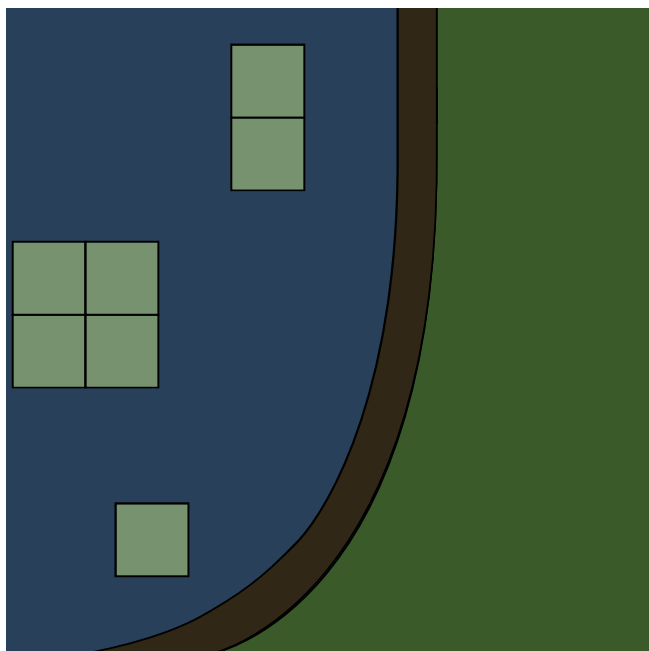
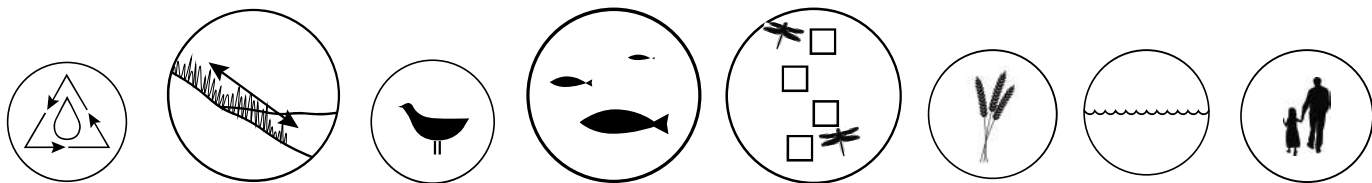
Det må tas i betraktning at vannstanden også varierer om vinteren når innsjøene er dekket av is, noe som kan medføre enorm belastning på vegetasjonsflåtene.

Det er ikke kjent at vegetasjonsflåter er brukt i reguleringsmagasiner med tilsvarende istykkelse som vi har i Norge. Det er derfor hensiktsmessig å gjøre en test i liten skala før det eventuelt skaleres opp.

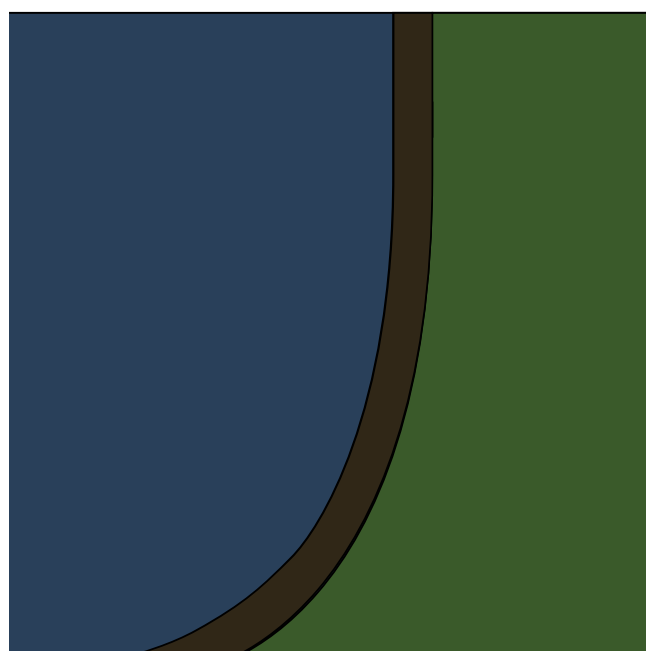


Utfordringer

- Varierende vannstand
- Mekanisk påkjenning, is



Reguleringsmagasin med vegetasjonsflåter



Reguleringsmagasin uten vegetasjonsflåter



Vegetasjonsflåte



Land



Littoral sone, til tider
over vann



Vann

Forklaring av illustrasjon

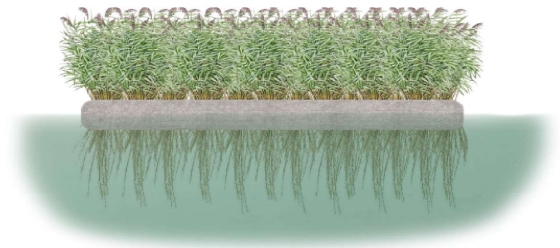
Prinsipiell illustrasjon av hvordan vegetasjonsflåter kan brukes i forbindelse med reguleringsmagasiner. Flåtene plasseres med tilstrekkelig avstand fra land som forhindrer at flåtene blir liggende på land ved lav vannstand.

Innsjø - næringsrik

Næringsrike innsjøer er det vannmiljøet som er mest vanlig å sette ut vegetasjonsflåter i. Det er på grunn av vegetasjonsflåtens evne til å bedre vannkvalitet ved å fjerne næringsstoffer og forurensning fra vannmassene, og å redusere andelen fyttoplankton.

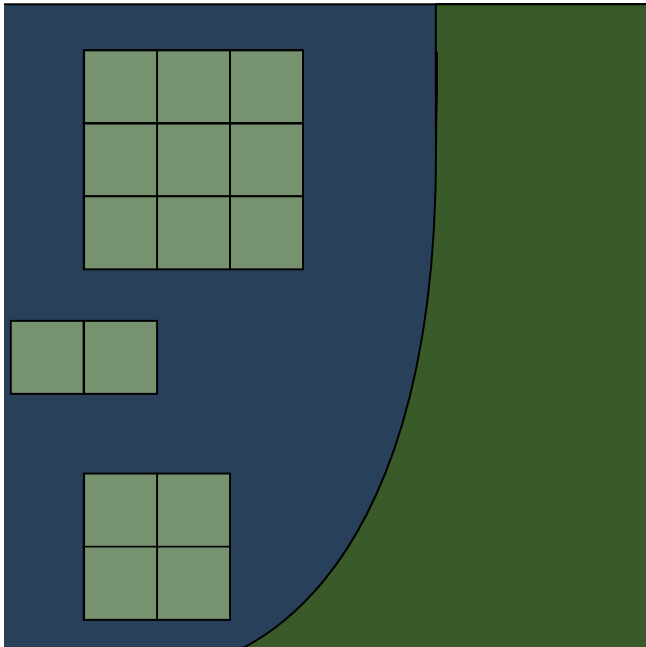
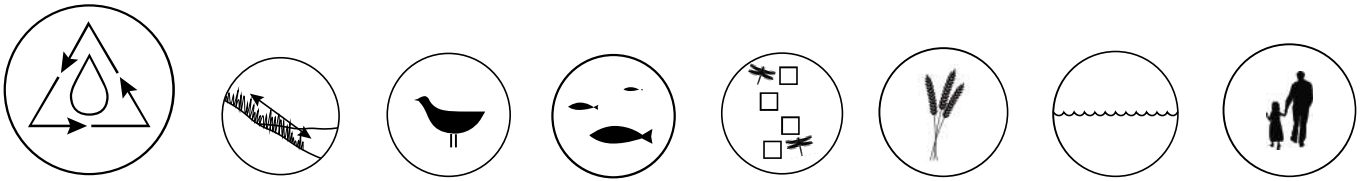
Plantene har stor sjanse for å trives på grunn av god tilgang på næring, noe som i lengden kan føre til at de mest vekstkraftige plantene dominerer flåtene.

Ved en stor dekning av overflaten må det tas spesielt hensyn til hvilken betydning det vil ha for oksygenivået og livet i vannet generelt.

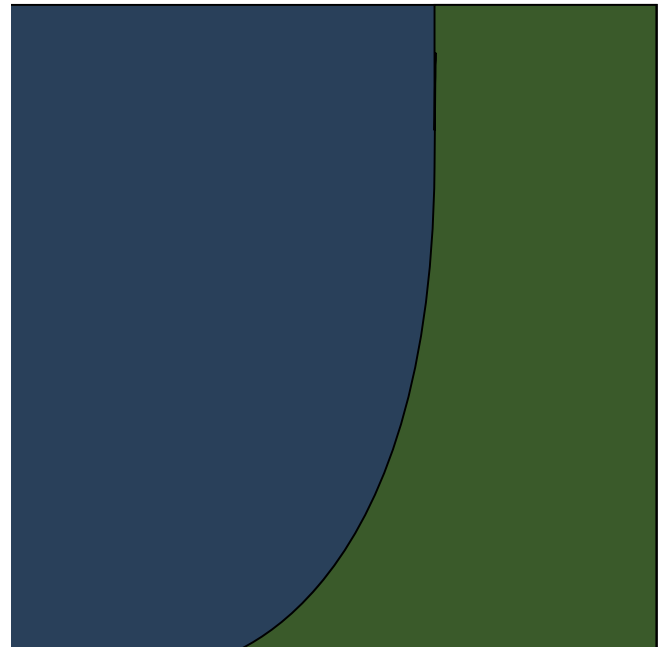


Utfordringer

- Oksygenivå i vannet



Innsjø med vegetasjonsflåter



Innsjø uten vegetasjonsflåter



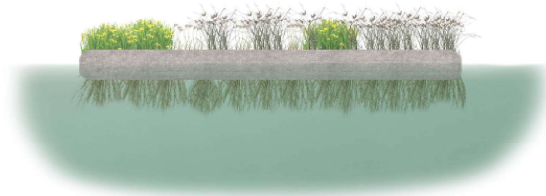
Forklaring av illustrasjon

Prinsipiell illustrasjon av hvordan vegetasjonsflåter kan brukes i forbindelse med næringsrik innsjø. Det vil være ønskelig å oppnå stor dekning av overflaten for å fjerne mest mulig næring fra vannmassene. Vannkanten er ofte rik på vegetasjon i utgangspunktet, lik vegetasjonsflåter.

Innsjø - næringsfattig

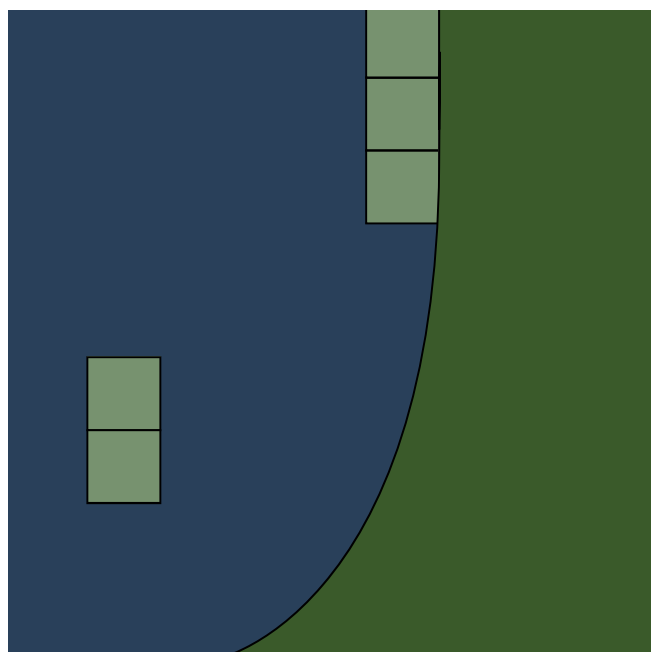
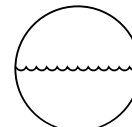
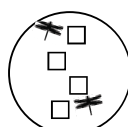
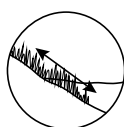
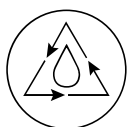
De fleste norske innsjøer er naturlig næringsfattige (Klaveness, 2018). Næringsfattige innsjøer har som regel klart vann og kan være attraktive badeplasser. Vegetasjonsflåter kan i den forbindelse brukes for å gi økt plante og dyreliv og bidra til en høyere opplevelsesverdi for vannmiljøet. Vegetasjonsflåtene vil i tillegg kunne fungere som habitat for fugl og fisk.

På grunn av liten tilgang på næring kan det være usikkerhet knyttet til plantenes vekst og overlevelsessevne. I tilfeller med spesielt næringsfattige vannmiljø, eller dersom det er et mål å ha stor plantevekst, kan man tilføre jord til flåten.

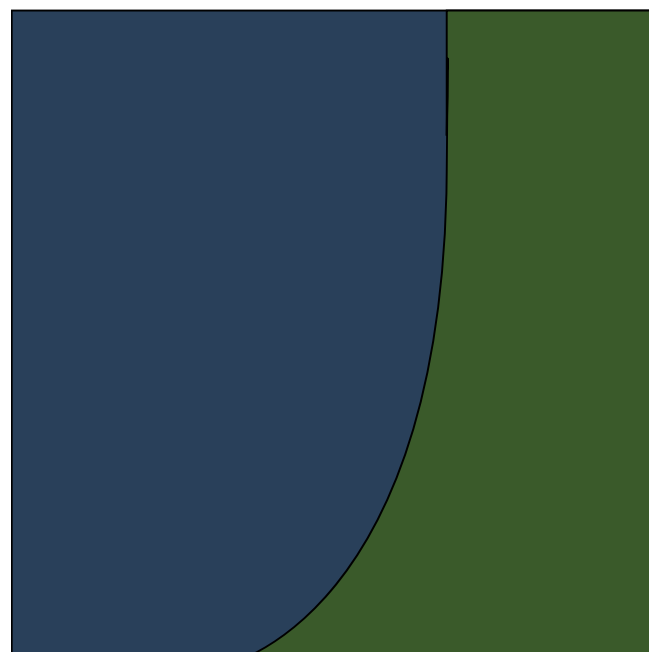


Utfordringer

- Næringstilgang til plantene
- Mekanisk påkjenning, badeturister



Innsjø med vegetasjonsflåter



Innsjø uten vegetasjonsflåter



Vegetasjonsflåte



Land (urbant)



Vann

Forklaring av illustrasjon

Prinsipiell illustrasjon av hvordan vegetasjonsflåter kan brukes i forbindelse med næringsfattig innsjø. Her er det ikke behov for stor dekning av overflaten for å ta opp mye næring. Flåtene kan enten plasseres ut som øyer i vannet, eller langs land for å støtte opp om rekreasjon eller økologi.

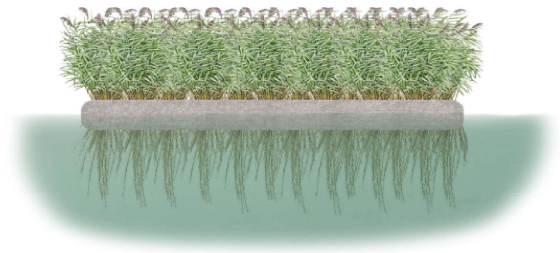
Rensebasseng

Vegetasjonsflåtens evne til å bedre vannkvalitet gjør at det kan være et aktuelt element å bruke i rensedammer for overvann fra vei, industri, landbruk, eller lignende.

Det kan være hensiktsmessig å installere vegetasjonsflåter i eksisterende rensedammer for å forbedre renseseffekten ytterligere. Vegetasjonsflåter kan også være et alternativ til konstruert våtmark for forbedring av vannkvalitet.

