



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Naturbasert kantsikring i elver og bekker, med fokus på områder med sand og leire

Del1 - Kunnskapssammenstilling

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 113 | 2024



Anja Celine Winger og Dominika Krzeminska
Divisjon for miljø og naturresurser

TITTEL/TITLE

Naturbasert kantsikring i elver og bekker, med fokus på områder med sand og leire

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Anja Celine Winger, Dominika Krzeminska

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
16.10.2024	10/113/2024	Åpen	52880	21/01789
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-03583-1		2464-1162	Antall sider 26	Vedlegg 0

STIKKORD/KEYWORDS:

Naturbasert løsning, erosjon, biologisk mangfold, hydrologi, økologi, klimatilpasning, kantsikring, elv, bekk

Nature-based solution, erosion, biodiversity, hydrology, ecology, climate adaptation, riverbank protection, river

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Økologi, naturbasert teknologi, biomangfold, naturbaserte løsninger, NBL

Ecology, nature-based technology, biodiversity, Nature-based solution, NBS

SAMMENDRAG/SUMMARY:

I Norge, som mange andre steder, har menneskers bruk av arealer til matproduksjon, transport og bosetning, ført til store endringer i landskapet. Disse endringer/påvirkninger har blant annet resultert i økt erosjon og flom, og redusert økologisk kvalitet i mange elver og bekker.

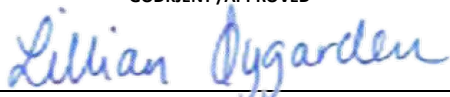
Grønne løsninger", eller naturbaserte tiltak er aktuelt for å redusere disse problemene i landskapet. Dette innebærer blant annet å gi elver og bekker mer plass i landskapet, slik at de kan holde tilbake (fordrye) vann og redusere farten på vannet i flomperioder. Men, det er også et ønske om å bruke naturbaserte løsninger der erosjonssikring er nødvendig.

Denne rapporten er en del av det nordiske prosjektet N4S og gir en kunnskapssammenstilling om erosjonssikring av bekkekanter, med særlig fokus på områder med sand og leire.

Ulike former for naturbasert kantsikring, som innebærer bruk av naturlige materialer og metoder for å stabilisere elve- og bekkekanter, forhindre erosjon, gjenopprette vegetasjonen, absorbere energien fra vannstrømmen og fremme biologisk mangfold, gjennomgås i rapporten.

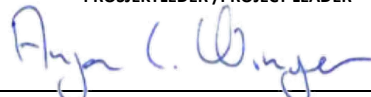
Rapporten gir også en vurdering av lovverket som er komplekst og ikke nødvendigvis tilpasset denne typen tiltak. Søknadsprosessen er tidkrevende og kan bli kostbar. Derfor er det viktig å sette av nok tid og penger til planlegging og søknadsprosesser ved gjennomføring av naturbaserte prosjekter.

GODKJENT /APPROVED



LILLIAN ØYGAARDEN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ANJA CELINE WINGER

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

English summary

In Norway, as in many other places, human usage of areas for food production, transport, and settlement has led to significant changes. These have, among other things, resulted in increased erosion and flooding, and decreased ecological quality in many rivers and streams.

To address these issues, there is a need to focus more on "green solutions", or nature-based solutions. This includes, among other things, allowing rivers and streams more space in the landscape, so they can retain water and reduce the speed of water during flood periods. However, there is also a desire to use nature-based solutions where erosion control is necessary.

This report is part of the Nordic project N4S, with a knowledge compilation on erosion protection of stream banks, particularly in areas with sand and clay.

Various forms of nature-based bank protection, which involves the use of natural materials and methods to stabilize river and stream banks, prevent erosion, restore vegetation, absorb energy from water flow and promote biological diversity, are reviewed in the report.

The report also provides an assessment of the legislation which is complex and not necessarily tailored to this type of intervention. The application process is time-consuming and can become costly. Therefore, it is important to allocate enough time and money for planning and application processes when implementing nature-based solutions for riverbank protection.

Forord

Prosjektet N4S – Naturbasert kantsikring i områder med sand og leire, er finansiert gjennom Nordisk ministerråds (NMR) fireårige program om naturbaserte løsninger (2021–2024). Programmet har som mål å fremme samarbeid og øke kunnskapen om naturbaserte løsninger i Norden for å muliggjøre effektiv implementering.

N4S er en av åtte pilotprosjekter som tester implementering av ulike naturbaserte løsninger i nordiske land. Pilotprosjektet har som mål å gjennomføre en kunnskapsoppsummering og senere uttesting, for å etablere «Best Available Techniques (BAT)» på naturbaserte løsninger for erosjonssikring i løsmasseavsetninger. Fokus er å bevare biomangfold og økologi i bekkekanten og i vassdraget.

Prosjektet skal bidra til å styrke forskning på naturbaserte løsninger som også styrker karbonnøytrale løsninger, øker biodiversiteten og bærekraftig bruk av arealer i bekkedrag. Målet er at det skal bli enklere å prioritere bærekraftige løsninger for erosjonssikring.

Denne rapporten er en kunnskapssammenstilling om erosjonssikring av bekkekanter, særlig i områder med sand og leire. Den er en delleveranse av N4S-prosjektet.

Anja Celine Winger er prosjektleder og har hovedansvar for gjennomføring av prosjektet. Hun har hatt ansvaret for å gjennomgå lovverk. Dominika Krzeminska har det faglige ansvaret knyttet til kantsikring, erosjonssikring og naturbaserte løsninger for skråningsstabilitet. Hun har utformet og ledet arbeidet med gjennomgangen av de ulike tiltakene.

Anne Grete Buseth Blankenberg og Eva Skarbøvik (NIBIO) har utgjort faglig støtte i prosjektet. Vannområdene Hurdalsvassdraget/Vorma (Huvo) ved Helge B. Pedersen, Vannområde Øyeren ved Kristian Moseby, Vannområdet Leira-Nitelva ved Line Gustavsen og Akershus fylkeskommune ved Estrella Fernandez har vært med i prosjektgruppa. Disse har bidratt med lokalkunnskap, kontakt med aktuelle grunneiere, kommuner og landbrukskontor. Disse har også vært med å utforme pilotene og bidratt til gjennomføring og planlegging.

Louise Marsan og Lisa Mac Donald (Praktikanter fra INP Ensegid, Frankrike) har bidradd med sammenstilling av tekst og tolking av franske rapporter om naturbaserte løsninger referert i denne sammenstillingen.

Rapporten er kvalitetssikret av Lillian Øygarden

Ås, 16.10.24

Anja Celine Winger

Innhold

1 Innledning	6
2 Gjennomgang av regelverket knyttet til tiltaksgjennomføring i eller ved vassdrag	9
3 Oversikt over naturbaserte løsninger for sikring av bekkekanter.....	11
3.1 Forebyggende tiltak	11
3.1.1 Ulike typer “naturlig” vegetasjon	11
3.1.2 Jorddekke av ulikt slag, som kokosmatter eller “stiklingsmatter”	13
3.2 Jordarmeringstiltak.....	14
3.2.1 Jordarmering med trær	14
3.2.2 Andre jordarmeringstiltak	15
3.3 Indirekte metoder	16
4 Effekt av bekkekantsikring med naturbaserte løsninger - hva vet vi?	18
5 Nyttige nettsider.....	20
6 Oppsummering	23

1 Innledning

Erosjon, flom og meandering er naturlige elveprosesser, prosesser som har gjort de elvenære områdene til gunstige habitat for både mennesker og dyr gjennom tusenvis av år.

I Norge, som i mange andre land, har vi formet dette landskapet slik at vi kan utnytte det til matproduksjon, transport og gode leveområder for befolkningen. Teknologisk framgang og befolkningsøkning har akselerert denne prosessen, spesielt i løpet av det 20. århundre har vår bruk av jordens areal blitt stadig mer raffinert. Av ulike praktiske grunner har det, i både by- og landområder, lenge (om ikke enda) vært en tendens til, og et ønske om å rørlegge, eller legge om, mye av overflatevannet, da særlig mindre bekker og åer. I byene ble mange bekker, i takt med moderniseringen, gravd ned på samme måte som kloakkledninger og fungerer den dag i dag som overvannsledninger og eller kloakkrør, i tillegg til at bekker og elver har blitt lagt i rør som følge av boligbygging og tilrettelegging av infrastruktur.

I landbruket har det også blitt gjort store endringer med overflatevannet, da særlig gjennom effektiviseringen av jordbruket og arbeidet med å øke jordbruksarealet. Fra midten av 70- tallet ble det, for å trappe opp inntekten i jordbruket - gitt støtte til planering av arealer, ofte grasdekte ravinedaler, slik at det ble mulig med korndyrking og bruk av større maskiner. Tilskudd til drenering ble også økt. I Østlandsområdet og Trøndelag var det mye fruktbar jord, godt egnet for kornproduksjon, som ble planert, bekker lagt i rør og/eller rettet ut. Dette førte ofte til stor erosjon, estimert til to- tre ganger høyere enn fra ikke planerte areal (Lundekvam et al., 2003). De store erosjonsproblemer førte til at det ble utarbeidet tekniske retningslinjer for anlegg, drift og vedlikehold av planeringsfelt og at det ikke ble tillatt å planere uten spesiell tillatelse og subsidier ble tatt bort.

Menneskelig aktivitet og relaterte endringer i arealbruk er identifisert som hovedårsaken til akselerert jorderosjon (Borrelli et al., 2017; Hauge & Haraldsen, 2017). Erosjon medfører tap av dyrkbar jord og næringsstoffer til vassdrag. Erosjon kan også utløse jord- og kvikkleireskred, med fare for tap av liv, eiendom og jordbruksareal. Jordpartiklene fra erodert land forurenses også vassdragene ved å endre det naturlige bunnssubstratet i bekker, elver og vann, og slik endre økologien ved f.eks. å ødelegge gytemulighetene for fisk og leveområder for insekter, samt bidra til økt eutrofiering (Cavanagh & Harding, 2014; Kaste et al., 2023; Kjelland et al., 2015; Schneider & Skarbøvik, 2022) Med økt nedbørintensitet, som følge av klimaendringer¹, kan prosessen forsterkes ytterligere.

Vi vet også at elver/bekker med naturlige kantsoner med trær og busker er mer effektive, både i å forhindre tap av næringsstoffer og å redusere erosjon i bekkekanten, enn elver/bekker med grasdekte soner (Blankenberg & Skarbøvik, 2020; Blankenberg et al., 2017; Krzeminska et al., 2020). Forskere i Finland har studert effekten av trær i kantsoner langs vassdrag i jordbruksområder, og funnet at slike kantsoner, i motsetning til gras eller ingen kantsoner, har en positiv effekt på biomangfold i elveløpet, i noen tilfeller i så stor grad at vannkvaliteten gikk opp en hel tilstandsklasse (Tolkkinen et al., 2021a, 2021b). Videre er det vist i en studie av økologisk tilstand i vannforekomster med stor hydromorfologisk påvirkning, en sammenheng i tetthet av ørret med økende andel kantvegetasjon langs hele elveløpet og økt variasjon i bunnssubstratet (Pettersen et al., 2023). Temperaturen i vannet reduseres også når trær og annen vegetasjon skaper skygge i vann, noe som er positivt for det biologiske mangfoldet. I vannforekomstene på Østlandet, har om lag 83 %, litt avhengig av hvordan en henter ut data fra Vann-nett (se Tabell 1), moderat til svært dårlig økologisk tilstand.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har over lang tid utarbeidet veiledningsmateriell med ulike moduler for planlegging av tiltak mot erosjonssikring gjennom sikringshåndboka (se Tabell 1). I denne vises det til mange ulike erosjonssikringstiltak og at hensyn til naturmiljøet skal ivaretas, men

¹ <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>, Ulén et al. 2012

om vannføringen overstiger en viss hastighet, anbefales det ofte betong eller steinkonstruksjoner. Selv om disse løsningene er gode fra et mekanisk synspunkt, kan de bidra til å opprettholde eller til og med forverre problemene med elveøkologi og biologisk mangfold. Det er derfor behov for å se nærmere på grønne løsninger også der naturkreftene er store (se sikringshåndboka i Tabell 2).

Grønne løsninger innebærer bl.a. å benytte mer naturbaserte løsninger (NBL) (Meld. St 26 (2022 - 2023)), og da også implisitt et ønske om å gi elver og bekker mer plass i landskapet og mulighet for å meandre på elveslettene. Dette vil holde igjen vann og sette ned farten på vannet i flomperioder.

FNs definisjon av Naturbaserte løsninger.

På FNs miljøforsamling (UNEA5) i 2022 ble det enighet om en FN-definisjon av naturbaserte løsninger, som siden er tatt i bruk både av Klimakonvensjonen (UNFCCC) og Biomangfoldkonvensjonen (CBD). Definisjonen slår fast at naturbaserte løsninger må gi fordeler for naturmangfoldet, og definerer at «naturbaserte løsninger er tiltak for å beskytte, bevare og restaurere, og på en bærekraftig måte bruke og forvalte, naturlige eller modifiserte økosystemer på land, i ferskvann, langs kysten og i havet, som på en effektiv og tilpasset måte håndterer sosiale, økonomiske og miljømessige utfordringer og samtidig er til beste for menneskers livskvalitet, økosystemtjenester, økosystemenes motstandsdyktighet og naturmangfoldet» (hentet fra St.Meld 26 (2022-2023)).

Hvorfor en naturbasert kantsikring i Norge? Bakgrunn for utvikling av den Norske Piloten N4S.

På initiativ fra Vannområdet Hurdalsvassdraget/Vorma (Huvo²) og Viken fylkeskommune, og i samarbeid med NIBIO, ble det igangsatt et prosjekt med hensikt å prøve ut naturbaserte løsninger for erosjonssikring av bekkekanter under norske forhold.

Dette prosjektet ble utvidet til å inkludere Vannområdene Øyeren og Leira - Nitelva i et prosjektsamarbeid. De tilhørende kommunene representerer interessentene, mens NVE og Miljødirektoratet er med i styringsgruppa og Statsforvalteren har en rolle som observatør.

Med et dedikert konsortium og et sterkt ønske om å teste og endre måten vi erosjonssikrer kantsoner i områder med sand og leire på, søkte vi om midler til planlegging og prosjektering av en pilot gjennom Nordisk ministerråds program for naturbaserte løsninger i Norden. Pilotprosjektet har mottatt støtte til planlegging og prosjektering.

I piloten skulle vi prøve ut løsninger som ikke har vært vanlig i Norge, men som er mer vanlig andre steder i Norden og Europa. F.eks. brukes det i Skottland røtter fra trær for å «armere» elvekanter, og i Spania brukes det teknikker som minner om tradisjonelle lafteteknikker brukt i Norge i steinkistedammer og faskiner. Gjennom arbeidet skal det dokumenteres effekter på stabilitet i kantsonen etter tiltak, og biologisk mangfold i elva og langs elvebredden. Dette arbeidet, i tillegg til en vurdering av regelverket knyttet til tiltaksgjennomføring, skal dokumenteres i en sluttrapport, som etter planen, ferdigstilles i løpet av 2024

² [Vannområdet Hurdalsvassdraget og Vorma \(huvo.no\)](https://www.huvo.no/)

N4S – Pilot –Eksempel fra Gjødingelva



Gjødingelva før tiltak

Nedre del av Gjødingelva, på vestsiden, har de siste årene vært utsatt for erosjon. Det er antatt at omkring 3-4 meter av elvebredden har falt ut. Det er derfor behov for erosjonssikring slik at det ikke eroderer inn på jordet og graver for mye rundt brofundamentet. Området ligger så langt ned i elva, at det i stor grad påvirkes av reguleringen på 3,6 m i Hurdalssjøen. Hele elva er for øvrig påvirket av tidligere tømmerfløting og det har vært gjort et gravearbeid i forbindelse med en vannledning som ble lagt ned i elva overfor brua. Ved høy vannstand er det innsjøen som «graver», ved lav vannstand er det Gjødingelva som «graver».