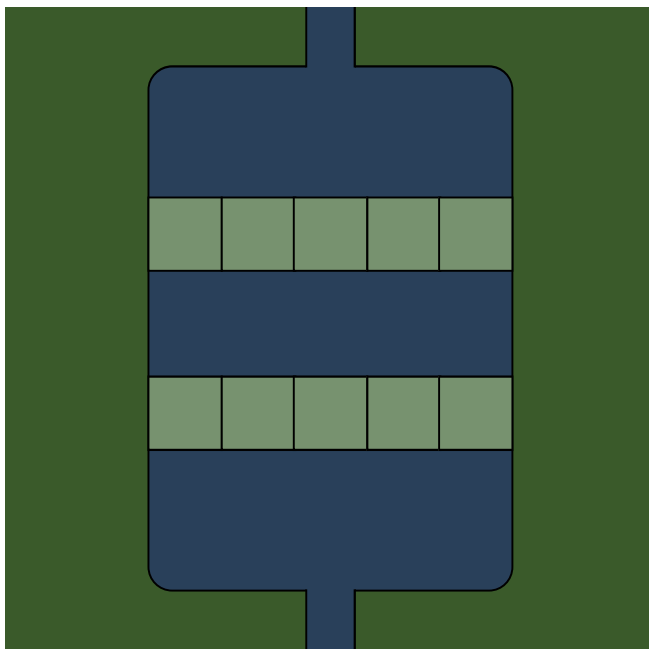
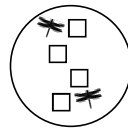
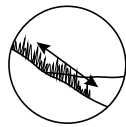
Nedbrytingsprosessene i vann blir påvirket av oksygentilgangen. Dette må derfor vurderes ved valg av dekningsgrad og behov for å gjøre tiltak som kan øke oksygeninnholdet i vannet.

Det er fordelaktig at flåtene er lette å flytte på for å kunne grave ut sedimenter og eventuelt å høste vegetasjon.

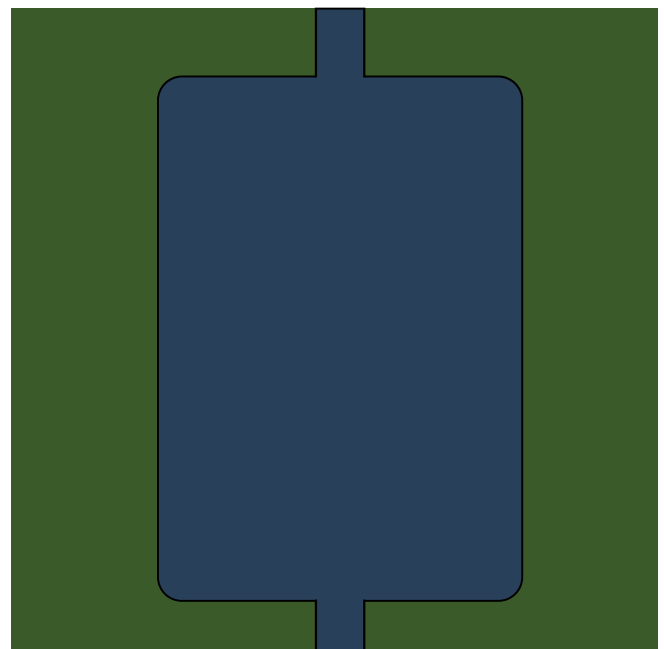


Utfordringer

- Oksygenivå i vannet



Rensebasseng med vegetasjonsflåter



Rensebasseng uten vegetasjonsflåter



Vegetasjonsflåte



Land (urbant)



Vann

Forklaring av illustrasjon

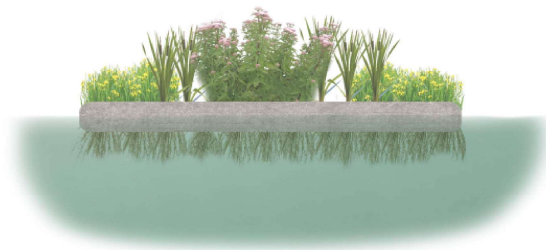
Prinsipiell illustrasjon av hvordan vegetasjonsflåter kan brukes i forbindelse med rensedammer. Flåtene burde settes ut som belter på tvers av strømmen for å sikre at mest mulig vann kommer i kontakt med vegetasjonsflåtene.

Dam

Med dam menes mindre vannelementer hvor rekreasjon er hovedformålet med dammen. I slike vannmiljøer kan man sette ut vegetasjonsflåter av estetiske hensyn, for å begrense vannblomst og næringstilgangen i vannet, eller for å bidra til økt biologisk mangfold.

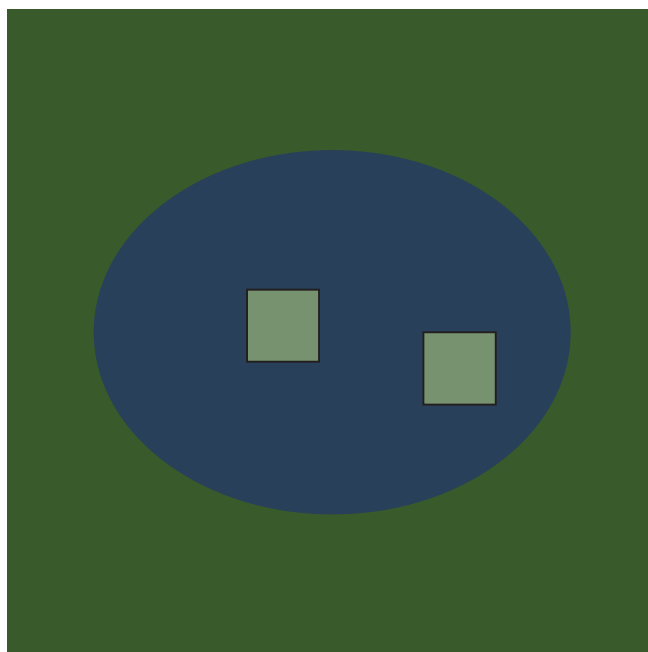
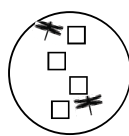
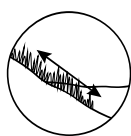
Det vil være behov for å velge mellom ulike flåtekonstruksjoner for å oppnå ønsket uttrykk på dammen, enten man ønsker rette eller organiske former. Plantevalget vil også i stor grad gjøres basert på estetiske hensyn.

Det vil her være et større behov for skjøtsel sammenlignet med vegetasjonsflåter for andre vannmiljøer.



Utfordringer

- Oksygennivå i vannet
- Skjøtsel



Dam med vegetasjonsflåter



Dam uten vegetasjonsflåter



Vegetasjonsflåte



Land (urbant)



Vann

Forklaring av illustrasjon

Prinsipiell illustrasjon av hvordan vegetasjonsflåter kan brukes i forbindelse med dammer. Utforming på vegetasjonsflåtene i dammer kan være svært ulikt avhengig av ønsket preg. De kan ligge ute i vannet eller langs land. Felles for denne typen vannmiljø er at det er relativt små vann og dermed ikke behov for mange flåter.

Utvikling av ny vegetasjonsflåte

Kriterier for flåtekonstruksjon

- Materialbruk (fri for plast og lang holdbarhet)
- Ulike nivåer
- Modulbasert med god landskapstilpasning.
- Tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på. (maks 3 personer, ca 250-300 kg oppdrift)

De overnevnte kriteriene er av Jostein Rykkelid og Elin Tanding Sørensen listet opp som viktige for at vegetasjonsflåter skal kunne ivareta rekreasjons- og økologiske funksjoner. Produktene som er tilgjengelig på markedet i dag oppfyller i varierende grad de overnevnte kriteriene, og består alle av en eller annen form for plast. Et annet kriterie for konstruksjonen er at den skal kunne brukes i både brakkvann og ferskvann.

Det er forsøkt å lage en vegetasjonsflåte som svarer til de overnevnte kriteriene. Dette er gjort i samarbeid mellom Jostein Rykkelid, Elin Tanding Sørensen, og Øyvind Hansen.

Materialbruk

Plast er mye brukt i mindre flytekonstruksjoner på grunn av dens lave vekt, kostnad og holdbarhet i vann. Ettersom det her blir undersøkt mulighetene for å bruke andre materialer enn plast, er det lagt ned en del arbeid i å undersøke alternative materialer.

Det er ikke funnet ett materiale som kan være fullgod erstatting for plasten, derfor er det jobbet med å finne kombinasjoner av egnede materialer som kan brukes til konstruksjon av vegetasjonsflåter.

Materialer som kan egne seg i konstruksjonen er både organiske og uorganiske. Organiske materialer omfatter blant annet tre, kokosmatte, kork, biokull og siv. Dette er ofte lette materialer med en viss oppdrift, og materialer som ikke utgjør fare for å bli et avfallsproblem ettersom de er nedbrytbare.

At materialene er nedbrytbare er også den store svakheten ved å bruke dem. Holdbarheten til materialene vil variere avhengig av plassering, temperatur og organismer i vannmiljøet.

Uorganiske materialer omfatter blant annet ulike metaller, porselen, Leca, og Glasopor. Dette er svært forskjellige typer materialer, men som i utgangspunktet er mer holdbare enn organiske materialer med tanke på nedbryting.

Ettersom flåtekonstruksjonen er tenkt til å vare over 20 år for både brakkvann og ferskvann, er det i hovedsak benyttet uorganiske materialer i konstruksjonen.

I kontakt med Leca og Glasopor fikk vi opplyst at flyteevnen for begge materialene var ca.

300 kg oppdrift per kubikkmeter. De hadde ingen informasjon om hvordan flyteevnen var over tid, men hadde observert at materialet holdt seg flytende etter flere år i vann. Det ble foretatt en småskala-test av flyteevnen til både Leca og Glasopor for å se om materialene trakk til seg vann og mistet noe av flyteevnen etter to uker under vann. Resultatene fra testen viste at etter to uker hadde Leca mistet 2,6 % oppdrift, mens Glasopor hadde mistet 2,3 % oppdrift. Det er forventet at reduksjonen i oppdrift vil avta over tid, ettersom det sannsynligvis er de ytterste åpne porene som har blitt fylt med vann. Det vil være nødvendig med en mer langvarig test for å observere flyteevnen til Leca og Glasopor over lengde tid.

Følgende materialer har blitt vurdert:

Tre – Gir både styrke og oppdrift og har en relativt lang levetid avhengig av treslag. Er uaktuelt å bruke på grunn av at treverk blir gjennomboret av pelemark og pelekrepser etter kort tid i salt-/brakkvann.

Porselen (teknisk porselen) – Kan lages til hule pontonger som gir både styrke og oppdrift, og har lang holdbarhet. Materialet er tungt, dyrt og utsatt for å knuse.

Rustfritt/syefast stål* – Gir god styrke og har lang holdbarhet. Utfordrende å lage tette beholdere som oppdriftselement pga. rust i sveisesøm. Ulempen med dette materialet er at det har en høy vekt.

Kork – Gir god oppdrift. Er trolig utsatt for pelemark og pelekrepser i salt-/brakkvann. Materialet er mer kostbart sett i forhold til flyteevnen sammenlignet med Leca og Glasopor.

Takrør/siv – Gir oppdrift. Trolig er dette et billig materiale. Oppdrift over tid er usikkert. Materialet brytes sannsynligvis fort ned og vil dermed ha kort holdbarhet.

Leca ISO 10-20* – Gir god oppdrift (ca. 300 kg oppdrift per kubikk) trolig også over tid. Leca er laget av leire og vil ha god holdbarhet. Materialet kan også egne seg til å sette planter i. Ulempen med dette materialet er at det kreves store mengder for å gi tilstrekkelig oppdrift, noe som kan resultere i at det blir dyrt. Leveres i fraksjon 10-20 mm.

Glasopor* – Skumglass. Gir god oppdrift (ca. 300 kg oppdrift per kubikk) trolig også over tid. Glasopor er laget av resirkulert glass og har god holdbarhet. Ulempen med dette materialet er at det foreløpig bare leveres i fraksjon mellom ca. 50-100 mm, noe som gir en dårligere utnyttelse av volumet i mindre beholdere enn Leca. I tillegg vil denne fraksjonen være vanskelig å sette planter i. Glasopor er også et mer skjørt materiale enn Leca.

Biokull – Lett materiale som kan være egnet som vekstmedium til planter.

Kokosmatte* – Kan brukes til å holde vekstmedium på plass. Brytes ned etter ca. 5 år.

* Materialer som er valgt for vegetasjonsflåten.



Fig. 4.50: Glasopor



Fig. 4.51: Leca

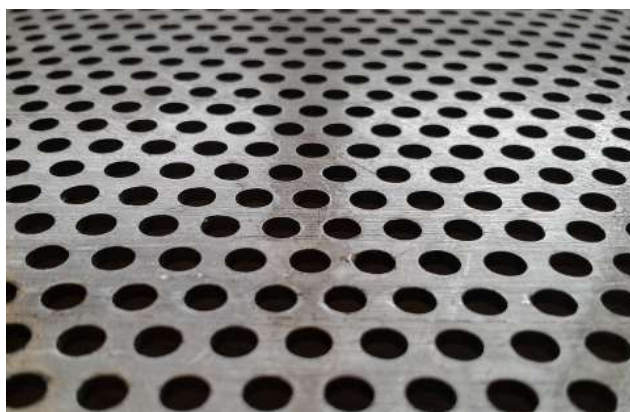


Fig. 4.52: Syrefast perforert plate



Fig. 4.53: Kokosnett

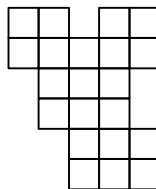
Modulbasert med god landskapstilpasning

Vegetasjonsflåter i moduler tillater at flåtene kan prefabrikeres, noe som gjør installasjonen lettere. Det er også nødvendig at modulene ikke er for store, slik at det er lett å transportere dem.

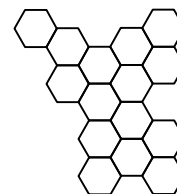
I samråd med Elin T. Sørensen ble flere former for ny flåtekonstruksjon vurdert. De fleste flåtekonstruksjonene på markedet er firkantede/ rektangulære og har begrensede formingsmuligheter. Heksagonform er en mer fleksibel form, men gir en mer repeterende og forutsigbar kant. Rettvinklet trekant-form er en egnet form ettersom den kan settes sammen til både rette "urbane" kanter, og mer "organiske" former. Derfor ble det i første omgang valgt å gå for rettvinklet trekant som form. Etter å ha testet ut denne formen i prosjektering for Kongshavn, ble det konkludert med at disse modulene ikke var like egnet til å danne organiske former med mindre flåtene ble satt sammen til store former. For prosjekteringen ved Kongshavn var det ikke til å unngå at vegetasjonsflåtene dannet rette kanter og harden hjørner, noe som var uønsket for utformingen, se illustrasjon under.

Det endelige valget falt derfor på en ny form med større variasjon i kanten, som er bedre egnet til å danne organiske/naturlignende former. Den nye formen er en sekskantform med tre ulike lengder på sidene, noe som gir en mer variert sammensetning enn andre alternativer på markedet.

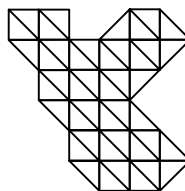
Firkantet/rektangulær



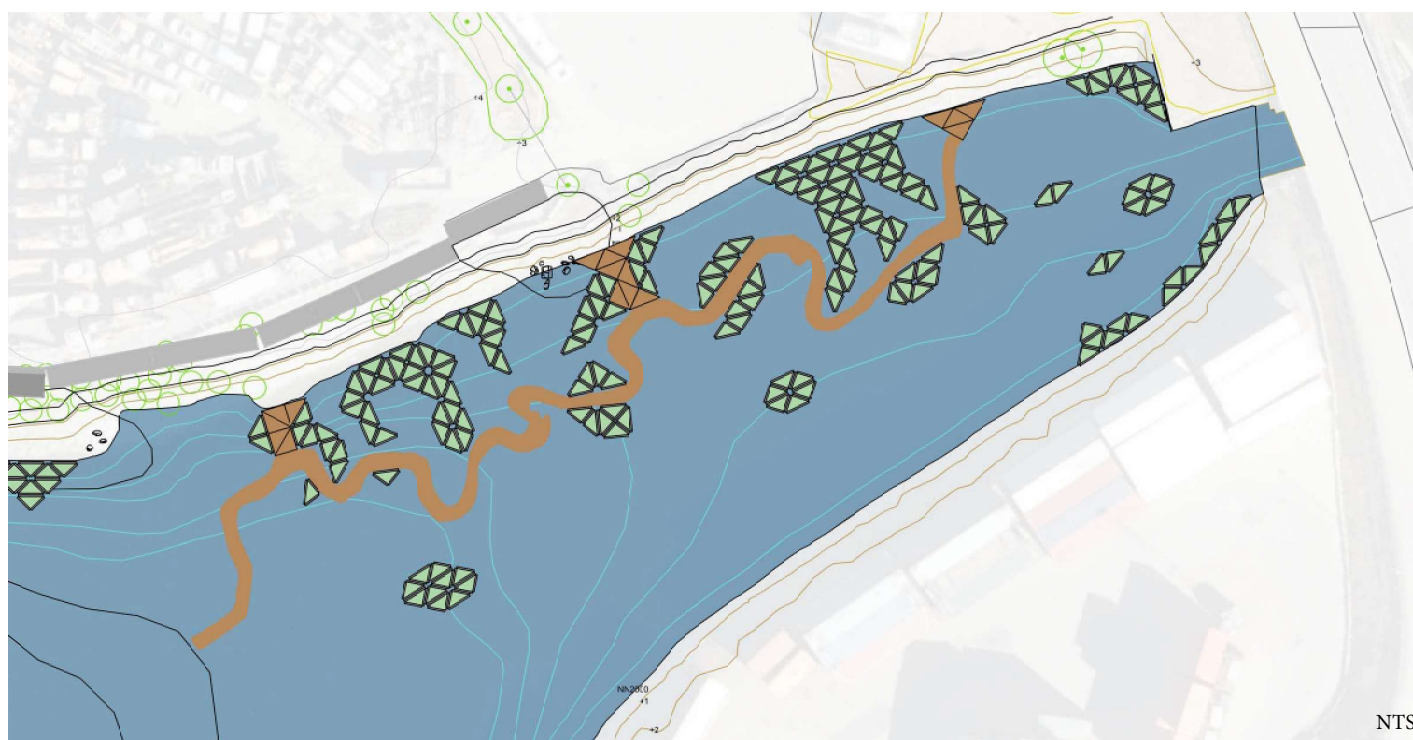
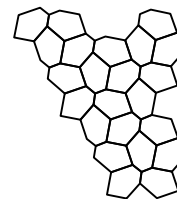
Heksagon



Rettvinklet trekant



Valgt form

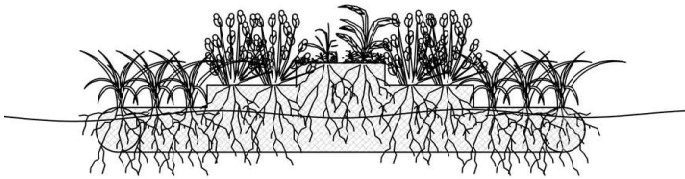


NTS

Forkastet utformingsforslag med bruk av moduler som rettvinklet trekant til Kongshavn, Oslo

Ulike nivåer

At vegetasjonsflåten har ulike nivåer tillater en mer variert plantesammensetning (som vist i plantelisten), ettersom planter har ulik toleranse for vann i rotsonen. En mer variert plantesammensetning vil være gunstig for å tilføre flere økologiske nisjer og for å gi et mer variert estetisk uttrykk.



Mulighet til å kunne gå langs vegetasjonsflåtene

For å legge til rette for ferdsel på vannet langs vegetasjonsflåtene, er det ønskelig at det lages tilsvarende flåtemodul med fast dekke i tre og tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på flåten. For vegetasjonsflåten vil dette kreve unødvendig mye flytemateriale dersom man skal kunne ha mulighet til å gå på dem. Ferdsel i forbindelse med vegetasjonsflåtene vil kunne være et rekreasjonstilbud med nærhet til vann og plante- og dyreliv.

For å beregne mengden oppdrift som trengs er det tenkt at en flåtemodul skal kunne tåle vekten av tre personer. Man burde derfor beregne en oppdrift på 250-300 kg per flåtemodul etter at vekten av flåtekonstruksjonen er trukket fra. Flere flåtemoduler burde alltid være koblet sammen for å kunne avlaste vekt og sørge for bedre stabilitet.

For å kunne gi 250-300 kg oppdrift uten bruk av plast, må det, dersom det brukes Leca/Glasopor, benyttes over en kubikkmeter av dette materialet. Dette er mulig, men det vil føre til høye kostnader for materialer, konstruksjon og transport, noe som vil gjøre det lite aktuelt å benytte denne typen modul fremfor en billigere flytebrygge-løsning. Derfor er vanlig flytebrygge-løsning med plastpongtonger å foretrekke for disse modulene.

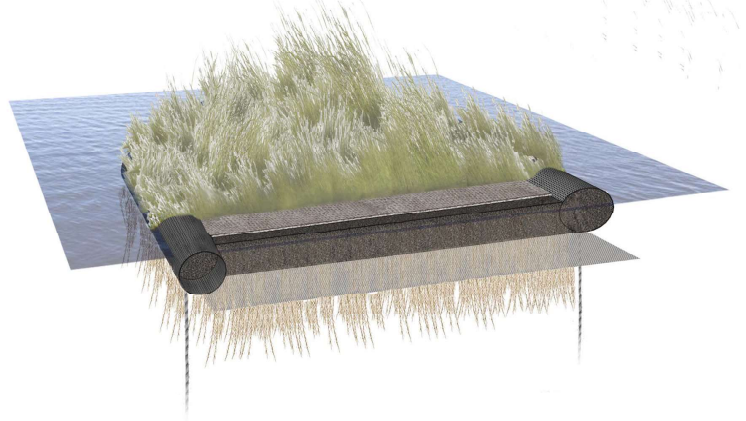
Med henyn til mulig plastforsøpling kan dette forsvares til en viss grad ved at plasten i dette tilfelle vil ligge under et fast dekke og dermed beskyttet mot vær og vind, og unngå nedbryting som følge av blant annet UV-stråler.

Det er ikke funnet materialer som kan gi tilstrekkelig oppdrift og være en fullgod erstatte for plastpongtonger. Dersom det i ettertid blir funnet en god erstatte for plastpongtonger, oppfordres det til å heller benytte dette.

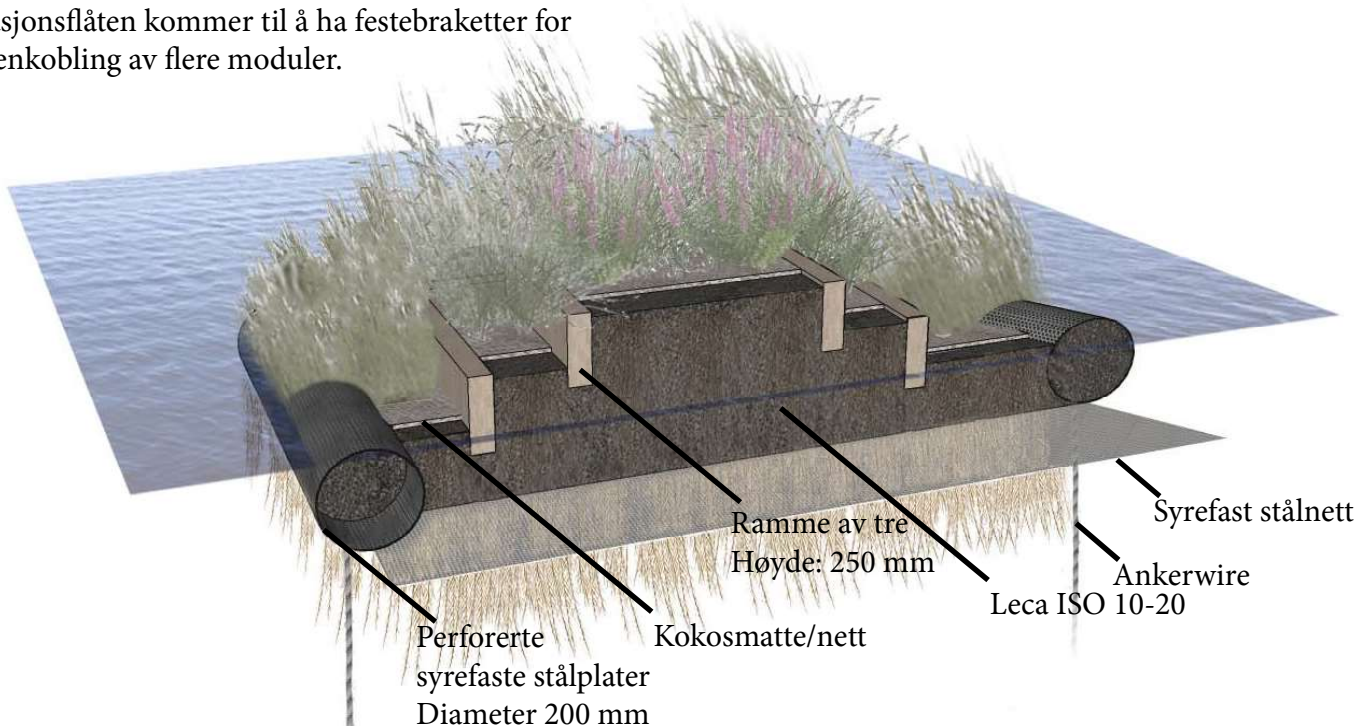
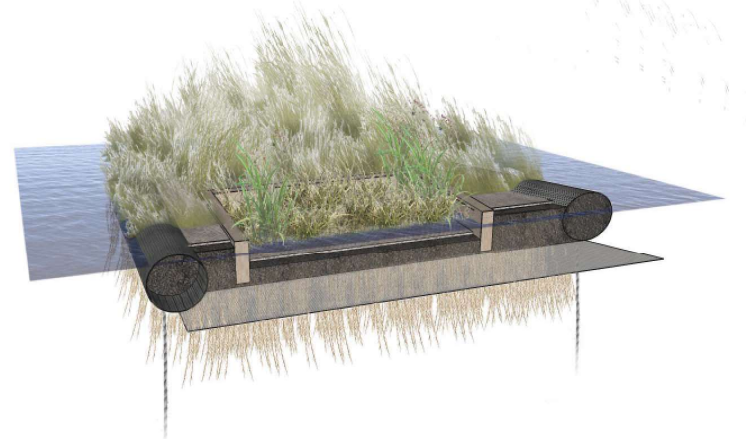
Konstruksjon av vegetasjonsflåten

Den endelige konstruksjonen endte opp med å bestå av Leca/Glasopor som oppdriftselement og rør av perforert syrefast stål som rammekonstruksjon. Dette er holdbare materialer med forventet levetid på over 20 år avhengig av langvarig oppdrift av Leca/Glasopor og eventuell mekanisk påkjenning. Rammekonstruksjonen har svært lang holdbarhet og kan gjenbrukes dersom det viser seg at Leca/Glasopor mister mye av flyteevnen over tid. Vegetasjonsflåtens rammekonstruksjon er laget av perforerte rør med en diameter på 200 mm, som er fylt med Leca/Glasopor. I bunnen av flåten, mellom rørene er et metallnett som holder Leca/Glasopor og planter på plass, og som tillater at planterøttene kan vokse gjennom nettet. Over metallnettet legges et lag på 15 cm med Leca/Glasopor. Dette laget holdes på plass av et kokosnett som legges på toppen. Kokosnettet vil etter noen år brytes ned, men da er det forventet at planterøttene er etablert tilstrekkelig til å binde substratet. Planter vil også kunne vokse gjennom hullene i de perforerte rørene i rammekonstruksjonen. For å bygge opp flåten i forskjellige nivåer foreslås det å bruke trerammer for å holde lecaen på plass. Disse rammene vil etter en tid bli brutt ned, men det forventes at nivåene opprettholdes på grunn av at planterøttene binder substratet. Vegetasjonsflåten kommer til å ha festebraketter for sammenkobling av flere moduler.

Vegetasjonsflåte med ett nivå



Vegetasjonsflåte med nedsenket nivå



Vegetasjonsflåter for Kongshavn, Oslo

«Testbed» tilpasset Alnaelvas nye utløp ved Kongshavn

I samarbeid med doktorgradsstipendiat ved NMBU Elin T. Sørensen, som jobber med urbane fjærelandskap der Kongshavnområdet er ett av caseområdene, blir det i dette kapitlet jobbet med utforming med vegetasjonsflåtemoduler tilpasset Alnaelvas utløp. I denne sammenheng blir det også bygget en prototype som settes ut på NMBUs campus Ås, for å kunne høste erfaringer for valgt flåtekonstruksjon.

Alnaelva munner i dag ut i Oslofjorden ved Kongshavn, fra et konstruert elveutløp. Opprinnelig lå Alnas munning der Lohavn og Losæter ligger i dag, men på tidlig 1900-tallet ble nedre del av elva lagt i en tunnel som fører ut til Kongshavn som i dag fungerer som containerhavn.

Kongshavn er i dag siste punkt langs Oslos Havnepromenade og i Fjordbyplanen er det vedtatt en bufferpark her mellom byen og Sydhavna som byens logistikk og industrihavn – Alna Fjordpark. Forslaget som gis i denne oppgaven inngår i det som Oslo kommune definerer som en «testbed» for området, se forklaring.

Som et konkret forslag til en stedstilpasset bruk av vegetasjonsflåter er det utarbeidet et skisseprosjekt for en «testbed» for området.

I tråd med Oslo kommunes definisjon av begrepet «testbed» foreslås dette som en midlertidig installasjon som det kan høstes erfaringer fra, og som har pedagogisk verdi i et folkeopplysningsperspektiv om å skape biotoper og økologisk restaurering av elveoslandskap. I denne tidlige fasen er det altså ikke snakk om en økologisk restaurering av elveutløpet da det vil kreve større landskaps- og vegetasjonsmessige endringer.