Mål

I denne kunnskapssammenstillingen gjør vi en enkel gjennomgang av regelverket knyttet til tiltaksgjennomføring. Vi systematiserer de ulike grønne/naturbaserte løsningene til bekkekantstabilisering vi har funnet og vi beskriver de ulike tiltakene og diskuterer kort hva vi vet om deres effektivitet i praksis og hvilke lovverk de berører.

Rapporten er en delleveranse av prosjektet N4S – Naturbasert kantsikring i områder med sand og leire- som er en del av Nordisk ministerråds 4-årige program, naturbaserte løsninger i Norden (2021-2024)³.

³ <https://www.norden.org/no/information/naturbaserte-losninger>

2 Gjennomgang av regelverket knyttet til tiltaksgjennomføring i eller ved vassdrag

I NVEs tiltaksveileder er regelverket og søknadsprosedyrene for gjennomføring av tiltak i eller ved vassdrag godt beskrevet (se Tabell 1). Vi ønsker allikevel å gi en kort oppsummering av dette her, og beskrive de ulike regelverk et tiltak i vassdrag kan reguleres av, og muligheter som finnes pr i dag for gjennomføring av naturbaserte erosjonssikringstiltak i bekkekanter. Oversikten presenteres i Tabell 1.

Tiltak i bekkekant/bekk kan, avhengig av type tiltak, reguleres av følgende lovverk:

Tabell 1 Oversikt over lovverket som regulerer ulike typer vassdragsnære tiltak

Navn på lov	Beskrivelse
Vannressursloven	Konsesjonsvurdering etter vannressursloven – dersom tiltaket er av allmenn interesse skal det vurderes om det er behov for en konsesjon. En konsesjonsplikt vil være lite sannsynlig i majoriteten av disse tiltakene. Her kan du lese mer om konsesjonsplikt vurdering: https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vassdrag-og-grunnvannstiltak/konsesjonspliktvrdering/
Plan og bygningsloven	Vurdering etter plan og bygningsloven. Her er det skjønnsvurdering i kommunen om hvorvidt tiltakene faller innunder lovverket eller ei, men skjematisk vil alle jordarmerings-tiltak i bekkekanten falle inn under følgende bestemmelser Tillatelse etter PBL §20-1* Dersom det er behov for anleggsvei, kan dette være vurdert søknadspliktig etter §30-5 Det kan også bli pålagt å sende ut nabovarsel jf. §21-3 Her kan du lese mer om plan og bygningsloven: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71 *Sentral godkjenning: Dersom tiltaket er berørt av PBL §20-1 betyr det at tiltaket er søknadspliktig. Dette utøser så behovet for en ansvarlig søker eller et foretak med ansvarsrett etter PBL §20-3, som tilsier at disse må ha en sentral godkjenning: <i>«Foretak som erklærer ansvarsrett for oppgaver som ansvarlig søker, prosjekterende, utførende eller kontrollerende i tiltak som krever ansvarsrett, skal ha gjennomføringsevne for oppgaver som er omfattet av ansvarsretten, og oppfylle forskriftens krav til kvalitetssikringsrutiner og kvalifikasjoner».</i>
Kommuneplan	Tiltaket kan også bli vurdert til å behøve en dispensasjon fra kommuneplanen i den aktuelle kommunen. Her må kommuneplanen for den enkelte kommune der tiltaket skal gjennomføres leses, men de fleste, om ikke alle, kommuner har byggeforbud i strandsonen for elver, innsjøer og hav.
Naturmangfoldloven	Vurdering etter kapittel II, §§ 8-12 Informasjon om denne finner du blant annet her: https://www.miljodirektoratet.no/regelverk/lover/naturmangfoldloven/
Lakse- og innlandsfiskeloven	Tillatelser etter dette lovverk Forskrift om fysiske tiltak i vassdrag: Tillatelse etter denne forskrift Loven omhandler forvaltning av innlandsfiskebestanden og forskriften omhandler inngrep i vassdrag. Forskriften er hjemlet i loven. Statsforvalteren har ansvar for vassdrag med anadrom laksefisk og eller rødlistede arter som e.g. elvemusling. Fylkeskommunen har ansvar for øvrige strekninger og lovverkene finner du her: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1992-05-15-47 https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-11-15-1468

Jordlova

Tiltak i bekkekant kan i noen tilfeller berøre dyrkamark og må derfor også vurderes etter jordlova.

Informasjon om loven finner du her:

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/jordlova/id269774/>

I tillegg må grunneier ha gitt sin tillatelse til gjennomføring.

Ting tar tid

En må beregne en del saksbehandlingstid i denne prosessen og det anbefales å starte søknadsprosessen et års tid før tiltaket skal gjennomføres. Ofte må også tiltak i bekkekanten gjennomføres på spesifikke tider av året, etter vårflommen, før frosten, før vegetasjonen har blitt for høy etc. Planlegging i god tid er derfor viktig for å få til en god gjennomføring.

3 Oversikt over naturbaserte løsninger for sikring av bekkekanter

Bekkekantstabilisering innebærer å forsterke/beskytte en bratt og/eller undergravet skråning mot erosjon eller kollaps. «Naturlig» stabilisering av elve- og bekkekanter kan både spre og absorbere energi fra erosjonsprosesser, bidra til å opprettholde den strukturelle stabiliteten i skråningen, øke biomangfold og endre vannets bevegelse mot bekkekanten.

Teknikkene som presenteres kan ha flere varianter og må tilpasses spesifikt til hvert sted, dette for å ta hensyn til stedspecifikke variasjoner som hellingsgrad i bekkekanten og tilstand på denne, vannhastigheten i elven/bekken, tilstøtende arealbruk, jordsmonn og eksisterende vegetasjon og generell økologi/biologi.

I Tabell 2, i kapittel 5, er det listet opp flere nyttige databaser, eg. i Vann-nett kan du finne miljøtilstanden for ditt vassdrag og i vannmiljø kan du se om det finnes spesifikke målinger gjort i elva akkurat der tiltaket skal gjennomføres. I NGU sin kartdatabase kan du få oversikt over løsmassene i området og i Kilden.no kan du sjekke arealbruk, naturtyper, verneoråder, ulike arter og fredete kulturminner mm.

Det er viktig å erkjenne at kunnskap om naturlig stabilisering av bekkekanter er i kontinuerlig utvikling. Etter hvert som flere prosjekter fullføres, økes både innsikt om tiltakene og hvordan de fungerer, samt hvordan de ulike teknikkene fungerer under ulike forhold.

Vi har kategorisert tiltakene i to ulike kategorier: forebyggende og jordarmering:

Forebyggende tiltak fokuserer på forbedring av jord og elvebreddens struktur, omhandler jordstruktur/sammensetning og drenering, for eksempel vegetasjonsdekke.

Jordarmering fokuserer på å gi ekstra «fysisk» støtte til bekkekanter. Denne type tiltak inkluderer gabioner (nettingkasser), levende faskiner, rotstokker ('large wood'), krybbeveggstrukturer ('crib walls').