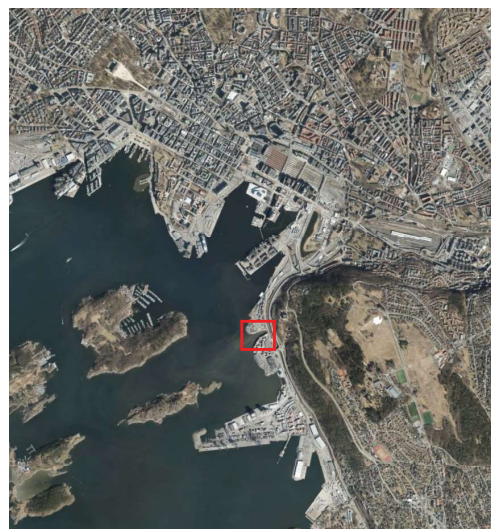


Fig. 4.54: Flyfoto, Oslo

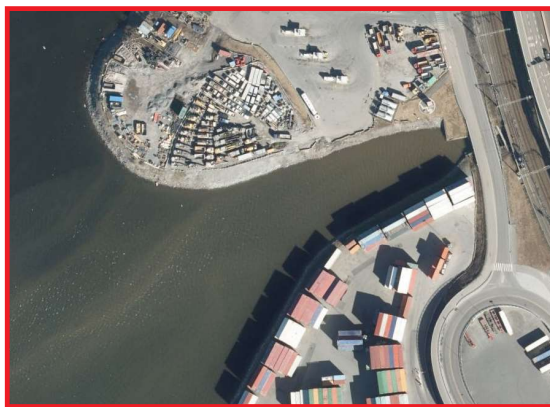


Fig. 4.55: Flyfoto, Oslo

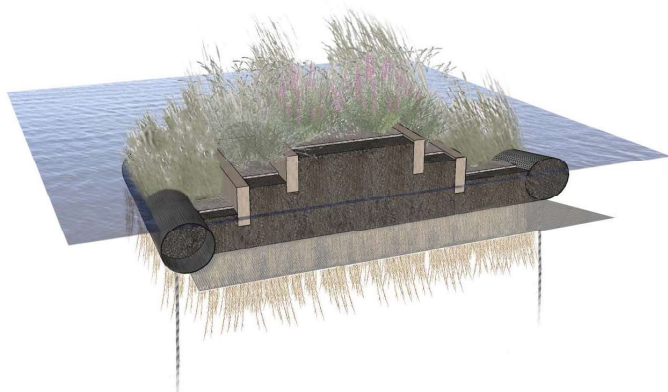
Testbed:

Med testbed menes en installasjon som er en midlertidig utprøving for å høste erfaringer til en fremtidig plan.

I denne sammenhengen ønsker vi å fokusere testbed-tankegangen spesielt på tre områder: For det første ønsker vi å tiltrekke nye brukere til Havnepromenaden, og slik åpne fjorden for personer som normalt ikke benytter seg av den. Dette kan være sosialt marginaliserte grupper eller bestemte aldersgrupper. For det andre ønsker vi å bevare Havnepromenaden som et sted for dem som benytter den fra før, men som risikerer å jages vekk i forbindelse med utbyggingen. Dette kan være folk som fisker eller som søker fred og ro. Til slutt ønsker vi at funksjoner og aktiviteter som testes ut skal evalueres når testperioden er over, og inngå i beslutningsgrunnlaget for hvorvidt det temporære grepet skal gjøres permanent eller ikke (PBE, 2017).

Utformingskonsept

Når man planlegger for bruk av vegetasjonsflåter er det viktig å ha en klar tanke om hva som er ønsket funksjon ved utsettingen av vegetasjonsflåter ut fra lokale forutsetninger. I dette tilfellet skal vegetasjonsflåte-modulene både oppfylle rekreasjons- og økologiske funksjoner. I designen av «testbeden» er landskapsmessig tilpasning vektlagt, det vil si at modulene har ulik topografi, som også gir ulike betingelser for plantematerialet i en tørr-våt gradient. I tillegg skal «testbeden» bidra til bedre tilgjengelighet mot fjorden og fritidsaktiviteter på sjø (kajakk o.a.) Produktgjennomgangen tidligere i oppgaven inneholder en vurdering av de mest utbredte vegetasjonsflåtene på markedet hvor det ble vurdert om konstruksjonene tillater ulike nivåer, har gode formingsmuligheter, og om de har tilstrekkelig oppdrift til å kunne gå på. Det er viktig at «testbeden» i Kongshavn oppfyller disse kriteriene ettersom disse kriteriene er med på å sikre at vegetasjonsflåtene har en viktig rekreasjons- og økologisk funksjon.



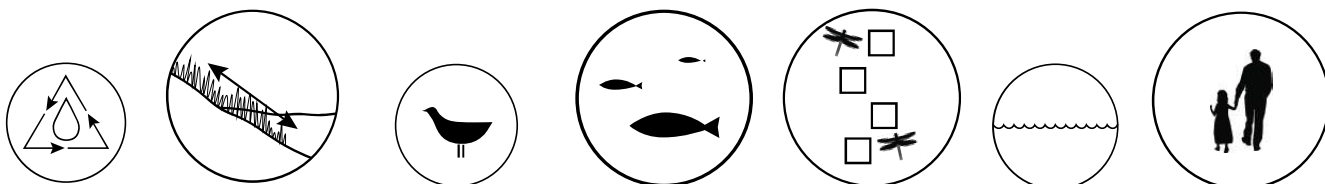
Det er valgt å gå for egenutviklet flåtekonstruksjon for «testbeden»

Ved starten av prosjekteringen ble det i planen forsøkt å dekke store deler av elveutløpet med vegetasjonsflåter for å imitere sandbanker i et naturlig elveutløp og våtmarksområde. Dette ble forsøkt med flåtemoduler i form av rettvinklet trekant på to kvadratmeter. Denne utformingen viste seg å kreve et stort antall vegetasjonsflåter, noe som vil være dyrt og lite hensiktsmessig sammenlignet med tradisjonell elverestaurering med flytting av masser. Formen på vegetasjonsflåtene viste seg også å være mindre fleksibel enn ønskelig, hvor sammensetningene av vegetasjonsflåtene dannet spisse hjørner og rette kanter. I og med at dette prosjektet gjelder en «testbed» for Kongshavn, er det mer hensiktsmessig med en installasjon i mindre skala.



Forsøk på å imitere naturlig elveutløp og våtmarksområde ved bruk av vegetasjonsflåter i Kongshavn

«Testbeden» tjener flere funksjoner, hvor de høyest prioriterte er å tilføre våtmarksgradient, tilføre habitat til liv under og over vann, og legge til rette for rekreasjon. Forbedring av vannkvalitet og motvirking av bølgerosjon vil til en viss grad være en effekt, selv om det ikke er formålet med utsettingen. Vegetasjonsflåtene som fuglehabitat kan komme i konflikt med rekreasjonsformål, det er derfor tenkt at containertak langs havnestien skal fungere som hekkeplass for fugl istedenfor på vegetasjonsflåtene.



Utformingen med vegetasjonsflåtene ble gjort i samarbeid med Elin T. Sørensen, hvor en ny form på vegetasjonsflåtene ble bestemt etter å ha høstet erfaringer fra utformingen med rettvinklet trekant-modulene. Hovedformålet med «testbeden» er å legge til rette for rekreasjon langs Oslos havnepromenade, og peke frem mot Alna fjordpark som kommer til å ligge på nordsiden av elveutløpet. Utformingen innebærer i alt 23 moduler, hvor 13 er vegetasjonsflåter og 10 er moduler til å gå på. Vegetasjonsflåtene vil tjene som rekreasjonselement hvor mennesker kan oppleve lokalt plante- og dyreliv for Oslofjorden, og legge til rette for aktiviteter som fiske eller padling. Vegetasjonsflåtene vil tilføre habitat for både landlevende og vannlevende arter i et område hvor det ellers er viet lite hensyn til biologisk mangfold.

«Testbeden» med vegetasjonsflåtene kommer til å ligge langs en enkel opparbeidet kyststi som åpner opp for at allmenn ferdsel. Containere kommer til å bli plassert langs stien for å skjerme kyststien fra anleggsområdet, hvor takene på containerne vil bli tilrettelagt som fugle- og insektsbiotoper. Kyststien begynner fra infopunkt 14, som inngår i en overordnet plan for Oslos havnepromenade. Det er i denne oppgaven ikke arbeidet med utforming av området utenom «testbeden» med vegetasjonsflåter



Ved etableringstidspunkt

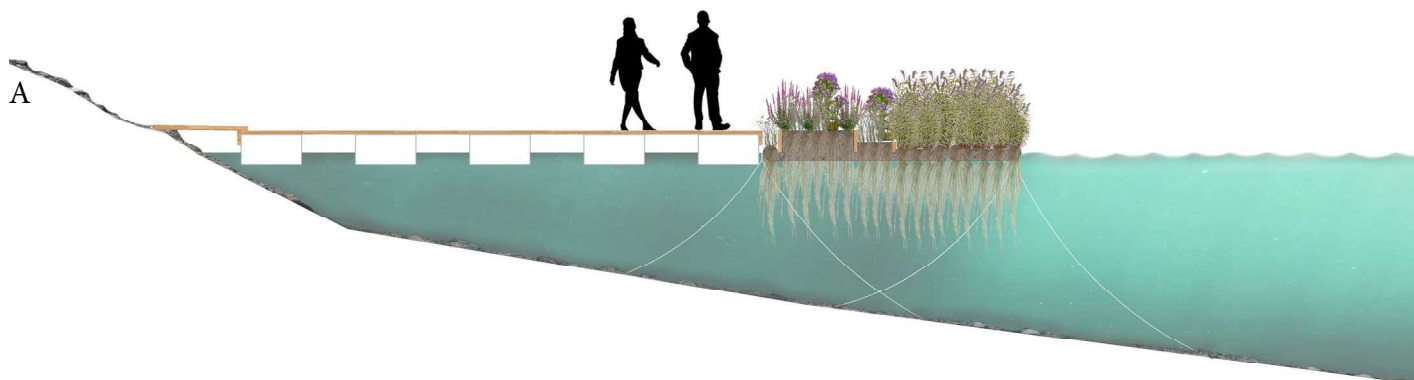




Etter ett år



Etter fem år



A'
Målestokk 1:100

Sammensetningen av vegetasjonsflåtene vil over tid skape et sammenhengende vegetasjonsdekke etterhvert som plantene får etablert seg.
 Modulene med tredekke får tilstrekkelig oppdrift av plastpontonger under flåten, og vil være en helt annen konstruksjon enn vegetasjonsflåtene.
 «Testbeden» blir festet til land, i tillegg til at den må forankres til bunnen med wire.
 Dette krever ytterligere beregninger for å sikre riktig dimensjonering.

Plantevalg - Kongshavn

For plantevalget til «testbeden» er det tatt utgangspunkt i plantene som er oppgitt at tåler brakkvann i plantelisten. Plantene som her er foreslått er funnet i oslofjordfloraen gjennom søk i artskart via artsdatabanken sine nettsider. Plantevalget burde kontrolleres av en biolog og eventuelt suppleres med andre aktuelle planter som finnes langs Oslofjorden eller oppstrøms i Alnelva.

Det er viktig at det brukes planter som tåler brakkvann og som støtter opp om det lokale plante- og dyrelivet.



Lychnis flos-cuculi – Hanekam
20-60 cm

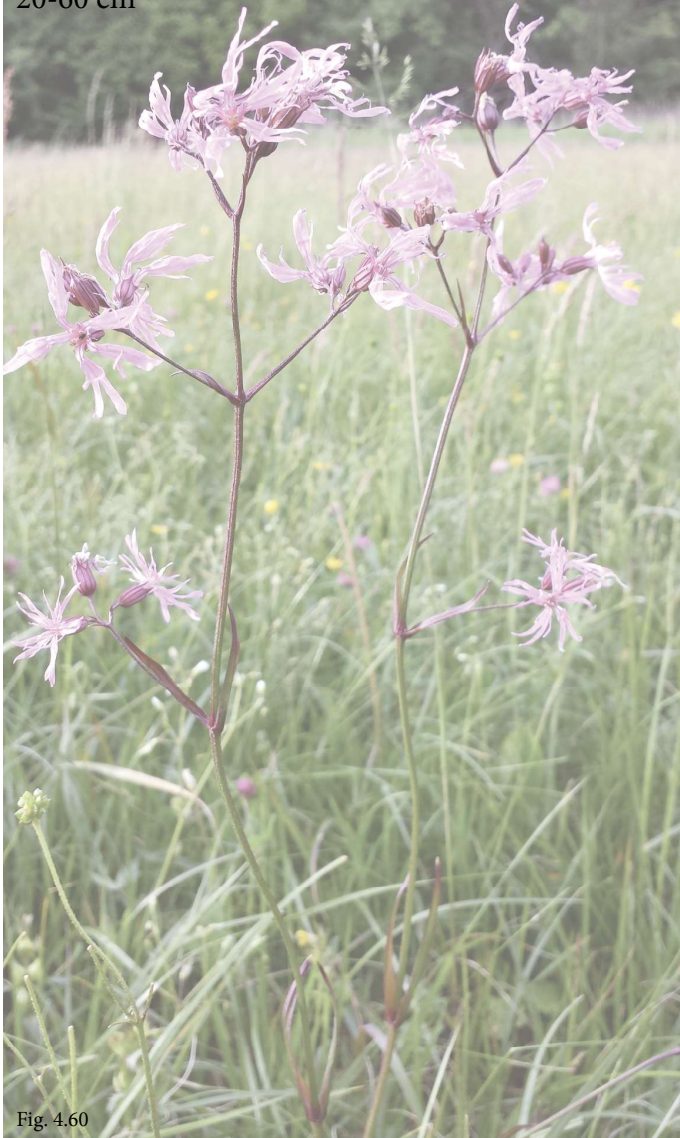


Fig. 4.60

Phragmites australis – Takrør
100-400 cm



Fig. 4.62

Schoenoplectus tabernaemontani – Pollsivaks
50-200 cm

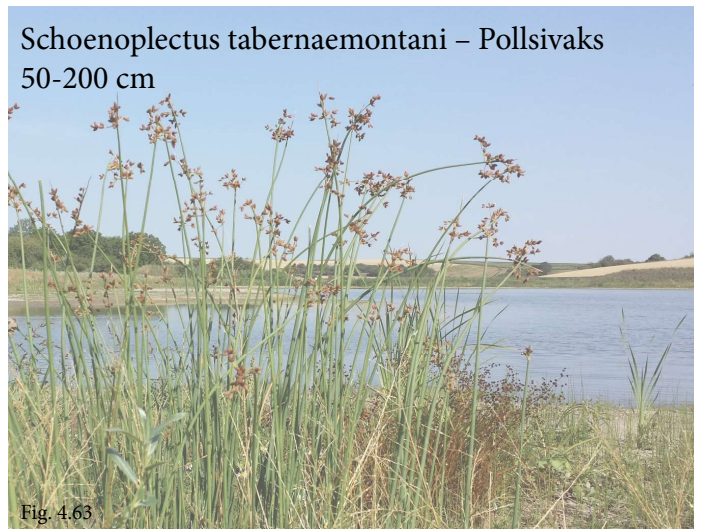


Fig. 4.63

Lythrum salicaria – Kattehale
80-150 cm



Fig. 4.61

Typha latifolia – Bred dunkjevle
100-200 cm



Fig. 4.64

Videre arbeid

Klimatiske faktorer

Før «testbeden» installeres må det fremskaffes ytterligere data om vind og bølgeforhold i Kongshavn. Dette for å kunne foreta beregninger og sikre tilstrekkelig forankring av modulene. Det er ikke funnet nøyaktig informasjon om vind og bølgeforhold. Vindrose for Blindern i Oslo er fremskaffet, og gir en indikator på vindforhold i Oslofjorden. Bølgekart må fremskaffes for å skaffe informasjon om forventet bølgehøyde. For å sikre stabilitet og styrke for «testbeden» må disse dataene inngå i beregninger foretatt av ingeniør med kompetanse innenfor marine miljøer.

Test av flåtekonstruksjon

Vegetasjonsflåtene som er valgt for dette prosjektet er foreløpig ikke testet ut, noe som gjør at det vil være nødvendig å foreta en test av vegetasjonsflåten før «testbeden» i Kongshavn realiseres.