Før igangsetting av særlig jordarmeringstiltak bør en grundig vurdering av stedsforholdene utføres av et team av eksperter innen geomorfologi, revegetering, sivil- og/eller geoteknikk og økologi og biologi. Biologien i bekkene/elven er gode indikatorer for miljøtilstanden i vassdraget.

3.1 Forebyggende tiltak

3.1.1 Ulike typer "naturlig" vegetasjon

Mål: Forsterkning av bekkekanter med røtter, forbedret infiltrasjon, stabilisering av jordpartikler

Prinsippene for skråningsstabilisering med vegetasjon er velkjente og kan klassifiseres i to hovedkategorier: hydrologiske og mekaniske effekter.

I denne rapporten ser vi hovedsakelig på de mekaniske effekter og diskuterer derfor ikke de hydrologiske effekter, utover å formidle at de involverer endringer i jordfuktighet og er beskrevet iblant annet (Andréassian, 2004).

Mekaniske effekter omhandler hvordan vegetasjon, spesielt røtter, forsterker skråningsstabiliteten mot hydrauliske og mekaniske skjærspenninger. Dette er beskrevet i f.eks. Abernethy and Rutherford (2000); Genet et al. (2005); Vergani et al. (2012).

Prinsippet er at plantenes dype rotsystemer danner et «nett» som bidrar til å holde jorda på plass. I tillegg, reduserer biomassen over bakken påvirkningen på jorda fra vind, vær og vannmasser (Waldron, 1977; Wu & Watson, 1998). Det er viktig å påpeke at det bør brukes planter og trær som er hjemmehørende/stedegne i området og har et godt rotsystem. Eksempler på hurtigvoksende trær i Norge er grå- og svartor, rogn, bjørk og vier. I Skarbøvik et al. (2018) ble det bl.a. undersøkt overlevelse på mange ulike tre- og vierarter, hvor svartor, gråor, dunbjørk, mandelpil og rogn, i tillegg til de fleste vier artene hadde god overlevelse, og at overlevelsen også hadde sammenheng med alder på treet når det ble plantet. Eldre og større planter klarte seg bedre enn stiklinger og årsplanter. Or og vier er særlig godt egnet da de tåler mye vann og blir lite beitet, men de kan, i områder med mye bever være utsatt for beiting av disse.

*I Norge er vegetasjon langs bekkene, altså buffersoner, et av de vanligste tiltakene i jordbrukslandskapet, med stor fokus på **treplanting** (Blankenberg et al., 2017; Krzeminska et al., 2020) (se Figur 1).*

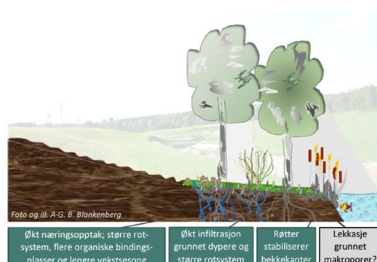
Treplantingsprosjekt i Vannteam Øst

I vannområdene Morsa, Glomma Sør, Haldenvassdraget og Øyeren (Vannteam Øst) er det igangsatt et prosjekt for å plante ut trær langs vassdrag. Prosjektet er finansiert av Miljødirektoratet og bygger på erfaring fra treplanteprosjektet i Morsa (Skarbøvik et al., 2018). Lokale skoler og planteskoler er involvert, og grunneiere kan melde interesse. Du kan kikke på dette prosjektet her:

<https://youtu.be/yp7yPvhObSo?si=8z-7DlXu4mpKbGSO>



Fra Skarbøvik, Blankenberg et al. 2018, langs fangdammen ved Sperrebotn



Figur 1. Venstre bilde viser en godt etablert vegetasjon langs Hobølelva (Norge). Det høyre bilde er en skjematisk fremstilling av en buffersone med trær fra (Blankenberg et al., 2019).

Et alternativ til treplantingen kan være **planting av stiklinger**. Denne teknikken innebærer å plante levende stiklinger i elvebredden (se Figur 2). Når de er forankret, vil stiklingene ha tilgang til fuktighet i jorden, og rotsystemet vil bidra til å stabilisere bekkekanten. Vanligvis brukes stiklinger med rask rot-etablering, som selje og kornell. I Norge vil en nok heller benytte ulike vierarter. Stikling-metoden kan brukes i steinete og bratte skråninger med relativt stilleflytende elver med lav vannføring. Stiklingene kan også brukes til å feste jorddekkende materialer, som for eksempel kokosmatter eller annen geotekstil (se avsnitt 3.1.2).

I pilotforsøket ved Gjødingelva er det satt ned stiklinger i forbindelse med utprøving av rotstokkmetoden (N4S, 2022), da hovedsakelig ulike stedege vierarter (se Figur 2)



Figur 2. Til venstre, Stiklinger plantet over fiberduk i England og til høyre, over rotstokker (se avsnitt 3.2) i Gjødingelva i Norge

3.1.2 Jorddekke av ulikt slag, som kokosmatter eller «stiklingsmatter»

Mål: Redusere risikoen for erosjon og fremme etablering av ny vegetasjon



Figur 3. Det øverste bildet viser eksempel på bruk av kokosmatter, Svinna (Norge). Det nederste viser eksempler på «stiklingsmatter», Svinna (Norge) og eksempel fra <https://www.salixrw.com/>, innrammet i midten.

For å redusere risikoen for erosjon, og for å fremme etablering av ny vegetasjon (for eksempel etter byggeprosjekter), kan ulike typer jorddekke brukes:

Kokosmatter, «stiklingsmatter» eller torv/ferdiggress egner seg godt. For denne typen tiltak bør bekkekanten bestå av grove eller veldig faste morenemasser, ellers vil det være fare for at jorda forsvinner før røttene er etablert. Vi har ikke noe etablert norsk ord for stiklingsmatter (willow brush mattress på engelsk), men dette kan beskrives som en matte av stiklinger (Figur 3). Disse holdes nede av litt kraftigere «kviststaker/ pæler» og ved bruk av Salix arter, eller andre arter som etablerer seg raskt, vil disse slå rot og slik stabilisere bekkekanten.

Kokosmatter og/eller "stiklingsmattene" legges og forankres over utsatte skråninger. Kokosmattene kan dekket med matjord og kan leveres med frømateriale. Torv/ferdiggress kan også benyttes i relativt stabile områder.

Juletrær opp-ned. Juletrær eller grantrær, plassert opp ned ved foten av elvebredden (Figur 4), kan bidra til å forhindre erosjon, og kan bidra til å danne ny bekkekant. Denne rimelige teknikken brukes også for å forhindre erosjon i andre miljøer, for eksempel sanddynestabilisering. Bartredekke bremser vannhastigheten langs bredden. De tette grenene fanger opp materiale som transporteres med elven, vannet eg. kvister o.l. og sedimenter som kan legge seg på bekkekanten og erodere på denne. Effekten av metoden er ikke dokumentert, men den er relativt mye brukt i kystområder.

Denne metoden ble testet av NVE i Svinna (Norge) og der er det observert endel erosjon rundt disse trærne.



Figur 4. Juletrær opp-ned, Svinna (Norge).

Er det lov? Alle de forbyggende tiltakene omtalt her, kan gjennomføres uten vurdering etter lovverkene listet opp i Tabell 1, men dersom tiltakene påvirker dyrkamark, eg. lovpålagt vegetasjonsbelte går inn på dyrkamark, og eller det skal plantes arter som ikke er stedeegne bør kommunen kontaktes. Dersom en må ut i elva/bekken med maskiner under anlegg, kan også øvrige lovverk tre i kraft. I noen tilfeller (antagelig sjeldne), dersom allmenne interesser berøres, eller en type kantsone byttes ut med en annen, e.g. trær med gras, kan det også være aktuelt å få en vurdering etter vannressursloven.

3.2 Jordarmeringstiltak

Mål: Gi strukturell støtte til skråningen for å forhindre erosjonsprosesser. Metodene består av å bruke trær eller annet materiale for å støtte bekkekanten, og på denne måten sikre «foten» mot erosjon.

3.2.1 Jordarmering med trær

Vi viser her to basis metoder hvor det er benyttet trær til armering av bekkekanten: rotstokkmetoden og krybbevegg strukturer i tre. Disse metodene er antatt å være robuste og kunne tåle mye vann og kan således egne seg godt i områder som vanligvis steinsettes og eller hvor det benyttes betong. Metodene er foreløpig lite utprøvd under norske forhold. Disse finnes også i flere varianter, som alle er beskrevet i ulike nettsider lenket til i Tabell 3.

Rotstokkmetoden (*Large wood på engelsk*) - (se Figur 5) består i å forankre store trestammer med røttene på, i overgangen mellom elv og bekkebunn (også kalt foten). Stammene er plassert svakt vinklet mot strømmen slik at stammen og rota ligger rettet mot strømrretningen. Denne teknikken krever utgraving av bekkekanten ved installering av stammene. Utgravningen kan gjøres ved å grave en kanal som en legger stammene i, eller en kan grave ut området, legge ned stammene i to rader forankret med store stein, og dekke til med stedeegne masser og jord på toppen. Denne metoden er godt egnet der strømmen er sterk, skråningene bratte og eller det er mye erosjon i bekkekanten. Alle materialene kan som regel fremskaffes lokalt. Røttene blir stående ut i vannmassessene og bidrar til å omdirigere vannstrømmen og redusere farten inn mot bekkekanten. I tillegg skaper røttene skjul og slik nye habitater for den lokale faunaen. Denne metoden kan kombineres med andre stabiliseringsteknikker. For eksempel kan og bør massene i toppsjiktet forsterkes, enten med en geotekstilmatte eller plantes til med trær og stiklinger.

Denne metoden testes for tiden av NIBIO (N4S, 2022).

Er det lov? Dette tiltaket er søknadspliktig og eller opplysningspliktig etter samtlige lovverk beskrevet i Tabell 1



Figur 5. Venstre bilde viser rotstokkmetoden i Gjødingelva (Norge) og høyre bilde er et eksempel av krybbevegg strukturer i Spania, hentet fra Naturalea (se Tabell 3).

Krybbevegg strukturer i tre (*Cribwall på engelsk*) kan ligne noe på den norske steinkiste-konstruksjonen, men her benyttes trær og jordmasser i stedet for stein (se Figur 5)

Krybbeveggen er en trekonstruksjon bestående av en serie sammenlåste tømmerstokker, fylt med jord blandet med frø. Denne strukturen øker sjansene for god vekst av stiklinger eller/og planter som vokser fra frøene på ytterflaten. Målet er at vegetasjonen vil erstatte tømmerstokkene/trekonstruksjonen over tid.

Byggeprosessen innebærer å legge stokkene parallelt med skråningens front og fylle konstruksjonens bunn med jord, grus og steiner. Deretter installeres vinkelrette tømmerstokker og festes med stålstenger. Mens strukturen bygges, foregår plantingen i hullene mellom stokkene. Til slutt kan konstruksjonen avsluttes med faskiner (se nedfor) eller en kokosfiberrull med høy tetthet, for å forhindre jorderosjon ved foten av elvebredden og forbedre fuktigheten.

Denne metoden kan tilpasses ulike terreng, og gir effektiv erosjonskontroll (Naturalea, 2020), spesielt egnet i vassdrag med høy vannhastighet, og/eller tidvis høy vannføring og lengre perioder med lav vannstand, da konstruksjonen ikke bør være dekket av vann før vegetasjonen har satt seg godt. Egner seg muligens best i tørre områder og er benyttet en del i Italia, Spania og i alpine.

Er det lov? Dette tiltaket er søknadspliktig og eller opplysningspliktig etter samtlige lovverk beskrevet i Tabell 1

3.2.2 Andre jordarmeringstiltak

Metodene består av å bruke annet naturlig materiale for å støtte bekkekanten, også på denne måten sikre «foten» mot erosjon og utgliding som beskrevet over. Bekkekanten kan enten sikres med bruk av forskjellige naturlig materialer.

Levende faskiner (LF) er bunter av grenstiklinger bundet sammen i en pølselignende form som plasseres i grunne grøfter i skråninger. Disse er vanligvis installert fra normalvannstand og oppover langs bekkekanten for å beskytte både foten av elvebredden og bekkekanten. De kan også være nyttige å legge på bredden for å forbedre infiltrasjon og andre elvesonefunksjoner. LF forventes å slå rot og vokse, og gi jorda stabilitet gjennom rot utviklingen, og overflatebeskyttelse gjennom toppvegetasjonen. LF kan også fungere som strømvledere og dreneringskanaler som samler opp og transporterer vann. De kan også akkumulere sediment (Sotir, 2001). Installasjon av levende faskiner krever at røttene får tilgang til vannspeilet i det meste av vekstsesongen og gir nok jorddybde for

rotinntrengning. Denne metoden involverer vanligvis også andre teknikker for å forhindre erosjon ved foten eller oppover i elveskråningen (Figur 6).



Figur 6. Til venstre, levende faskiner, eksempel fra USA (etter The Vermont Bioengineering Manual, 2022) og til høyre, fiberruller, Svinna (Norge).

Fiberruller (kokosruller eller «døde» faskiner) er rørformede elementer fylt med halm, lin, ris, kokosfibermateriale eller kompostert materiale som kan brukes til revegetering. De kan bidra til å bremse, filtrere og spre vannstrømmen og på denne måten forhindre erosjon. Fiberruller bidrar også til å redusere sediment belastningen til vann (Figur 6). Når de er installert ved foten av bekkekanten (og har stor nok diameter), stabiliserer de skråningen og forhindrer erosjon av bekkekanten. Fiberruller er ikke effektive med mindre de er nedgravd (f.eks. USEPA, 2022 se Tabell 3).

Er det lov? Alle tiltak som legges på land kan gjennomføres uten vurdering etter lovverkene listet opp i Tabell 1, men dersom tiltakene påvirker dyrkamark, e.g. vegetasjonsbelte går inn på dyrkamark, og eller tiltaket kan påvirke biologisk mangfold bør kommunen kontaktes. Om tiltaket påvirker økologien i vannet må Statsforvalteren og/eller Fylkeskommunen kontaktes. I noen tilfeller (antagelig sjeldne), dersom allmenne interesser berøres, kan det også være aktuelt å få en vurdering etter vannressursloven. Dette gjelder for samtlige tiltak under avsnitt 3.2.2.

3.3 Indirekte metoder

Det finnes også tiltak som har positiv effekt på bekkesikringen, selv om dette ikke er hovedmål for tiltaket. Her presenterer vi et eksempel i form av vegeterte bølgebrytere, men det kan også finnes andre liknende løsninger som har god effekt på erosjon

Vegeterte bølgebrytere (groynes) er strukturer plassert vinkelrett på strømmen, som strekker seg fra bredden inn i elva. At de er vegeterte betyr at de kan være laget som levende faskiner (beskrevet over). Dette er indirekte teknikker som beskytter bekkekanten ved å avlede strømmen vekk fra kanten,



Figur 7. Vegeterte bølgebrytere, eksempel fra Frankrike (Peeters et al., 2018).

og eller stoppe vannstrømmen slik at denne ikke lenger graver inn mot bekkekanten (Figur 7). Avhengig av plassering og orientering, kan vegeterte bølgebrytere skape kulper eller fylle opp deler av elva. Den semipermeable strukturen til disse bølgebryterne er utsatt for mindre hydraulisk stress og de øker sedimentasjonen, sammenlignet med faste bølgebrytere/moloer (Verniers G., 2009). Fordelen med vegeterte bølgebrytere er at de kan kontrollere hvor elveleiet blir dypere eller fylles ved å justere orienteringen og

lengden av bølgebryteren (Evette et al., 2013). Hvis designet ikke tar godt nok hensyn til elvens egennatur, kan de vegeterte bølgebrytere ha liten eller for stor innvirkning, og, over tid, føre til betydelige endringer i elvens meandering (Hallot et al., 2013).