Test av flåtekonstruksjonen vil bli påbegynt ved NMBUs Campus Ås vår/sommer 2019. Tilsyn av vegetasjonsflåtene overlates til parkenheten, hvor erfaringer fra disse vegetasjonsflåtene vil gi informasjonen til videre arbeid med Kongshavn ved Elin T. Sørensen.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- >15
- 11.4-15
- 7.7-11.3
- 4-7.6
- 0.3-3.9

Stille (%)

1



År: 2018 - 2018

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

18700 OSLO - BLINDERN

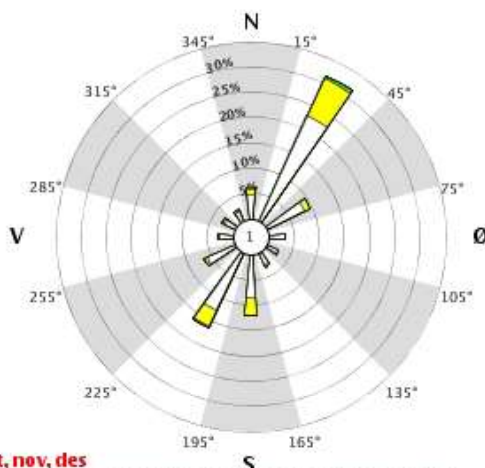


Fig. 4.65: Vindrose for Blindern viser vindmålinger gjort i løpet av året 2018. Målingene forteller at det kan forekomme vind mellom 7,7 og 11,3 m/s, som oftest i nordøstlig retning, noe som kan medføre at «testbeden» står utsatt til.

Prototype ved NMBUs campus Ås

I forbindelse med denne oppgaven er det satt i gang en prosess for å teste ut en prototype av vegetasjonsflåten som er beskrevet i denne oppgaven. Motivasjonen for å sette ut prototypen er å teste ut flåtekonstruksjonen før den eventuelt tas i bruk i Kongshavn. Enda viktigere er å få erfaringer med bruk av vegetasjonsflåter i Norge under oppsyn av erfarne grøntanleggsforvaltere. En plassering av vegetasjonsflåter ved Campus Ås vil resultere i økt bevissthet om vegetasjonsflåter blant studenter og ansatte, blant annet for fagene landskapsarkitektur, landskapsingeniør, og naturforvaltning. Plassering av vegetasjonsflåter ved Campus Ås kan også skape reaksjoner som vil si noe om hvordan vegetasjonsflåter oppfattes som landskapselement.

Etter avtale med parkenheten ved NMBU skal vegetasjonsflåtene settes ut ved skogsdammen på Campus, men på grunn av hensyn til et hekkende svanepar i skogsdammen kan det være nødvendig å endre plassering for prototypen.

Prototypen av vegetasjonsflåten vil i første omgang være en uttesting av flåtekonstruksjon og skape bevissthet om konseptet. Det vil i neste omgang være interessant å gjøre kontrollerte målinger av vegetasjonsflåter som sier noe om vegetasjonsflåters effekt på vannkvalitet og biologisk mangfold.

Uttesting av vegetasjonsflåten er et tverrfaglig samarbeid mellom verkstedet ved Realtek - NMBU, og Jostein Rykkelid og Elin T. Sørensen ved institutt for landskapsarkitektur.

Antallet vegetasjonsflåter og materialer for rammekonstruksjon av prototypen blir bestemt i løpet av mai/juni 2019 avhengig av økonomisk støtte til prosjektet.

Konklusjon

Muligheter

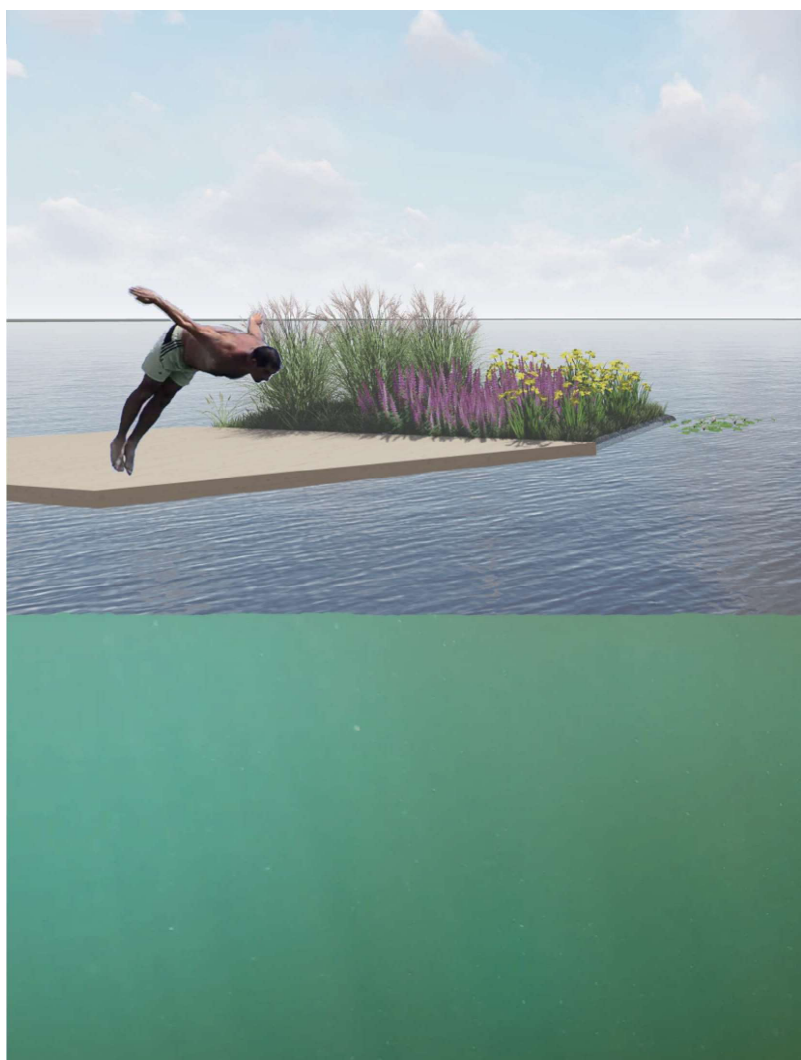
Til tross for at vegetasjonsflåter er lite utprøvd i Norge, er det grunn til å tro at det vil være hensiktsmessig å ta i bruk vegetasjonsflåter også her til lands. De fem bruksområdene som er presentert i oppgaven er sannsynligvis også aktuelle for Norge.

En rekke personer som jeg har vært i kontakt med både i forkant og underveis i oppgaven fra blant annet NIVA, NIBIO og VAV i Oslo kommune, har ytret interesse for konseptet vegetasjonsflåter. Etter å ha snakket med ulike fagpersoner har det blitt tydelig for meg at det er potensiale for å bruke vegetasjonsflåter i Norge, men at det trengs mer kunnskap.

Målet med denne oppgaven har vært å bidra til økt kunnskap om vegetasjonsflåter for bruk i Norge, slik at landskapsarkitekter og andre som jobber med vannhåndtering lettere skal kunne ta i bruk vegetasjonsflåter på en hensiktsmessig måte.

Kunnskapen som er samlet i denne oppgaven gir også muligheter for å tenke nytt ved anlegning av vegetasjon i forbindelse med vannelementer, i brakkevann eller ferskvann. Ved anlegning av vegetasjonsfelt er det vanlig å velge jord og jorddybde tilpasset plantene, mens denne oppgaven viser at det også er mulig å unngå bruk av jord dersom plantene tåler å stå i vann og vannet har tilstrekkelig næring. Plantelisten i denne oppgaven vil også kunne brukes ved anlegning av f.eks. integrerte plantekasser i bryggegang uten bruk av jord.

Vegetasjonsflåter vil også kunne være et nyttig virkemiddel ved tilrettelegging for aktiviteter ute i brakk-/ferskvann. Man kan se for seg at vannflater kan tas i bruk som et parklandskap hvor man tar seg frem ved å ro, padle eller svømme. Her vil man kunne bruke flytebryggemoduler som man kan gå i land på, i kombinasjon med vegetasjonsflåter med trær/busker eller stauder.



Vegetasjonsflåter kan bygge opp om aktiviteter på vann

Utfordringer

Under arbeidet med oppgaven har det vært viktig for meg å forsøke å fremstille vegetasjonsflåter så objektivt som mulig ved å påpeke både positive og negative sider. Ved å bruke vegetasjonsflåter i Norge i 2019 er det enkelte utfordringer som man møter på.



Vegetasjonsflåter kan legge til rette for økt biologisk mangfold

En utfordring er tilgangen på «gode» vegetasjonsflåter i handelen. Den typen vegetasjonsflåte som har vært brukt i Norge til nå (fra Veg Tech) har bestått kun av plast, og har i tillegg vist seg å være lite Bestandig. Denne vegetasjonsflåten er nå erstattet av en ny type vegetasjonsflåte som også består kun av plast i form av rektangulære moduler. Selv om produsenten sier at levetiden er over 20 år, finnes det få erfaringer med denne flåtekonstruksjonen.

Bergknapp AS kan levere vegetasjonsflåter fra Bestmann Green Systems i Tyskland men det er ikke kjent at de har levert vegetasjonsflåter til Norge før. Det kan derfor være en utfordring å skaffe vegetasjonsflåter som er egnet for norske forhold.

En annen utfordring er mangelen på erfaring. I Norge og Sverige har vi noe erfaring fra vegetasjonsflåtene til Veg Tech, mens det i Danmark er noe erfaring fra vegetasjonsflåtene til Bestmann Green Systems. Det finnes derfor lite kompetanse for ulike typer vegetasjonsflåter under norske forhold, noe som skaper usikkerhet ved planlegging, etablering og vedlikehold.

Lovverk for valg av planter til vegetasjonsflåter vil skape stor usikkerhet ettersom lovteksten ikke omtaler vegetasjonsflåter direkte, og må tolkes. For en rekke av plantene som er aktuelle for vegetasjonsflåter vil det være tvil om plantene kan defineres som landlevende eller ikke. Hensikten med de gjeldende lovtekstene er å forhindre at det skjer uønsket spredning av planter i vannmiljøer, noe som er viktig å være klar over ved valg av planter til vegetasjonsflåter. Ved utarbeidelsen av de gjeldende lovtekstene har det trolig ikke vært tenkt på bruk av vegetasjonsflåter. Det vil derfor være behov for en avklaring i lovtekstene om hva som gjelder for bruk av planter på vegetasjonsflåter, før man med sikkerhet kan si hva som er søknadspliktig og ikke.

Veien videre

Hovedårsaken til at man møter disse utfordringene er at vegetasjonsflåter er et nokså nytt og ukjent landskapselement i Norge. Det er trolig at man vil få flere og bedre produkter på markedet, og en større klarhet i lovverket dersom flere ser et behov for å ta i bruk vegetasjonsflåter. Da vil man etter hvert få erfaringer og mer kompetanse knyttet til planlegging, etablering og vedlikehold av vegetasjonsflåter for norske forhold.

Det vil i første omgang være behov for erfaringer om plantevalg, konstruksjon og plassering i ulike vannmiljøer i Norge. Det burde også gjøres målinger på hvilken effekt vegetasjonsflåter har på vannverdier og økosystemer. Dette vil gi kunnskap som kan bidra til å videreutvikle vegetasjonsflåter for norske forhold før man benytter vegetasjonsflåter i stort omfang.

For å skape bevissthet om vegetasjonsflåter og høste erfaringer, er det satt ut egenkonstruerte vegetasjonsflåter på NMBUs campus Ås vår/sommer 2019. Erfaringer fra disse flåtene vil derfor ikke komme med i denne oppgaven, men vil være til hjelp for senere studier av vegetasjonsflåter. De egenkonstruerte vegetasjonsflåtenes levetid er uvisst, og ansvar for videre oppfølging er lagt til parkenheten ved NMBU. Flåtene vil bidra til å skape bevissthet om vegetasjonsflåter for studenter og ansatte ved NMBU, i tillegg til at ansatte i parkforvaltningen vil få erfaring med vedlikehold av vegetasjonsflåter. Vegetasjonsflåtene på Campus Ås vil også bidra med informasjon om hvordan slike elementer oppfattes av folk, noe det ikke er funnet studier på i arbeidet med denne oppgaven.

Egne tanker om vegetasjonsflåter

I første omgang tror jeg man vil være mest tjent med å bruke vegetasjonsflåter i fangdammer og rensedammer hvor det er høy grad av forurensning. Vegetasjonsflåter har en betydelig større overflate for biofilm enn bunnfestet vegetasjon, i tillegg til at vegetasjonsflåter vil ha bedre evne til å akkumulere og sedimentere partikler enn tradisjonelle vegetasjonssoner i blant annet fangdammer. Fangdammer er relativt små vannelement og krever derfor ikke etablering av mange vegetasjonsflåter for å oppnå effekt. Produktene av vegetasjonsflåter som er tilgjengelige i dag vil være tilstrekkelig for bruk i fangdammer, noe som gjør at dette vil være et naturlig utgangspunkt for å tilegne seg erfaring ved bruk av vegetasjonsflåter.

For landskapsarkitekter vil vegetasjonsflåter være spesielt interessant virkemiddel for å skape «land» der hvor det ellers ville vært vanskelig å skape land ved hjelp av sedimenter. Dette gir muligheter for å skape øyer ute i vannet, eller gjøre urbane vannkanter grønnere, uten at hydrologien blir særlig endret og uten å gjøre masseforflytninger.

Det vil sannsynligvis finnes bruksområder for vegetasjonsflåter utover det som er nevnt i denne oppgaven ettersom dette er en relativt ny måte å designe landskap.

Jeg mener at vegetasjonsflåter er et virkemiddel som landskapsarkitekter burde kjenne til, og dermed også formidles gjennom utdanningen av nye landskapsarkitekter i Norge, noe det hittil ikke har vært gjort. Dette er fordi vegetasjonsflåter har egenskaper som i enkelte tilfeller gjør at de kan være et bedre alternativ enn tradisjonelle sedimentkonstruerte landskap.



Fig. 5.1 Vegetasjonsflåter gir anledning til å tenke nytt ved utforming av landskap i vann.