Er det lov? Denne typen tiltak er søknadspliktig og eller opplysningspliktig etter samtlige lovverk beskrevet i Tabell 1, med unntak av plan og bygningsloven (pbl). Vi tolker det dit hen at dette tiltaket ikke er berørt av pbl, med mindre det skal deponeres masser og eller graves i bekkekanten. Det kan likevel være klokt å ta en avsjekk med kommunen.

4 Effekt av bekkedantsikring med naturbaserte løsninger - hva vet vi?

For tiltak med naturbaserte løsninger knyttet til vann, er det i hovedsak gjort studier på renseeffekten av tiltakene og da hovedsakelig av forbyggende tiltak slik de er definert over. Majoriteten av slike forbyggende tiltak er knyttet opp mot jordbruksarealene (landbruksproduksjon) der hovedformålet med tiltakene er å redusere avrenning av næringsstoffer og partikler til vann. Erosjonen i slike tilfeller omhandler ofte tap av jord og næringsstoffer fra produksjonsarealer, i dråg og grøfter, i perioder der jorda ligger åpen eller har lite markdekke. Tiltak som gras i dråg, grasdekte kantsoner og/eller vegeterte kantsoner har vist seg effektive mot både tap av jord og næringsstoffer (Blankenberg, 2019; Krzeminska et al., 2020). Blankenberg m fl. (2017) publiserte en rapport som oppsummerer kunnskap om effekt av buffersoner på vannmiljø og andre økosystemtjenester fra den skandinaviske regionen. De sammenlignet effekten av ulike typer kantvegetasjon, fra gress til en mer naturlig kantsone, og også effekten av ulike bredder på vegetasjonsdekke ble studert (Krzeminska et al., 2020). Resultatene tilsier at kantsoner har en positiv effekt på avrenning av næringsstoffer, og også på andre uønskede komponenter som kan renne av fra overflaten, og at økt bredde på vegetasjonssonen gir økt effekt.

Det er også observert at dersom det er gode naturlige kantsoner er dette også bra for biologisk mangfold og populasjonstetthet. I en finsk undersøkelse ble det vist at vegetasjonssoner med busker og trær langs bekkedanter kan gi opptil en tilstandsklasse bedre tilstand. (jf. vanndirektivets inndeling med fem ulike tilstandsklasser). Trær langs bekkedanten gir lavere vanntemperatur, skjul og mye biologisk materiale i elvebunnen (Tolkkinen et al., 2021b; Turunen et al., 2021).

I tillegg er det gjort noen studier på stabilitet, eg. Krzeminska et al. (2019) så på den mekaniske støtten røtter fra ulike typer vegetasjon gir bekkedanten, og hvordan røttene påvirker bekkedantens struktur og stabilitet (glidning og erosjon). De konkluderte med at typen av vegetasjon med de ulike rotsystemer og dermed også rotforsterkninger som bør brukes, avhenger av skråningsvinkelen. Når vinkelen er slak vil gressdekket og/eller busker være tilstrekkelig, mens ved skråere vinkler $<35^\circ$, må andre kraftigere erosjonssikringstiltak gjennomføres (jordarmeringstiltak).

For jordarmeringstiltak finner vi en god del publikasjoner og mye dokumentasjon om bruk over hele verden e.g. Sotir (2001), Roca et al. (2017), (Sorolla, 2020) mfl. Men få eller ingen av disse har vurdert effekt over tid.

I Norge gjennomførte Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i 2010 en utprøving av ulike erosjonssikringstiltak i Hobøelva (Svinna). NVE ville med dette prøveprosjektet teste ut forskjellige erosjonssikringsmetoder for Hobøelva og sidevassdrag. NVE valgte en strekning på begge sider av Svinna ved Onsaker på til sammen ca. 420 m, her utførte de et prøveprosjekt med alternativ erosjonssikring av kokosmatter i kombinasjon med grus, treverk og beplantning (se eksempel Figur 3 4, og 6). Gjennomføringen er beskrevet i detalj i en detaljplan fra NVE (sak 2010000293), men tiltakene ble ikke fulgt opp i etterkant (personlig kommunikasjon) og effekten på biologisk mangfold, hydrologi eller stabilitet er derfor ikke dokumentert. Dette er som nevnt tilfelle for mange naturbaserte metoder. De er utprøvd, men effekten er lite eller ikke dokumentert, hverken påvirkning på hydrologien, stabiliteten eller effekt på biologisk mangfold i eller ved bekken/elva.

For å vite at midlene som benyttes til naturbaserte løsninger gir den effekten vi ønsker er det derfor behov for å overvåke og dokumentere effekten også av jordarmeringstiltakene og i tillegg også ha mer fokus på effekt på hydrologi og biologisk mangfold av samtlige naturbaserte tiltak.

Innenfor del 2 av N4S prosjektet undersøker vi effekten av rotstokkmetoden ('large wood') i en elvekant i tilknytning til en regulert innsjø. Vi ser på stabilitet, effekt på biologisk mangfold og

gjennomgår prosessen med tillatelser (pågående arbeid, se [prosjektets nettside](#)⁴). Dokumentasjonen (i form av projektnotater eller NIBIO-rapporten) kommer til å være tilgjengelig kort tid etter avsluttet prosjektaktivitet.

⁴ <https://www.nibio.no/prosjekter/n4s-environmental-friendly-measures-nbs-for-slope-stream-bank-stability>

5 Nyttige nettsider

I Tabell 2 viser vi til nettsider med viktig informasjon for den som skal gjennomføre ulike tiltak. Dette er databaser med data om ulike miljøparametere, arealinformasjon, og tiltak for sikring mot flom og skred.

Tabell 2 oversikt over nyttige norske miljødatabaser, arealinformasjon og sikringshåndboka

Navn på nettsted	Formål	Lenke
Vann-nett	Oversikt over miljøtilstanden til alle norske vannforekomster, inkluderer oversikt over målte parametere og lenker til rapporter	https://vann-nett.no/portal/
Vannmiljø	Oversikt over alle målinger gjennomført i vassdrag i Norge, med rapporter på de ulike stasjonene	https://vannmiljo.miljodirektoraet.no/
Sikringshåndboka	Sikringshåndboka er en digital veileder for informasjon om sikringstiltak mot flom og skred. Håndboka gir deg veiledning i alle faser i sikringsprosessen.	https://veileder.e.nve.no/sikringshandboka/
Elvenettverk / ELVIS	ELVIS er den landsdekkende elvenettverkdatabasen som NVE har etablert for vassdragene i Norge.	https://www.nve.no/kart/kartdata/vassdragsdata/elvenettverk-elvis/
Nevina	NEVINA Nedbørfelt-Vannføring-Indeks-Analyse	https://nevina.nve.no/
Naturindeks	Naturindeksen måler tilstanden til det biologiske mangfoldet i Norge, og gir en oversikt over utviklingen i økosystemene, for utvalgte artsgrupper og tema.	https://www.naturindeks.no/
Kilden	Kilden er NIBIOs hovedkartløsning. Her er alle instituttets data samlet på ett sted sammen med et utvalg andre sentrale, nasjonale datasett. Her er bl.a. arealinformasjon, landskap, jordsmonn og skogportalen.	https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&zoom=0&x=7219344&y=383375&bgLayer=gratone
Norges geologiske undersøkelser NGU	NGU kartlegger Norges geologi og sprer kunnskap om den. NGU skal dekke samfunnets behov for geologisk basiskunnskap, og dermed bidra til økt verdiskaping	https://www.ngu.no/

Tabell 3, viser en oversikt over aktuelle nettverk, nettsider og prosjekter som har blitt samlet inn i arbeidet med kunnskapssammenstillingen. I disse nettverkene ligger det lenker til ulike aktuelle prosjekter mm.

Tabell 3. Oversikt over aktuelle nettverk, nettsider og prosjekter som har blitt samlet inn i arbeidet med kunnskapssammenstillingen

Navn på nettsted	Innhold	Lenke
Nettverk og knutepunkter (hubs)		
ECRR – european center for river Restoration	ECRR er internasjonalt anerkjent som det ledende nettverket for å fremme og utvikle kompetanse innen økologisk restaurering av elver i Europa. Dette støtter gjennomføringen av EUs vannrammedirektiv og flomdirektiv, FNs bærekraftsmål, UNECEs vannkonvensjon, konvensjonen om biologisk mangfold, i tillegg til nasjonale strategier og politikk	https://www.ecrr.org/
World Overview of Conservation Approaches and Technologies	WOCAT er et globalt nettverk innen bærekraftig arealforvaltning. Nettverket jobber med å fremme dokumentasjon, deling og bruk av kunnskap for å støtte tilpasning, innovasjon og beslutningstaking i arbeidet med bærekraftig landforvaltning.	https://www.wocat.net/en/
TWEED forum	Tweed Forum, etablert i 1991, arbeider for bærekraftig forvaltning av Tweed-vassdraget. I samarbeid med medlemmene jobber de for å bevare og forbedre det rike miljøet i elven Tweed og dens sideelver. Forumet opererer både strategisk og på prosjektnivå for å skape konkrete fordeler.	http://tweedforum.org/our-work/current-projects
The river restoration centre (RRC)	RRC er det ledende rådgivningssenteret i Storbritannia for beste praksis innen elverestaurering, forbedring av habitater og forvaltning av nedbørfelt.	https://www.therrc.co.uk/
Network Nature	NetworkNature er en ressurs for miljøet rundt naturbaserte løsninger (NbS). De skaper muligheter for samarbeid på lokalt, regionalt og internasjonalt nivå for å øke effekten og utbredelsen av naturbaserte løsninger	https://networknature.eu/
USEPA	Stormwater Best Management Practices Fact Sheet. U.S. Environmental Protection Agency. USEPA 2022	https://www.epa.gov/npdes/national-menu-best-management-practices-bmps-stormwater

Tabell 4, gir en oversikt over nettsider som viser til studier og publikasjoner om naturbaserte løsninger for sikring av bekkekanter i Norge og andre steder i Europa (i hovedsak). Det kan finnes flere, men dette er de sidene vi har vurdert å være mest aktuelle av de vi har funnet. Tabellen viser også en liste over konsulenter med erfaring fra naturbaserte løsninger av ulikt slag.

Tabell 4. Oversikt over endel aktuelle forskningsprosjekter med naturbaserte løsninger som tema, samt endel konsulenter som jobber med naturbaserte løsninger av ulikt slag. Denne listen er ikke uttømmende

Forskningsprosjekter		
Sabicas	Sabicas er et forskningsprosjekt støttet av Forskningsrådet, ledet av NIVA som studerer hvordan Naturbaserte løsninger langs elver kan øke klimatilpasning og biologisk mangfold.	https://www.sabicas.no/
Natural Water Retention Measures (NWRM) databank	NWRM er en databank med solid og omfattende europeisk (web-basert) kunnskap om Naturlige vannretensjonstiltak.	http://nwrn.eu
Operandum	OPERANDUM leverer verktøy og metoder for validering av naturbaserte løsninger for å øke motstandsdyktigheten i europeiske landlige og naturlige områder ved å redusere hydro-meteorologiske risikoer.	https://www.operandum-project.eu/
Nature-based solutions in the Nordics	Dette er nettsiden for prosjektet S-ITUATION, et prosjekt om NBL i Norden. Nettsiden presenterer også prosjektene S-ITUATION bygger på; S-UMMATION, A-DVICE and Guide NBS.	https://nordicsituation.com/
Utøvende konsulenters nettsider med beskrivelse av naturbaserte tiltak		
Naturalea	Naturalea er et selskap som spesialiserer seg på design og realisering av systemer for restaurering og bevaring av landskap, samt naturligjøring av urbane områder. De benytter naturbaserte løsninger (NBS), med særlig fokus på teknikker innenfor jord- og vannbioingeniørarbeid	https://naturalea.eu/en/nature-based-solutions-nbs/
CBEC	CBEC spesialiserer seg på øko-ingeniørarbeid der de kombinerer tradisjonell ingeniørkunst og forvaltning med økologisk restaurering.	https://www.cbecoeng.co.uk/
Salix	Salix er en britiske bedrift som kombinerer funksjonene designer, utøver, produsent, distributør og gartner. Salix' tilnærming er å arbeide i harmoni med det naturlige miljøet, bidra til biologisk mangfold og arbeide for bedre vannkvalitet.	https://www.salixrw.com/
NIBIO	NIBIO har lang erfaring med forskning, utvikling og implementering av naturbaserte løsninger eller systemer (NBS - Nature-based systems) på flere fagområder. Det gis her en oversikt over begrepet NBS generelt og eksempler på hvordan NIBIO jobber med NBS og vannmiljø. Inkludert NIBIO Veileder for miljø og klimatiltak.	https://www.nibio.no/tema/miljo/vannmiljo-naturbaserte-systemer
NIVA	NIVA har en seksjon for naturbaserte løsninger og akvatisk økologi, etablert i 2021. Denne har omfattende naturfaglig kompetanse på ferskvannssiden, både naturbaserte løsninger i byvassdrag og i rurale områder.	https://www.niva.no/tema/naturbaserte-losninger
SINTEF	Forskning utført av SINTEF og ulike samarbeidspartnere har banet vei for økt bruk av NBL som en klimatilpasningsmetode for å håndtere overvann i norske byer og omgivelser. Arbeidet har blant annet resultert i retningslinjer og nye NBL-produkter og konsepter.	https://www.sintef.no/siste-nytt/2024/finner-losninger-pa-naturens-premisser/

6 Oppsummering

Naturbaserte løsninger for erosjonssikring av bekkekanter er i stor grad antatt å kunne erstatte konstruksjoner av stein og betong, men mange av disse er ikke tilstrekkelig utprøvd under norske forhold. Effektene er heller ikke i særlig grad studert over tid, det gjelder særlig effekten på stabilitet, hydraulikk/fluviåle prosesser og biologisk mangfold.

De statlige retningslinjer og stortingsmeldinger påpeker behovet for å ta i bruk naturbaserte løsninger i et større omfang enn i dag og sier at kommunene bør vurdere slike tiltak der det er naturlig.

Gjennomgang av lovverket viser at det er spredt utover flere regulatoriske nivåer og ikke nødvendigvis godt tilpasset restaureringsprosesser. Søknadsprosessen er tidkrevende og dersom tiltaket er berørt av vannressursloven, plan og bygningslovens §20 -1 og/eller det er behov for å søke dispensasjon fra kommunedelplanen, kan det bli kostbart. I tillegg kan det være krav om bistand fra en ekstern aktør med ansvarsrett.

Rapporten viser til lovverket samt en del nyttige nettsider. Det er forsøkt å lage en oversikt over hvilke tiltak som er berørt av hvilke lovverk, men det vil alltid være lurt å ta en utsjekk med kommunen. Vi viser også til nyttige databaser som kan gi nødvending datagrunnlag før en begynner å planlegge, samt en liste over forskningsprosjekter og konsulenter med erfaring fra slike prosjekter.

I del to av prosjektet vil vi beskrive prosessen ved etablering av en bekkkant (Gjødingelva) ved bruk av rotstokk-metoden. Både den tekniske utførelsen, søknadsprosessen og oppfølgingen i form av overvåking av effekten på stabilitet og biologisk mangfold, vil bli vist og diskutert.

Med denne kunnskapssammenstillingen kan vi konkludere at det er behov for mer utprøving og oppfølging av naturbaserte løsninger, og da med fokus på både stabilitet, hydraulikk/fluviåle prosesser og effekt på biologisk mangfold. Dette gjelder både for forbyggende- og jordarmeringstiltak.

Referanser

- Abernethy, B., & Rutherford, I. D. (2000). The effect of riparian tree roots on the mass-stability of riverbanks. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group*, 25(9), 921-937.
- Andréassian, V. (2004). Waters and forests: from historical controversy to scientific debate. *Journal of hydrology*, 291(1-2), 1-27.
- Blankenberg, A.-G. B. (2019). Vegetasjon som miljøtiltak i jordbruket: Varianter, tilskudd og lovverk.
- Blankenberg, A.-G. B., & Skarbøvik, E. (2020). Phosphorus retention, erosion protection and farmers' perceptions of riparian buffer zones with grass and natural vegetation: Case studies from South-Eastern Norway. *Ambio*, 49(11), 1838-1849.
- Blankenberg, A.-G. B., Skarbøvik, E., & Kværnø, S. (2017). Effekt av buffersoner-på vannmiljø og andre økosystemtjenester. *NIBIO Rapport*.
- Blankenberg, A.-G. B., Skarbøvik, E., & Kværnø, S. (2019). Kantsoner: Renseeffekt av plantedekke mellom jordbruksjord og vassdrag.
- Borrelli, P., Robinson, D. A., Fleischer, L. R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., Meusburger, K., Modugno, S., Schütt, B., & Ferro, V. (2017). An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature communications*, 8(1), 2013.
- Cavanagh, J., & Harding, J. (2014). Effects of suspended sediment on freshwater fish.
- Evette, A., Roman, D., Barré, J., Cavaillé, P., Espinasse, F., Bonin, L., Evette, A., Frossard, P., Prunier, P., & Roman, D. (2013). Génie végétal en rivière de montagne: connaissances et retours d'expériences sur l'utilisation d'espèces et de techniques végétales: végétalisation de berges et ouvrages bois. *Génie végétal en rivière de montagne: connaissances et retours d'expériences sur l'utilisation d'espèces et de techniques végétales: végétalisation de berges et ouvrages bois*, 63-145.
- Genet, M., Stokes, A., Salin, F., Mickovski, S. B., Fourcaud, T., Dumail, J.-F., & Van Beek, R. (2005). The influence of cellulose content on tensile strength in tree roots. *Plant and soil*, 278, 1-9.
- Hallot, E., Peeters, A., Houbrechts, G., Verniers, G., & Petit, F. (2013). Suivi à long terme d'un chantier de protection de berge par techniques végétales: la Berwinne à la Folie. La restauration hydromorphologique des cours d'eau: premiers enseignements du projet LIFE WALPHY.
- Hauge, A., & Haraldsen, T. (2017). Planering og jordflytting–Utførelse og vedlikehold. *NIBIO bok*.
- Kaste, Ø., Skarbøvik, E., & Vogt, R. D. (2023). Utredning om parametere for suspendert stoff og organisk materiale kan inkluderes i klassifiseringssystemet for vann. *NIVA-rapport*.
- Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, 35, 334-350.
- Krzeminska, D., Blankenberg, A.-G. B., Bøe, F., Nemes, A., & Skarbøvik, E. (2020). Renseeffekt og kanterosjon i kantsoner med forskjellig vegetasjonstype. *NIBIO Rapport*.
- Krzeminska, D., Kerkhof, T., Skaalsveen, K., & Stolte, J. (2019). Effect of riparian vegetation on stream bank stability in small agricultural catchments. *Catena*, 172, 87-96.
- Lundekvam, H. E., Romstad, E., & Øygarden, L. (2003). Agricultural policies in Norway and effects on soil erosion. *Environmental Science & Policy*, 6(1), 57-67.
- NO. (2022 -2023). *Meld.St 26 Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn*.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/1008d2a2e92c4384890817fae9fca1d4/no/pdfs/stm202220230026000dddpdfs.pdf>
- Peeters, A., Houbrechts, G., Hallot, E., Campenhout, J. V., Verniers, G., & Petit, F. (2018). Efficacité et résistance de techniques de protection de berges en génie végétal. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 24(2).
- Pettersen, R. A., Hereid, S., & Våge, K. Ø. (2023). Biologiske kvalitetselementer i hydromorfologisk modifiserte jordbruksbekker og-elver på Østlandet. *NIBIO Rapport*.
- Roca, M., Escameia, M., Gimeno, O., de Vilder, L., Simm, J., Horton, B., & Thorne, C. (2017). *Green approaches in river engineering: Supporting implementation of green infrastructure*.
- Schneider, S. C., & Skarbøvik, E. (2022). Ecological status assessment of clay rivers with naturally enhanced water phosphorus concentrations. *Environmental Advances*, 9, 100279.
- Skarbøvik, E., Blankenberg, A.-G. B., Isdahl, C., & Martinsen, S. (2018). Treplanting langs vann i jordbruksområde. Overlevelse av trær og grunneiers erfaringer. Våler kommune i Østfold (Vannområde Morsa). *NIBIO Rapport*.
- Sorolla, A. R., I. Mota, B. . (2020). *GUIDE FOR THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF CRIBWALLS* (OPERANDUM - OPEn-air laboRatories for Nature baseD solUtions to Manage

- hydro-meteo risks Issue.
https://naturalea.eu/docs/2020/01/Guide_design_construction_cribwalls_en.pdf
- Sotir, R. B. a. F., C. . (2001). *Live and Inert Fascine Streambank Erosion Control*. (EMRRP Technical Notes, Issue.
- Tolkkinen, M., Vaarala, S., & Aroviita, J. (2021a). The importance of riparian forest cover to the ecological status of agricultural streams in a nationwide assessment. *Water Resources Management*, 35, 4009-4020.
- Tolkkinen, M., Vaarala, S., & Aroviita, J. (2021b). The importance of riparian forest cover to the ecological status of agricultural streams in a nationwide assessment. *Water Resources Management*, 35(12), 4009-4020.
- Turunen, J., Elbrecht, V., Steinke, D., & Aroviita, J. (2021). Riparian forests can mitigate warming and ecological degradation of agricultural headwater streams. *Freshwater Biology*, 66(4), 785-798.
- Vergani, C., Chiaradia, E., & Bischetti, G. (2012). Variability in the tensile resistance of roots in Alpine forest tree species. *Ecological engineering*, 46, 43-56.
- Verniers G., P. F., Hallot E., Houbrechts G. (2009). Techniques végétales: conception, application et recommandations, . In *DCENN*, 62 p. .
- Waldron, L. (1977). The shear resistance of root-permeated homogeneous and stratified soil. *Soil Science Society of America Journal*, 41(5), 843-849.
- Wu, T. H., & Watson, A. (1998). In situ shear tests of soil blocks with roots. *Canadian Geotechnical Journal*, 35(4), 579-590.

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

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

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

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