Litteraturliste

- Alatalo, E. (2016). Floating villages and gardens of Inle Lake. Tilgjengelig fra: <https://www.fieldstudyoftheworld.com/floating-villages-inle-lake/> (lest 12.03.2019).
- Artsdatabanken. (2019). Helofytt-ferskvannssump. Tilgjengelig fra: <https://artsdatabanken.no/Pages/171915> (lest 24.02.2019)
- Avset, L. M. M. (2017). Hvor farlig er egentlig mikroplast? Tilgjengelig fra: <https://forskning.no/forurensning-hav-og-fiske-niva/hvor-farlig-er-egentlig-mikroplast/322061> (lest 09.04.2019).
- Bioforsk. (2008). Fangdammer for partikkel- og fosforrensing. FOKUS. Tilgjengelig fra: https://www.vannportalen.no/globalassets/vannregioner/rogaland/rogaland---dokumenter/vannomrader/jaren-vannomrade/motevirksomhet/2014/reseparparkurs-13-februar/fokus_fangdammer_web_hcopw.pdf (lest 24.02.2019)
- Biomatrix Water. (2019). Price and deliverance - for master thesis (e-post til Biomatrix Water 24.02.2019).
- Blomstertak. (2019). (e-post og telefon til Blomstertak.no vinter 2019).
- Borne, K. E., Fassman, E. A. & Tanner, C. C. (2013). Floating treatment wetland retrofit to improve stormwater pond performance for suspended solids, copper and zinc. *Ecological Engineering*, 54: 173-182. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.01.031>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857413000529>
- Botner, V. & Aanderaa, T. (2017). Før Flommen - bærekraftig overvannshåndtering for økt klimaresiliens i norske byer og tettsteder. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskaplige universitet. Tilgjengelig fra: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2450896> (lest 2019)
- Bu, F. & Xu, X. (2013). Planted floating bed performance in treatment of eutrophic river water. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185 (11): 9651-9662. doi: [10.1007/s10661-013-3280-6](https://doi.org/10.1007/s10661-013-3280-6). <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3280-6>
- Cao, W. & Zhang, Y. (2014). Removal of nitrogen (N) from hypereutrophic waters by ecological floating beds (EFBs) with various substrates. *Ecological Engineering*, 62 (148-152): 0925-8574. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.10.018>
- Chang, N.-B., Xuan, Z., Marimon, Z., Islam, K. & Wanielista, M. P. (2013). Exploring hydrobiogeochemical processes of floating treatment wetlands in a subtropical stormwater wet detention pond. *Ecological Engineering*, 54: 66-76. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.01.019>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857413000347>
- Danderyds kommune. (2019). Frågor flytande våtmark (e-post til kommunen 21.01.2019).
- Dunér, V. & Myhrberg, T. (2014). Flytande våtmark för dagvattenhantering i Rönningesjön, Täby kommun. MJ153x Examensarbete i Energi och miljö, grundnivå. Stockholm: KTH.
- Finnemore, S., Lloyd, A. & Wearmouth, T. (2010). FLOATING TREATMENT WETLANDS – CULTURAL AND TREATMENT VALUES. *Water New Zealand Annual Conference 2010*.
- Floating Island International. (2019). Shoreline Protection and Coastal Restoration. Tilgjengelig fra: <http://www.floatingislandinternational.com/solutions/shoreline-protection-coastal-restoration/> (lest 12.02).
- Hartshorn, N., Marimon, Z., Xuan, Z., Cormier, J., Chang, N.-B. & Wanielista, M. (2016). Complex interactions among nutrients, chlorophyll-a, and microcystins in three stormwater wet detention basins with floating treatment wetlands. *Chemosphere*, 144: 408-419. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.08.023>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653515300242>
- Headley, T. R. & Tanner, C. C. (2012). Constructed Wetlands With Floating Emergent Macrophytes: An Innovative Stormwater Treatment Technology AU - Headley, T. R. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42 (21): 2261-2310. doi: [10.1080/10643389.2011.574108](https://doi.org/10.1080/10643389.2011.574108). <https://doi.org/10.1080/10643389.2011.574108>
- Hu, M.-H., Yuan, J.-H., Yang, X.-E. & He, Z.-L. (2010). Effects of temperature on purification of eutrophic water by floating eco-island system. *Acta Ecologica Sinica*, 30 (6): 310-318. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2010.06.009>
- IBV. (2018). Tungmetaller. Institutt for biovitenskap, UIO. Tilgjengelig fra: <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/t/tungmetaller.html> (lest 29.01.2019).
- IBV. (2019). Biofilm. Institutt for biovitenskap, UIO. Tilgjengelig fra: <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/b/biofilm.html> (lest 30.01.2019).
- IGSNorge. (2019). Erosjonssikring. Geosyntetguiden. Tilgjengelig fra: <http://www.igs norge.no/geosyntetguiden/bruksomrader/erosjonssikring.html> (lest 12.02.2019).
- Jacobs, A. (2019). Frågor om flytende våtmark (e-post til Andreas Jacobs 13.03.2019).
- Jones, T. G., Willis, N., Gough, R. & Freeman, C. (2017). An experimental use of floating treatment wetlands (FTWs) to reduce phytoplankton growth in freshwaters. *Ecological Engineering*, 99: 316-323. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.11.002>
- Keizer-Vlek, H. E., Verdonshot, P. F. M., Verdonshot, R. C. M. & Dekkers, D. (2014). The contribution of plant uptake to nutrient removal by floating treatment wetlands. *Ecological Engineering*, 73: 684-690. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.081>
- KID. (2019). Kultur- og idrettsbygg Oslo KF. (Kommunikasjon over telefon 27.02.2019).
- Klaveness, D. (2018). Næringsfattig innsjø. Tilgjengelig fra: https://snl.no/n%C3%A6ringsfattig_innsj%C3%B8 (lest 27.04.2019).
- Kyambadde, J., Kansime, F., Gumaelius, L. & Dalhammar, G. (2004). A comparative study of *Cyperus papyrus* and *Miscanthidium violaceum*-based constructed wetlands for wastewater treatment in a tropical climate. *Water Research*, 38 (2): 475-485. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2003.10.008>
- Landezine. (2016). Chicago Riverwalk Expansion. Tilgjengelig fra: <http://www.landezine.com/index.php/2016/07/chicago-riverwalk-expansion-by-sasaki/> (lest 14.02).
- Li, X.-N., Song, H.-L., Li, W., Lu, X.-W. & Nishimura, O. (2010). An integrated ecological floating-bed employing plant, freshwater clam and biofilm carrier for purification of eutrophic water. *Ecological Engineering*, 36 (4): 382-390. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.11.004>
- Li, H., Hao, H., Yang, X., Xiang, L., Zhao, F., Jiang, H. & He, Z. (2012). Purification of refinery wastewater by different perennial grasses growing in a floating bed. *Journal of Plant Nutrition*, 35: 93-110. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2012.631670>
- Lu, H.-L., Ku, C.-R. & Chang, Y.-H. (2015). Water quality improvement with artificial floating islands. *Ecological Engineering*, 74 (0925-8574): 371-375. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857414005849>
- Lucke, T., Walker, C. & Beecham, S. (2019). Experimental designs of field-based constructed floating wetland studies: A review. *Science of The Total Environment*, 660: 199-208. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.018>
- Macdonald, D., Walker, C., Lucke, T., Flipp, R., Covey, K. & Shadforth, P. (2016). Floating wetland treatment systems in residential development: assessing the benefits for residents, local authorities, and developers.

- Martin ecosystems. (2017). BioHeaven Floating Breakwater White Paper. Tilgjengelig fra: <http://martinecosystems.com/wp-content/uploads/2017/07/BFB-White-Paper.pdf> (lest 23.02.2019)
- Mathisen, G. (2016). Dyrker grønnsaker uten jord. Tilgjengelig fra: <https://forskning.no/2016/02/dyrker-gronn saker-uten-jord> (lest 11.02.2019).
- Melin, G., Aronsson, P. & Hasselgren, K. (2004). Salix i kretsloppet. Tilgjengelig fra: <http://www.bioenergiportalen.se/attachments/42/407.pdf> (lest 29.01.2019).
- Miljødirektoratet. (2016). Tungmetaller i innsjøer. Tilgjengelig fra: <https://www.miljostatus.no/tema/ferskvann/miljogifter-i-ferskvann/tungmetaller-i-innsjoer/> (lest 29.01.2019).
- Miljødirektoratet. (2017). Miljøgifter. Tilgjengelig fra: <https://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/Rapport> (lest 08.05.2019)
- Miljødirektoratet. (2018a). Elver og innsjøer. Tilgjengelig fra: <https://www.miljostatus.no/tema/ferskvann/elver-og-innsjoer/> (lest 29.01.2019).
- Miljødirektoratet. (2018b). Mink. Tilgjengelig fra: <https://www.miljostatus.no/tema/naturmangfold/arter/fremmede-skadelige-arter/mink/> (lest 25.01.2019).
- Miljødirektoratet. (2018c). Vassdragsutbygging. Tilgjengelig fra: <http://www.miljostatus.no/tema/ferskvann/vassdragsutbygging/> (lest 18.01.2019).
- Miljødirektoratet. (2019). Verdien av naturmangfold og økosystemtjenester. Tilgjengelig fra: <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/Arter-og-naturtyper/Verdien-av-naturmangfold-og-okosystemtjenester/Verdien-av-naturmangfold-og-okosystemtjenester/> (lest 09.01.2019).
- Nakamura, K. & Mueller, G. (2008). Review of the performance of the artificial floating island as a restoration tool for aquatic environments. World Environmental and Water Resources Congress 2008: Ahupua'a.
- Nakayama, Y. (1986). Development of floating fish spawning island: Association of national coast fishery promotion and development
- Nichols, P., Lucke, T., Drapper, D. & Walker, C. (2016). Performance Evaluation of a Floating Treatment Wetland in an Urban Catchment. *Water*, 8 (6): 244. <http://www.mdpi.com/2073-4441/8/6/244>
- NIVA. (2017). EUs vanndirektiv, vannforskriften, økologisk vannkvalitet, klassifisering, miljømål. Tilgjengelig fra: <https://www.niva.no/tjenester/vanndirektivet> (lest 23.04.2019).
- Norark. (2014). Sikringsundersøkelse ved Eldrevatn 2014. Tilgjengelig fra: <http://www.norark.no/prosjekter/eldrevatnet/sikringsundersokelse-ved-eldrevatn-2014/> (lest 12.02.2019).
- Nykilde.dk. (2019). AquaGreen Svømmeøer Type SK. Tilgjengelig fra: <https://nykilde.dk/shop/164-aquagreen-svoemmoer-type-sk/> (lest 22.03.2019).
- Pavlineri, N., Skoulikidis, N. & Tsihrintzis, V. (2016). Constructed Floating Wetlands: A review of research, design, operation and management aspects, and data meta-analysis. *Chemical Engineering Journal*, 308 (1385-8947): 1120-1132. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894716313857>
- PBE. (2017). Plan- og bygningsetaten. Havnepromenaden i Oslo - Prinsipp- og strategiplan: Oslo Kommune. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13279936/Innhold/Plan%2C%20bygg%20og%20eiendom/Byggesaksveiledere%2C%20normer%20og%20skjemaer/Prinsipp-%20og%20strategiplan%20for%20Havnepromenaden%20i%20Oslo.pdf> (lest 14.04.2019)
- Pedersen, B. (2018). Miljøgift. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/milj%C3%B8gift> (lest 01.04.2019).
- Revitt, D., Shutes, R., Llewellyn, N. & Worrall, P. (1997). Experimental reedbed systems for the treatment of airport runoff. *Water Science and Technology*, 36 (8-9): 385-390
- Rohrlack, T. (2019). Intervju med Limnolog Thomas Rohrlack ved NMBU. Ås (06.02.2019).
- Shealer, D., B. J. M., Heiar J. P. (2006). Effect of floating nest platforms on the breeding performance of Black Terns. *Journal of Field Ornithology*, 77: 184-194. https://www.researchgate.net/publication/251575516_Effect_of_floating_nest_platforms_on_the_breeding_performance_of_Black_Terns
- Smith, M. & Kalin, M. (2001). Floating wetland vegetation covers for suspended solids removal. Quebec. (2000). Conference proceedings p. 73-82.
- Soga, M., Yamaura, Y., Aikoh, T., Shoji, Y., Kubo, T. & Gaston, K. J. (2015). Reducing the extinction of experience: Association between urban form and recreational use of public greenspace. *Landscape and Urban Planning*, 143: 69-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.06.003>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204615001280>
- Steen og Lund AS. (2019). Innspill til vegetasjonsflåter (e-post til Steen og Lund AS 24.04.2019).
- Tanner, C. C. & Headley, T. R. (2011). Components of floating emergent macrophyte treatment wetlands influencing removal of stormwater pollutants. *Ecological Engineering*, 37 (3): 474-486. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.12.012>
- Van de Moortel, M. K. A., Meers, E., De Pauw, N. & Tack, F. (2010). Effects of Vegetation, Season and Temperature on the Removal of Pollutants in Experimental Floating Treatment Wetlands, b. 212.
- Vannportalen. (2019). Vanndirektivet. Tilgjengelig fra: <https://www.vannportalen.no/regelverk/vanndirektivet/> (lest 23.04.2019).
- VegTech. (2019). Flytande våtmark (e-post til Veg Tech AB 18.03.2019)
- Wang, C.-Y., Sample, D. J. & Bell, C. (2014). Vegetation effects on floating treatment wetland nutrient removal and harvesting strategies in urban stormwater ponds. *Science of The Total Environment*, 499: 384-393. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.08.063>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971401242X>
- Weragoda, S. K., Jinadasa, K. B. S. N., Zhang, D. Q., Gersberg, R. M., Tan, S. K., Tanaka, N. & Jern, N. W. (2012). Tropical Application of Floating Treatment Wetlands. *Wetlands*, 32 (5): 955-961. doi: [10.1007/s13157-012-0333-5](https://doi.org/10.1007/s13157-012-0333-5). <https://doi.org/10.1007/s13157-012-0333-5>
- Winston, R. J., Hunt, W. F., Kennedy, S. G., Merriman, L. S., Chandler, J. & Brown, D. (2013). Evaluation of floating treatment wetlands as retrofits to existing stormwater retention ponds. *Ecological Engineering*, 54: 254-265. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.01.023>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857413000384>
- Wu, H., Zhang, J., Li, P., Zhang, J., Xie, H. & Zhang, B. (2011). Nutrient removal in constructed microcosm wetlands for treating polluted river water in northern China. *Ecological Engineering*, 37 (2): 560-568. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.11.020>
- Wu, Q., Hu, Y., Li, S., Peng, S. & Zhao, H. (2016). Microbial mechanisms of using enhanced ecological floating beds for eutrophic water improvement. *Bioresour Technol*, 211: 451-456
- Xavier, M. M. L., Janzen, J. G. & Nepf, H. (2018). Numerical modeling study to compare the nutrient removal potential of different floating treatment island configurations in a stormwater pond. *Ecological Engineering*, 111: 78-84. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.11.022>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092585741730633X>
- Yeh, N., Y. P., Chang Y.-H. (2015). Artificial floating islands for environmental improvement. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47: 616-622. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.090>
- Zhao, F., Zhang, S., Ding, Z., Aziz, R., Rafiq, M. T., Li, H., He, Z., Stoffella, P. J. & Yang, X. (2013). Enhanced purification of eutrophic water by microbe-inoculated stereo floating beds. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22 (3): 957-964. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84879351339&partnerID=40&md5=bfd0cedf66be507b19867ad1b27eade2>

Zhen, H. X. (2002). Ecological Engineering Techniques For Lake Restoration In Japan. Japan: Public Works Research Institute.<https://studylib.net/doc/7393218/2.-artificial-floating-island--afi--method>

Zhou, X. & Wang, G. (2010). Nutrient concentration variations during *Oenanthe javanica* growth and decay in the ecological floating bed system. *Journal of Environmental Science*, 22 (11): 1710-1717.[https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(09\)60310-7](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(09)60310-7)

Zhu, L., Li, Z. & Ketola, T. (2011). Biomass accumulations and nutrient uptake of plants cultivated on artificial floating beds in China's rural area. *Ecological Engineering*, 37 (10): 1460-1466. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.03.010>.<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857411001066>

ØKAW-AS. (2011). MIDTSTUBAKKEN HS 106. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektur.no/midtstubakken?iid=335942&pid=NAL-EcoProject-Attachments.Native-InnerFile-File> (lest 27.02.2019).

Økland, J. & Økland, K. A. (1995). Vann og vassdrag : 1 : Ressurser og problemer, b. 1. Stabekk: Vett & viten.

Åstebøl, S. O. (2019). Vegetasjonsflåter/Flytende våtmark (e-post til Svein Ole Åstebøl 17.03.2019).

Figurliste

Illustrasjoner uten henvisning er egenprodusert materiale

Fig. 1.1: Strandavatnet. Eget foto.

Fig. 1.2: Akerselva. Foto: Helge Høifødt. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Akerselva_g%C3%A5r_i_kulvert_ved_Vaterlandsparken.jpg

Fig. 1.3: Hovinbekken. Foto: Plan- og bygningsetaten. Tilgjengelig fra: <https://vartosl.no/media/uploads/2018/07/Hovinbekken.jpg>

Fig. 1.4: Versailles. Foto: Paolo Costa Baldi. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8f/Versailles_view_from_the_Parterre_d%27eau.jpg

Fig. 1.5: Floating park. Foto: The Recycled Island Foundation. Tilgjengelig fra: http://recycledisland.com/wpimages/wpfl6d8b02_05_06.jpg

Fig. 1.6: Kjennstjernet. Eget foto.

Fig. 3.1: Fra rapporten til Nakamura & Mueller, 2008

Fig. 3.2: Fra rapporten til Nakamura & Mueller, 2008

Fig. 3.3: Fra rapporten til Nakamura & Mueller, 2008

Fig. 3.4: Fra rapporten til Nakamura & Mueller, 2008

Fig. 3.5: Fra rapporten til Lucke et al., 2019.

Fig. 3.6: Danderyds kommune. Foto: Veg Tech. Tilgjengelig fra: https://www.vegtech.se/upload/_imagelibrary/882/large/Danderydskommun_eldsviken.JPG

Fig. 3.7: Fiskeyngel. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.

Fig. 3.8: Dyrking i Nederland. Foto: Wageningen UR. Tilgjengelig fra: <https://image.forskning.no/139426.jpg?imageId=139426&width=706&height=471>

Fig. 3.9: Inle Lake. Foto: Thomas Schoch. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a4/Inle_Lake_Burma_floating_gardens_3.jpg/800px-Inle_Lake_Burma_floating_gardens_3.jpg

Fig. 3.10: Sikring mot bølgeerosjon. Foto: Martin Ecosystems. Tilgjengelig fra: <http://spel.com.au/wp-content/uploads/2018/01/spel-floating-breakwater-title.jpg>

Fig. 3.11: Andunger. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.

Fig. 3.12: Recycled park. Foto: Recycled Island Foundation. Tilgjengelig fra: http://recycledisland.com/wpimages/wpfl6d8b02_05_06.jpg

Fig. 3.13: Elvekant Chicago. Tilgang til bildet er gitt fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.

Fig. 3.14: Chicago river. Foto: ©Christian Phillips Photography. Tilgjengelig fra: https://www.asla.org/2018awards/images/453251/453251_16.jpg

Fig. 4.0: Flyfoto fra norgebilder.no

Fig. 4.1: Eget foto.

Fig. 4.2: Eget foto.

Fig. 4.3: Stora Värtan. Foto: Mac Lennart Lindskog, Täby Allehanda. Tilgjengelig fra: <https://www.tabyallehanda.se/nyhetsarkiv.html>

Fig. 4.4: Stora Värtan. Foto: Mac Lennart Lindskog, Täby Allehanda. Tilgjengelig fra: <https://www.tabyallehanda.se/nyhetsarkiv.html>

Fig. 4.5: Rönningesjön. Foto: Andreas Jacobs. Oversendt via mail.

Fig. 4.6: Chicago river. Illustrasjon av Sasaki. Tilgjengelig fra: https://landezine-award.com/wp-content/uploads/2017/07/Chicago-Riverwalk_graphic_13.jpg

Fig. 4.7: Chicago river. Illustrasjon av Sasaki. Tilgjengelig fra: https://landezine-award.com/wp-content/uploads/2017/07/Chicago-Riverwalk_graphic_15.jpg

Fig. 4.8: Chicago river. Foto: ©Christian Phillips Photography. Tilgjengelig fra: <http://www.sasaki.com/media/files/00000015035.jpg>

Fig. 4.9: Chicago river. Illustrasjon av Sasaki. Tilgjengelig fra: https://www.asla.org/2018awards/images/453251/453251_1.jpg

Fig. 4.10: Waterfront campus plan. Illustrasjon av Ayers Saint Gross. Tilgjengelig fra: https://www.asla.org/2018awards/images/454005/454005_5.jpg

Fig. 4.11: Waterfront campus plan. Illustrasjon av Ayers Saint Gross. Tilgjengelig fra: https://www.asla.org/2018awards/images/454005/454005_11.jpg

Fig. 4.12: Waterfront campus plan. Foto: Ayers Saint Gross. Tilgjengelig fra: https://www.asla.org/2018awards/images/454005/454005_15.jpg

Fig. 4.13: Flytende våtmark. Foto: Ukjent. Tilgjengelig fra: <https://www.vegtech.se/vatten/flytande-vatmark/>

Fig. 4.14: Flytende våxtö. Foto: Ukjent. Tilgjengelig fra: <https://www.vegtech.se/vatten/flytande-vaxto/>

Fig. 4.15: Martin Ecosystems. Foto: Martin Ecosystems. Tilgjengelig fra: <http://spel.com.au/wp-content/uploads/2018/01/spel-floating-breakwater-title.jpg>

Fig. 4.16: Martin Ecosystems. Foto: Martin Ecosystems. Tilgjengelig fra: <http://martinecosystems.com/wp-content/uploads/2017/07/BFB-Data-Sheet.pdf>

Fig. 4.17: Floating island. Foto: Veg Tech AB. Tilgjengelig fra: <http://greenspire.se/blogg2/wp-content/uploads/2012/12/vatten%C3%B6.jpg>

Fig. 4.18: Floating island. Foto: Veg Tech AB. Tilgjengelig fra: https://www.vegtech.se/upload/images/Veg%20Tech%20Teknik/FV_juni2.jpg

Fig. 4.19: Biomatrix Water 2D. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.

Fig. 4.20: Biomatrix Water 3/4D. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.

Fig. 4.21: Biomatrix Water. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.

Fig. 4.22: Biomatrix Water. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.

Fig. 4.23: Beemats. Foto: beemats*. Tilgjengelig fra: <http://www.beemats.com>

Fig. 4.24: Beemats. Foto: beemats*. Tilgjengelig fra: <http://www.beemats.com>

Fig. 4.25: Bestmann Green Systems. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://shop11283.hstatic.dk/upload_dir/shop/category/Vandvegetation/AquaGreen/siv5.png

Fig. 4.26: Bestmann Green Systems. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://shop11283.hstatic.dk/upload_dir/shop/category/sdrm3.jpg

Fig. 4.27: Bestmann Green Systems. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://shop11283.hstatic.dk/upload_dir/shop/category/damoe1.jpg

Fig. 4.28: Bestmann Green Systems. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://shop11283.hstatic.dk/upload_dir/shop/category/sivgitter3.jpg

- Fig. 4.29: Bestmann Green Systems. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://shop11283.hstatic.dk/upload_dir/shop/category/Vandvegetation/SK30a.JPG
- Fig. 4.30: Bestmann Green Systems. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://www.bestmann-green-systems.de/files/Produkte/aquagreen/Galerie_SK/galerie/Foto%201.JPG
- Fig. 4.31: Bestmann Green Systems. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://www.bestmann-green-systems.de/files/Produkte/aquagreen/Galerie_SK/galerie/Foto%208.JPG
- Fig. 4.32: Bestmann Green Systems. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://www.bestmann-green-systems.de/files/Produkte/aquagreen/Galerie_ST/galerie/Foto%201.jpg
- Fig. 4.33: Bestmann Green Systems. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://www.bestmann-green-systems.de/files/Produkte/aquagreen/Galerie_ST/galerie/Foto%207.jpg
- Fig. 4.34: Bestmann Green Systems. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://shop11283.hstatic.dk/upload_dir/shop/category/Vandvegetation/Flyd6.jpg
- Fig. 4.35: Recycled island foundation. Foto: Recycled Island Foundation. Tilgjengelig fra: http://recycledisland.com/wpimages/wp3219af6d_05_06.jpg
- Fig. 4.36: Recycled island foundation. Foto: Recycled Island Foundation. Tilgjengelig fra: <https://newatlas.com/recycled-park-rotterdam/55441/>
- Fig. 4.37: Ayers Saint Gross. Foto: Ayers Saint Gross. Tilgjengelig fra: https://www.asla.org/2018awards/images/454005/454005_15.jpg
- Fig. 4.38: Ayers Saint Gross. Foto: Ayers Saint Gross. Tilgjengelig fra: https://www.asla.org/2018awards/images/454005/454005_15.jpg
- Fig. 4.39: Ayers Saint Gross. Illustrasjon av Ayers Saint Gross. Tilgjengelig fra https://www.asla.org/2018awards/images/454005/454005_8.jpg
- Fig. 4.40: Øyestikker. Foto: Ukjent. Tilgjengelig fra: https://c.pxhere.com/photos/ea/f5/dragonfly_insect_common_skimmer_bug_macro_white_tailed_orthetrum_albistylum_portrait-1376176.jpg!d
- Fig. 4.41: Rumpetroll. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.
- Fig. 4.42: Vegetasjonsflåter i vind. Foto: Bestmann Green Systems, for bruk i denne masteroppgaven. Tilgjengelig fra: https://shop11283.hstatic.dk/upload_dir/shop/category/Vandvegetation/AquaGreen/sk23.png
- Fig. 4.43: Vegetasjonsflåter i snø. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.
- Fig. 4.44: Forankring med wire. Oversendt på mail fra Nykilde.dk for bruk i denne oppgaven.
- Fig. 4.45: Forankring. Tabell hentet fra Zhen (2002).
- Fig. 4.46: Forankring. Bilder hentet fra Zhen (2002).
- Fig. 4.47: Fuglenett. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.
- Fig. 4.48: Montering. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.
- Fig. 4.49: Skjøtsel. Bildet er oversendt på mail fra Biomatrix Water for bruk i denne oppgaven.
- Fig. 4.50: Glasopor. Foto: Ukjent. Tilgjengelig fra: <https://steinspekter.no/steinsenteret-asane-sand-og-singel/wp-content/uploads/sites/5/2017/08/glasopor.jpeg>
- Fig. 4.51: Leca. Foto: Leca. Tilgjengelig fra: <https://leca.no/sites/default/files/styles/thumbnail/public/2016-05/Lettklinker%2010-20%20mm1.jpg?itok=1Qnar0gI>
- Fig. 4.52: Syrefast perforert plate. Foto: Ukjent. Tilgjengelig fra: https://cdn.pixabay.com/photo/2018/04/02/15/46/iron-3284145_960_720.jpg
- Fig. 4.53: Kokosnett. Foto: Ukjent. Tilgjengelig fra: <https://pilipinasecofiber.files.wordpress.com/2012/08/coco-geo-net-fine-weave.jpg>
- Fig. 4.54: Flyfoto fra norgebilder.no
- Fig. 4.55: Flyfoto fra norgebilder.no
- Fig. 4.56: Havsivaks. Foto: Ukjent. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Bolboschoenus_maritimus.jpg
- Fig. 4.57: Strandvortemelk. Foto: Erlend Bjørtvedt. Tilgjengelig fra: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Strandvortemelk09.jpg>
- Fig. 4.58: Flatsiv. Foto: Karel Jakubec. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/Juncus_compressus_Prague_2012_1.jpg
- Fig. 4.59: Saltsiv. Foto: Petr Filippov. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Juncus_gerardii1.JPG
- Fig. 4.60: Hanekam. Foto: Stefan Lefnaer. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Lychnis_flos-cuculi_sl2.jpg
- Fig. 4.61: Kattehale. Foto: Manfred Heyde. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Lythrum_salicaria_Rhine.jpg
- Fig. 4.62: Takrør. Foto: Ukjent. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Phragmites_australis-2009_09_01.JPG
- Fig. 4.63: Pollsivaks. Foto: Stefan Lefnaer. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Schoenoplectus_tabernaemontani_sl23.jpg
- Fig. 4.64: Bred dunkjevle. Foto: Bogdan Giușcă. Tilgjengelig fra: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/16/Typha_latifolia_02_bgiu.jpg/800px-Typha_latifolia_02_bgiu.jpg
- Fig. 4.65: Vindrose. Tilgjengelig fra eklima.no
- Fig. 5.1: Avslutningebilde. Foto: ©Christian Phillips Photography. Tilgjengelig fra: https://www.asla.org/2018awards/images/453251/453251_16.jpg

Vedlegg

Utvidet planteliste

	Botanisk navn	Norsk navn	høyde	prydverdi
Over				
Stauder				
	Angelica sylvestris	Sløke	100-200 cm	Hvit/rosa blomster
	Apium graveolens var. graveolens	Vill selleri	50 cm	Hvite blomster
	Aster tripolium	Strandstjerne	40-60 cm	Lilla blomster
	Briza media	Hjertegras	20-50 cm	Strå, aks
	Cardamine pratensis	Engkarse	10-50 cm	Hvit/rosa blomster
	Carex grayi	Morgenstjernestarr	50 cm	Bladverk, strå
	Carex pendula	Hengestarr	100 cm	Bladverk, strå
	Crambe maritima	Strandkål	30-70 cm	Hvite blomster
	Darmera peltata	Skjoldsildre	80 cm	Bladverk, blomst
	Eupatorium cannabinum L.	Hjortetrøst	150 cm	Fiolette blomster
	Euphorbia palustris	Strandvortemelk	40-80 cm	Farget bladverk
	Geranium palustre	Myrstorkenebb	30-50 cm	Lilla blomster
	Geum rivale	Enghumleblom	20-40 cm	Bladverk, blomst
	Glaux maritima	Strandkryp	3-15 cm	Hvit/rosa blomster
	Juncus compressus	Flatsiv	10-40 cm	Strå
	Leymus arenarius	Strandrug	50-150 cm	Bladverk/strå
	Ligularia dentata	Breinøkkeltunge	100-120 cm	Blad, gule blomster
	Lychnis flos-cuculi	Hanekam	20-60 cm	Lyserøde blomster
	Molinia caerulea	Blåtopp	40-150 cm	Bladverk/strå
	Myosotis scorpioides	Engforglemmegei	10-50 cm	Blå blomster
	Osmunda regalis	Kongsbregne	50-100 cm	Bladverk
	Plantago maritima	Strandkjempe	5-30 cm	Bladverk/strå
	Primula florindae	Augustnøkleblom	60 cm	Gule blomster
	Primula japonica	Japannøkleblom	30-40 cm	Røde/hvite blomster
	Puccinellia maritima	Fjæresaltgras	10-30 cm	Bladverk/strå
	Ranunculus aconitifolius	Duppsoleie	40-50 cm	Hvite blomster
	Salicornia europaea	Salturt	5-15 cm	Stengel
	Suaeda maritima	Saftmelde	5-25 cm	Bladverk
	Triglochin maritima	Fjæresauløk	20-50 cm	Bladverk/strå
	Trollius europaeus	Ballbom	60 cm	Gule blomster
	Veronica longifolia	Storveronika	100 cm	Blåilla blomster
Lignoser				
	Alnus incana subsp. kolaensis	Kolagråor	0,4-4 m	Bladverk/rakler
	Myrica gale	Pors	0,5-1,5 m	Bladverk/rakler
	Salix glauca	Sølvvier	1-2 m	Bladverk/rakler
	Salix hastata 'Wehrhahnii'	Bleikvier 'Wehrhahnii'	1-1,5 m	Bladverk/rakler
	Salix lanata	Ullvier	0,8-1 m	Bladverk/rakler
	Salix purpurea	Rødpil	2-4 m	Bladverk/rakler
	Salix purpurea 'Nana'	Rødpil 'Nana'	1-2 m	Bladverk/rakler
	Salix repens	Krypvier	0.1-0,6 m	Bladverk/rakler

Blomstringstid	Herdighetszone	Oprinnelig vokse plass	Norsk art	Fersk-/Brakk/Saltvann	Tilgjengelig i handelen	Landplante	Andre opplysninger
juli-august	H8	Fukteng, vannkant	Ja	F	Ja	Nei	Sprer seg fort
juli-september	H4	Havstrender	Nei	B/S*	Usikkert	Nei	
juli-september	H4	Havstrand	Ja	B/S*	Ja	Nei	Tåler høy saltkonsentrasjon
juni-juli	H3	Slåttemark, myr	Ja	F	Ja	Nei	Liker kalkholdige forhold
mai-juni	H6	Fukteng, vannkant	Ja	F	Ja	Nei	
juli-august	H3	I fuktig jord, vannkant	Usikkert	F	Ja	Nei	
Usikkert	H4	I fuktig jord	Ja	F	Ja	Nei	
juni-juli	H5	Havstrender	Ja	B/S*	Ja	Nei	Blir fort hullete og stygg pga. larver
mars-april	H6	I fuktig jord	Nei	F	Ja	Nei	
august-oktober	H5	I fuktig jord	Ja	F	Ja	Nei	Utsatt for brekkasje i vind
mai-august	-	I fuktig jord, strandeng	Ja	F/B/S*	Usikkert	Nei	Langs kysten i Sør-Norge
juni-august	H4	I fuktig jord	Nei	F	Usikkert	Nei	
mai-juli	H8	I fuktig jord, vannkant	Ja	F	Ja	Nei	
juni-juli	-	Havstrender	Ja	B/S*	Usikkert	Nei	
juli-august	-	I fuktig jord	Ja	F/B	Usikkert	Nei	
juli-september	H8	Havstrender, vannkant	Ja	F/B/S*	Ja	Nei	
august-september	H7	I fuktig jord	Nei	S/B	Ja	Nei	Sprer seg fort
juni-juli	H6*	Sumpmark, strandeng	Ja	F/B/S*	Usikkert	Nei	
juli-august	H8	Fuktig jord	Ja	F	Ja	Nei	
juli-august	H8	Sump, vannkant	Ja	F	Usikkert	Nei	
-	H4	Flommark, vannkant	Ja	F	Ja	Nei	Varmekjær. Rødlistet - nær truet
juni-august	H7	Havstrender	Ja	B/S*	Usikkert	Nei	
juli-august	H7	I fuktig jord	Nei	F	Ja	Nei	
juni-juli	H4	I fuktig jord	Nei	F	Ja	Nei	
-	H8	Strandenger	Ja	B/S*	Usikkert	Nei	
mai-juni	H6	I fuktig jord	Nei	F	Ja	Nei	
juli-september	-	Strandenger	Ja	B/S	Usikkert	Nei	
juli-september	H7	Strandenger	Ja	B/S*	Usikkert	Nei	
-	-	Strandenger	Ja	B/S*	Usikkert	Nei	
mai-juni	H8	Fukteng	Ja	F	Ja	Nei	
juli-august	H8	Fuktig jord, vannkant	Ja	F	Ja	Nei	
-	H8	Langs elver, myrkant	Ja	F	Usikkert	Nei	
april-mai	H7	Myr	Ja	F	Ja	Nei	Kan tilføre nitrogen
april-mai	H8	Vannkant, fuktig jord	Ja	F	Ja	Nei	
april	H7	Vannkant, fuktig jord	Usikkert	F	Usikkert	Nei	
april	H8	Grusmark, flommark	Ja	F	Ja	Nei	
mai-juni	H5	Flommark	Nei	F	Usikkert	Nei	
mai-juni	H4	Fuktig jord	Nei	F	Ja	Nei	
mai-juni	H8	Myr, fuktig jord	Ja	F	Ja	Nei	

	Botanisk navn	Norsk navn	høyde	prydverdi
Over/på				
Stauder				
	<i>Caltha palustris</i>	Bekkeblom	10-40 cm	Gule blomster
	<i>Carex elata</i>	Bunkestarr	40 cm	Bladverk, strå
	<i>Iris spuria</i>	Dansk iris	30-90 cm	Blå/lilla blomster
	<i>Juncus articulatus</i>	Ryllsiv	30-70 cm	Strå
	<i>Juncus conglomeratus</i>	Knappsiv	30-120 cm	Strå
	<i>Juncus effusus</i>	Lyssiv	40-120 cm	Strå
	<i>Juncus gerardii</i>	Saltsiv	10-40 cm	Strå
	<i>Lycopus europaeus</i>	Klourt	15-80 cm	Bladverk, rosa blomster
	<i>Lythrum salicaria</i>	Kattehale	80-150 cm	Rosa blomster
	<i>Ranunculus flammula</i>	Grøftesoleie	10-40 cm	Gule blomster
	<i>Scutellaria galericulata</i>	Skjoldbærer	10-50 cm	Blå blomster
	<i>Sparganium erectum</i>	Kjempepiggnopp	50-150 cm	Bladverk
Lignoser				
	<i>Salix pentandra</i>	Istervier	3-10 m	Bladverk/rakler
Over/på/under				
Stauder				
	<i>Acorus calamus</i>	Kalmusrot	100 cm	Bladverk
	<i>Carex acuta</i>	Kvass-starr	30-120 cm	Bladverk/strå
	<i>Carex aquatilis</i>	Nordlandsstarr	20-100 cm	Bladverk/strå
	<i>Carex nigra</i>	Småstarr	10-50 cm	Bladverk/strå
	<i>Carex panicea</i>	Kornstarr	15-50 cm	Bladverk/strå
	<i>Carex paniculata</i>	Toppstarr	50-100 cm	Bladverk/strå
	<i>Carex pseudocyperus</i>	Dronningstarr	30-80 cm	Bladverk/strå
	<i>Carex riparia</i>	Kjempestarr	50-150 cm	Bladverk, strå
	<i>Carex vesicaria</i>	Sennegras	30-90 cm	Bladverk/strå
	<i>Comarum palustre</i>	Myrhatt	20-50 cm	Mørkerøde blomster
	<i>Filipendula ulmaria</i>	Mjødurt	50-150 cm	Hvite blomster
	<i>Glyceria fluitans</i>	Mannasøtgras	40-100 cm	Bladverk/strå
	<i>Iris ensata</i>	Tvillingiris	70 cm	Blad, fiolett blomst
	<i>Iris laevigata</i>	Sumpiris	60 cm	Blad, blå blomst
	<i>Iris pseudoacorus</i>	Sverdlije	100-120 cm	Blad, gule blomster
	<i>Iris versicolor</i>	Praktiris	80 cm	Blad, purpur blomster
	<i>Mentha aquatica</i>	Vassmynte	20-70 cm	Lilla blomster
	<i>Phalaris arundinaceae</i>	Strandrør	70-200 cm	Bladverk, strå
	<i>Phragmites australis</i>	Takrør	100-400 cm	Bladverk, strå
	<i>Ranunculus lingua</i>	Kjempesoleie	60-90 cm	Gule blomster
	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Skogsivaks	30-120 cm	Bladverk/strå
	<i>Solanum dulcamara</i>	Slyngsøtvier	20-200 cm	Blå/lilla blomster
	<i>Typha angustifolia</i>	Smal dunkjevle	100-200 cm	Bladverk, frøstand
	<i>Typha latifolia</i>	Bred dunkjevle	100-200 cm	Bladverk, frøstand
	<i>Veronica beccabunga</i>	Bekkeveronika	10-20 cm	Bladverk, blå blomst

Blomstringstid	Herdighetszone	Oprinnelig vokseplass	Norsk art	Fersk-/Brakk/Saltvann	Tilgjengelig i handelen	Landplante	Andre opplysninger
april-juni	H8	Sump, vannkant	Ja	F	Ja	Ja	Frøene spres i vann
mai-juni	H7	I myr, vannkant	Ja	F	Ja	Nei	Trenger mye næring
juni-juli	-	Fuktig jord, vannkant	Nei	F	Ja	Usikkert	
juli-august	-	Sump, vannkant	Ja	F	Usikkert	Nei	
juni-juli	-	Fukteng, vannkant	Ja	F	Usikkert	Nei	
juni-august	-	Fukteng, vannkant	Ja	F	Usikkert	Nei	Sprer seg fort
juli-august	-	Fuktig strandeng	Ja	B/S*	Usikkert	Ja	Finnes langs hele norskekysten
juni-september	-	Fuktig jord, myr	Ja	F	Ja	Nei	
juli-august	H4	Fuktig mark, vannkant	Ja	F/B	Ja	Nei	
juni-august	-	Fuktig jord, vannkant	Ja	F	Ja	Nei	
juli-august	H5*	Fuktig jord, vannkant	Ja	F	Ja	Usikkert	
juli-august	H5	I vannkant, flommark	Ja	F	Usikkert	Usikkert	Andre piggeknoyper kan også være aktuelle
mai-juni	H7/8	Myr, vannkant	Ja	F	Usikkert	Nei	
juli-august	H4	I vann, sump	Ja	F	Ja	Usikkert	Spres kun vegetativt i Norge
juni-juli	H8	I vann, fuktig jord	Ja	F	Ja	Usikkert	
juni-juli	-	I vann, fuktig jord	Ja	F	Ja	Usikkert	
juni-juli	-	I vann, fuktig jord	Ja	F	Ja	Usikkert	
mai-juni	H8	I vann, fuktig jord	Ja	F	Ja	Usikkert	
mai-juni	H7*	I fuktig jord	Ja	F	Ja	Usikkert	Norsk rødliste VU, Liker karkholdige forhold
juni-juli	H3	Sump, vannkant	Ja	F	Ja	Usikkert	Norsk rødliste NT, Liker næringsrike forhold
mai-juni	H6*	I sump, vann	Ja	F	Usikkert	Usikkert	Sterkt truet i norsk rødliste
mai-juni	H8	I vann, vannkant, myr	Ja	F	Ja	Ja	Tåler lite næring
juni-juli	H8	Fuktig jord, myr	Ja	F	Ja	Usikkert	Tidligere navn: Potentilla palustris
juni-august	H8	Fuktig jord, vannkant	Ja	F	Ja	Nei	Sprer seg fort
juni-juli	H6	Fuktig jord, vannkant	Ja	F	Ja	Ja	
juni-juli	H3	I vann, vannkant	Nei	F	Ja	Ja	
mai-juni	H6*	I vann	Nei	F	Ja	Ja	
juni-juli	H8	I vann, vannkant	Ja	F	Ja	Ja	
juni-juli	H7	I vann, vannkant	Nei	F	Ja	Ja	
juli-september	H3	I sump	Ja	F	Ja	Nei	Andre arter av Mentha kan og være aktuelle. Sprer seg fort
juni-juli	H8	I vann, vannkant	Ja	F	Ja	Usikkert	
august-september	H5	I sump, myr, vann	Ja	F/B	Usikkert	Ja	Sprer seg fort.
mai-juni	H3	I vann, vannkant	Ja	F	Usikkert	Ja	Rødlistet - sterkt truet
juni-juli	H8	Fuktig jord, vannkant	Ja	F	Ja	Usikkert	
juni-august	H4*	Fuktig jord, vannkant	Ja	F	Ja	Nei	
juli-august	H7	I vann, vannkant	Ja	F/B	Ja	Ja	
juli-august	H7	I vann, vannkant	Ja	F/B	Ja	Ja	
juli-august	H5*	I vann, vannkant	Ja	F	Ja	Ja	Krypene vekst

	Botanisk navn	Norsk navn	høyde	prydverdi
På/under				
Stauder				
	Alisma plantago-aquatica	Vassgro	20-100 cm	Bladverk, blomst
	Bolboschoenus maritimus	Havsivaks	30-110 cm	Strå
	Calla palustris	Myrkongle	30 cm	Bladverk, blomst
	Carex rostrata	Flaskestarr	25-100 cm	Bladverk/strå
	Eleocharis palustris	Sumpsivaks	10-60 cm	Bladverk/strå
	Eriophorum angustifolium	Duskmyrull	30 cm	Frøstand
	Persicaria amphibia	Vasslirekne	20-100 cm	Rosa blomster
Under				
Stauder				
	Butomus umbellatus	Brudelys	100 cm	Høye blomster
	Menyanthes trifoliata	Bukkeblad	10-40 cm	Hvite/rosa blomster
	Schoenoplectus lacustris	Sjøsvaks	100-300 cm	Bladverk/strå
	Schoenoplectus tabernaemontani	Pollsivaks	50-200 cm	Bladverk/strå

Forklaring av planteliste

Prydverdi	Personlig vurdering
Herdighetssone	(-) et ikke funnet herdighetssone *herdighetssone fra Storbritania
Naturlig vokseplass	Beskrivelse fra Artsdatabanken / Store Norske Leksikon / Wikipedia / Rolv.no
Norsk art	Planter som fantes i Norge før år 1800
Tilgjengelig i handelen	Hvis ja, er det gjort funn av forhandler som selger planten
Landplante	Planter som ikke regnes som landlevende er søknadspliktige etter forskrift om fremmede organismer ved utsetting
Andre opplysninger	Innspill fra Filip Ihrsen i parkenheten ved NMBU Nyttig informasjon gjennom søk på nett

Blomstringstid	Herdighetssone	Oprinnelig vokseplass	Norsk art	Fersk-/Brakk/Saltvann	Tilgjengelig i handelen	Landplante	Andre opplysninger
juni	H6*	I vann, sump	Ja	F	Usikkert	Ja	
juli-september	H5	Havstrand, fuktig mark	Ja	F/B/S*	Ja	Ja	
juni-juli	H4	I myr, vann	Ja	F	Usikkert	Ja	Foretrekker skygge
juni-juli	H8	I vann, vannkant, myr	Ja	F	Ja	Ja	Tåler lite næring.
juli-august	-	I vann, fuktig jord	Ja	F	Ja	Ja	
mai-juni	H7/8	I myr, vann	Ja	F	Usikkert	Ja	Foretrekker næringsfattige forhold
juli-september	-	I vann, vannkant	Ja	F	Ja	Ja	
juni-juli	H2	I vann	Ja	F	Ja	Ja	Norsk bestand er oppført på rødliste. Sprer seg fort
mai-juli	H8	I vann	Ja	F	Ja	Ja	
juni-juli	H4*	I vann	Ja	F	Ja	Ja	
juni-juli	-	I vann	Ja	F/B	Ja	Ja	

Plantene i plantelisten er i hovedsak hentet fra Veg Tech's katalog for 2018, boken "Hvilken plante hvor" av Jane Schul, og oversendt planteliste for brakkvann fra Biomatrix Water. Alle planter er vurdert for egnethet for anvendelse på vegetasjonsflåter, men det er behov for uttestinger i Norge for å garantere at plantene er egnet.

Informasjon om høyde, blomstringstid, herdighetssone, naturlig vokseplass og plassering ifht. vannlinjen for hver enkelt art er basert på funn fra flere forskjellige nettsider og bøker, ettersom enkelte av disse artene er vanskelig å finne informasjon om på én plass. Mest brukte kilder er Artsdatabanken.no, Bjørkanes planter (planter.bjorkan.no), Wikipedia.no, snl.no, rolv.no, efferus.no, vestplant.no, Hageselskapets Sortsliste (Det Norske Hageselskap, 2006), Hvilken plante hvor (Jane Schul, 2001) og VegTech_katalog_Vattenmiljoer, 2018.



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway