

Oppdragsgiver: Drammen kommune
Oppdragsnavn: Kommuneplanens arealdel 2022-2040
Oppdragsnummer: 633299-04
Utarbeidet av: Jon Bergersen Zeigler
Oppdragsleder: Gunnar Berglund
Dato: 01.03.2022
Tilgjengelighet: Åpent

Notat Erosjonsutredning

Sammendrag

1 Innledning

2 Metode

2.1. Generelt

2.2. Sidevassdrag

2.3. Drammenselva

2.4. Svelvikstrømmen

3 Resultater

3.1. Sidevassdrag

3.2. Drammenselva

3.3. Øvrige områder

4 Oppsummering

Kilder

Nettkilder

Vedlegg

Versjonslogg:

02	23.03.22	Justert etter kommunens merknader	JZ	MMO
01	01.03.22	Utkast	JZ	MMO
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

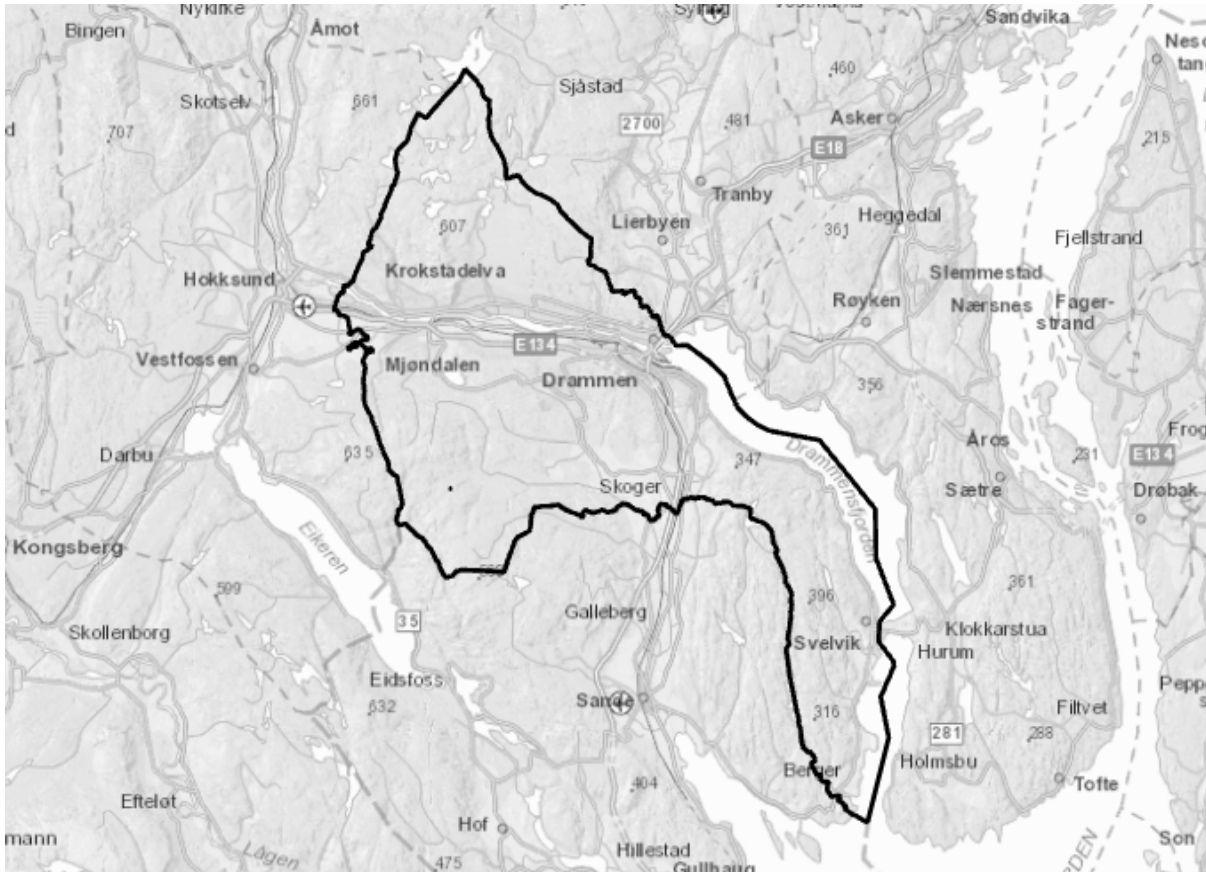
Sammendrag

Det er gjort overordnet vurdering av erosjonsfare for utvalgte sidevassdrag til Drammenselva/Drammensfjorden, samt selve Drammenselva. De forskjellige vassdragsgrenene og elveseksjonene er tildelt score basert på gjennomsnittlig lengdefall, løsmassesammensetning og sideskråningshelning. For Drammenselva er det også avmerket typiske områder der det kan forekomme lokal erosjon. Totalscoren danner grunnlag for prioritering av områder for videre undersøkelser. Jo høyere totalscore, desto høyere prioritet.

Nordgående bekk mot Loselva, samt sørgående bekk mot Steinset fikk høyest score av sidevassdragene mot Drammenselva. Utenom det var det bekker på Berger som fikk høyest score. For Drammenselvas del fikk sonen lengst sørvest høyest totalscore, samt nordre sone mellom Nedre Eiker bru og Åserud teglverk. Sonen på sørsiden av denne fikk høyest score for kritisk sideskråning.

1 Innledning

Drammen kommune utarbeider ny utgave av kommuneplanens arealdel. I den forbindelse er det spesifisert et utvalg temaer som skal utredes for å danne grunnlag for planarbeidet. Et av temaene er erosjonsfare langs Drammenselva og videre langs Drammensfjorden til Svelvik og Berger. Kommuneplangrensen er vist i Figur 1-1.



Figur 1-1. Kommuneplangrense.

2 Metode

2.1. Generelt

Vassdragshåndboka definerer erosjon som følger: «*Erosjon innebærer at partikler rives løs og føres fra et sted til et annet ved vannets påvirkning. Der elva renner gjennom løsmasser vil den grave eller erodere både vertikalt i bunnen av elva og sideveis i kantene. Massene som rives løs av vannets krefter transporteres videre, avsettes og kan eroderes og rives løs igjen. Erosjon oppstår når det fjernes mer materiale enn det tilføres*». (Fergus m.fl. 2010)

Erosjon kan også forekomme som følge av vind, bølger, is og lignende. I denne rapporten fokuseres det kun på erosjon i vassdrag (elver/bekker).

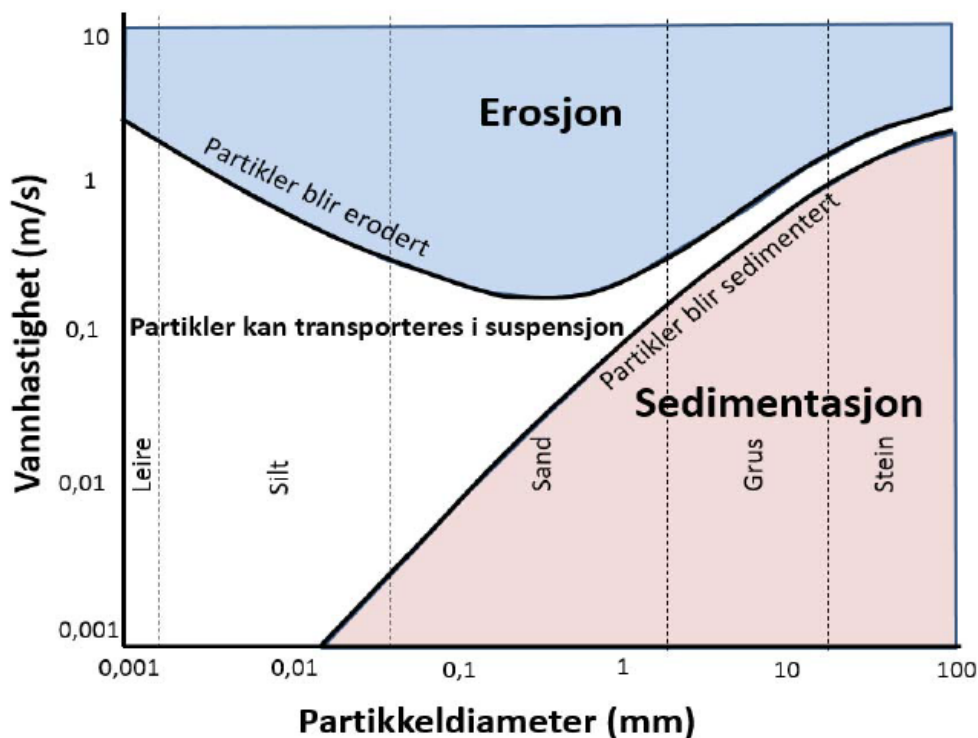
Det er hovedsakelig to typer prosesser som ofte virker sammen ved erosjon i elveløpet: Side-/bunnerosjon, samt massebevegelse i sideskråning

Erosjon blir først et problem når den truer bygg og annen infrastruktur. Problemet er ofte delvis selvforskyldt, ved at bygg/infrastruktur er etablert tett på vassdrag med stort naturlig erosjonspotensiale. Byggverk skal i henhold til TEK 17 §7-2 fjerde ledd plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon.

Erosjon og sedimentasjon er naturlige prosesser i alle vassdrag, og er med på å danne livsgrunnlag for det biologiske mangfoldet der. En plutselig endring i disse prosessene kan følgelig føre til tap av biologisk mangfold, f.eks. tap av gyteplasser og vandringsveier for fisk. Erosjonssikring i form av «hard» plastring er ofte en av årsakene til slike negative endringer i vassdragsdynamikk. Likeså etablering av dammer, kanaler, terskler, kulverter og lignende. Det er derfor viktig å vurdere konsekvensene for biologiske mangfold og øvrig vassdragsdynamikk før det vedtas bygging av erosjonssikring i et vassdrag.

For elver og bekker er erosjonspotensialet hovedsakelig gitt av vannhastigheten, i kombinasjon med type løsmasser traseen går gjennom. Denne sammenhengen illustreres av Hjulstrøms diagram fra NVE-rapport 28/2016 (Figur 2-1). Beregning av vannhastighet krever hydraulisk beregning, så for denne utredningen benyttes gjennomsnittlig lengdefall som indikator på hastighet, da hastighet og fall er korrelert.

Det er generelt størst erosjon i yttersvinger, og tilsvarende sedimentasjon i innersvinger av elver/bekker. Der ei elv med lite lengdefall går gjennom løsmasser vil en over tid få meandrering, altså sideforskyvning av vannløpet.



Figur 2-1. Hjulstrøms diagram beskriver sammenheng mellom vannhastighet, partikkelstørrelse og erosjon/sedimentasjon (Norem m.fl. 2016).

Lokal erosjon langs traseen som følge av innsnevninger, utfyllinger, svinger og lignende kommer i tillegg. Vassdragets sideskråningshelning kan også indikere hvor erosjonsutsatt det er, selv om skråningshelningen hovedsakelig sier noe om skråningens stabilitet. Rasfare og kvikkleirerisiko vurderes ikke i denne rapporten.

2.2. Sidevassdrag

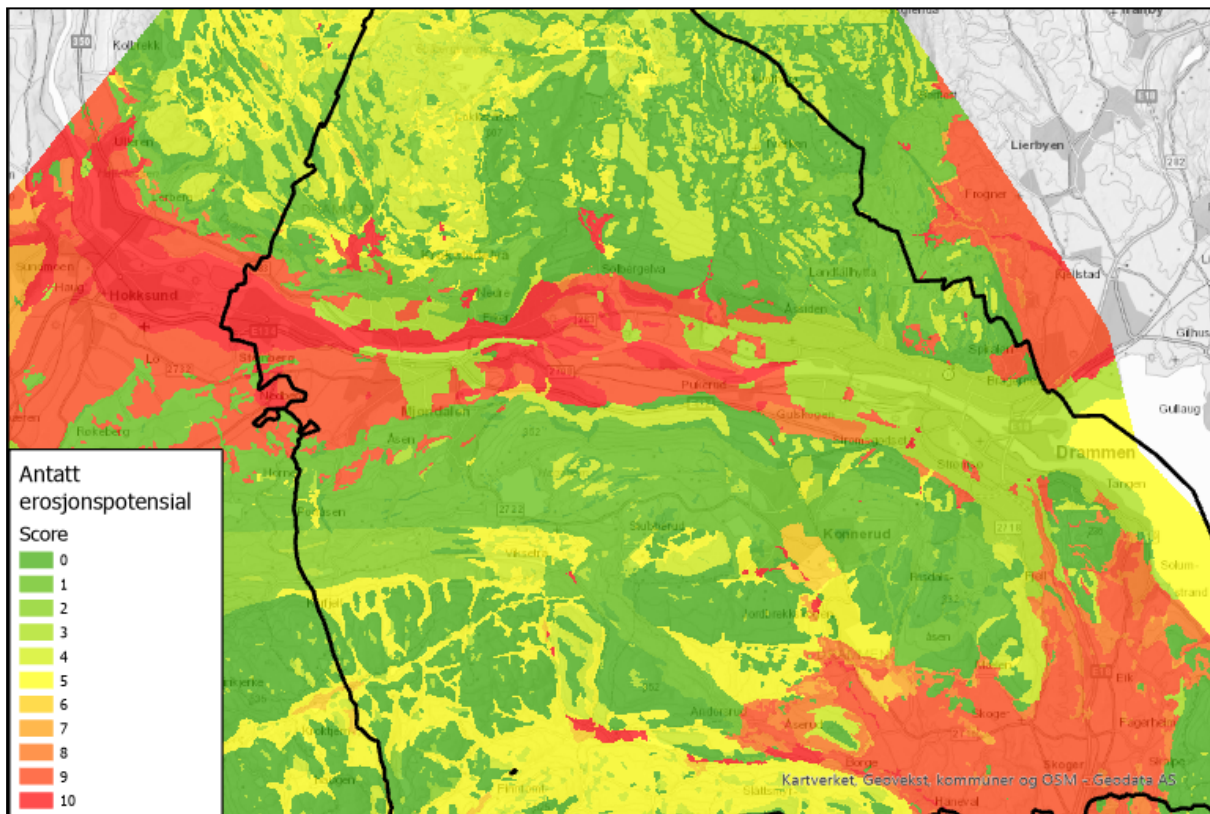
For de fleste sidevassdragene i Nedre Eiker er det allerede gjort flom- og erosjonsutredninger i kommunal regi. Drammen kommune er i gang med flomsonekartlegging av tilsvarende sidevassdrag i «gamle» Drammen kommune. Endelig rapport for dette foreligger ikke i skrivende stund. Det gjøres derfor ingen betraktninger rundt flomfare i sidevassdrag mot Drammenselva, kun overordnet erosjonsvurdering for utvalgte vassdrag. Kriteriet for utvelgelse er nedbørfeltstørrelse > 50 hektar (500 000 m²/ 0,5 km²), eller om vassdraget går åpent gjennom/nært boligområde og finnes på standard FKB-kart. For disse vassdragene er det beregnet gjennomsnittsfall langs hver bekkestreng, «eroderbarhetsscore» basert på løsmassekart, samt en gjennomsnittlig score for kritisk

sideskråningsvinkel. Gjennomsnittsfall beregnes fra høydedifferanse mellom maksimum- og minimumshøyde langs bekkestraseen, delt på 3D-lengde (faktisk lengde over terreng, ikke luftlinje). Det tildeles så poeng ut fra rangert gjennomsnittsfall, med 54 poeng til bekkestrengen med størst fall (tilsvarende antall bekkestrenger) og ett poeng til laveste.

Eroderbarhetsscore baseres på en skjønsmessig vurdering av hvor eroderbare de forskjellige løsmassetypene i NGUs løsmassekartet er. Klassene er gitt en score fra 1-10 der 10 regnes som mest eroderbar og 1 som minst. Klassifiseringen er vist Figur 2-2 samt 2-3. Utsnitt fra Svelvik viser 1x1m celler med sideskråningsvinkler brattere enn 1:1,5 (oransje) og brattere enn 1:1 (rød). Score summeres innenfor hver vassdragsbufferzone (svart) og deles på vassdragsstrengens lengde over terreng for endelig score.

Hver bekkestreng tildeles så poeng fra 1 til 54, der bekkestrengen med høyeste score for skråningsvinkel får 54 poeng, og laveste får ett poeng.

. Det opprettes buffersoner på 20 m rundt hver bekkestreng, og beregnes så gjennomsnittlig eroderbarhetsscore innenfor hver buffersoner. Sonene tildeles så poeng fra 1 til 54 ut fra denne scoren, tilsvarende som for gjennomsnittsfall. Tilsvarende metode benyttes også for elveseksjoner i Drammenselva (avsnitt 2.3).



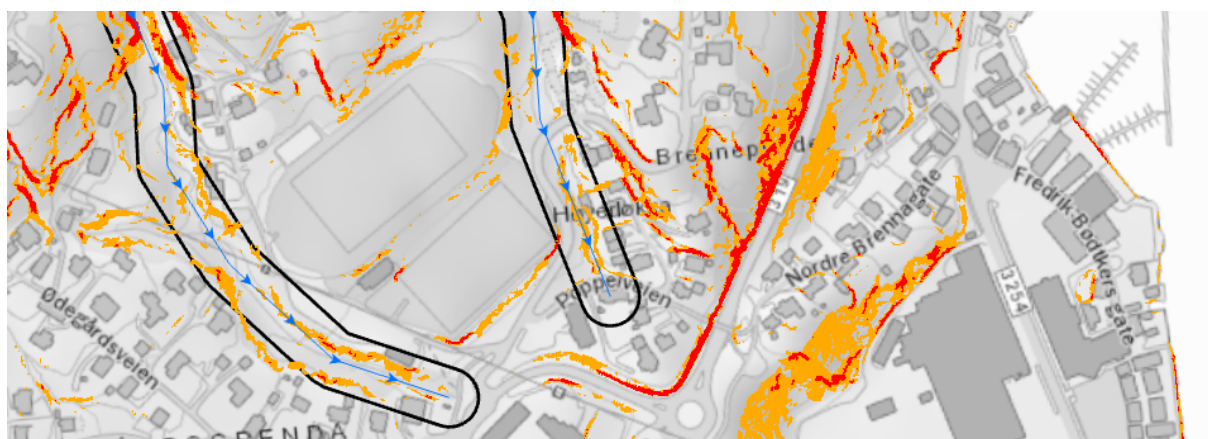
Figur 2-2. Klassifikasjon av erosjonspotensial ut fra løsmasse typer. Kommunepiangrense i svart.

Tabell 2-1. Estimert erosjonsscore/erosjonspotensiale for aktuelle løsmasse kategorier. 0 = Tilnærmet ueroderbar, 10 = meget eroderbar løsmasse.

Løsmasstype	Løsmasse objekttype	Erosjonsscore (estimert)
Breelavsetning (Glasi-fluvial avsetning)	20	10
Elve- og bekkeavsetning (Fluvial avsetning)	50	10
Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	41	9
Hav-, fjord- og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	43	8
Marin strandavsetning, sammenhengende dekke	42	7
Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	11	6
Randmorene/randmorenesone	15	6
Løsmasser/berggrunn under vann, uspesifisert	1	5
Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	12	5
Skredmateriale, ikke inndelt etter mektighet	80	4

Skredmateriale, sammenhengende dekke	81	4
Skredmateriale, usammenhengende eller tynt dekke	82	4
Tynt dekke av organisk materiale over berggrunn	100	4
Fyllmasse (antropogent materiale)	120	3
Torv og myr	90	3
Forvittringsmateriale, ikke inndelt etter mektighet	70	2
Forvittringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	72	1
Bart fjell	130	0

Kritisk sideskråning beregnes ved å først generere helningsraster fra terreng-/rutenettmodell NDH DTM1 (1x1 m ruter) fra Statens kartverk. Deretter klassifiseres helningsrasteret ut fra kritiske vinkler. Skråningshelning 1:1,5 regnes ofte som grenseverdi for stabil sideskråning for normal erosjonssikring med stein (Jensen & Tesaker, 2009). Veilederen fraråder brattere sideskråninger når det benyttes stein som erosjonssikring. Følgelig kan man slutte at en skråning med denne helningen eller brattere (så sant den ikke er forbygd eller lignende) sannsynligvis vil være erosjonsutsatt. En rute med helning brattere enn 1:1,5 får score «1», mens en rute med brattere helning enn 1:1 får score «2». Score summeres så innenfor en buffer på 20 m rundt senterlinje bekk, og deles på elvestrengens 3D-lengde for endelig score. Dette illustreres i Figur 2-3.



Figur 2-3. Utsnitt fra Svelvik viser 1x1m celler med sideskråningsvinkler brattere enn 1:1,5 (oransje) og brattere enn 1:1 (rød). Score summeres innenfor hver vassdragsbuffersone (svart) og deles på vassdragsstrengens lengde over terreng for endelig score.

Hver bekkestreng tildeles så poeng fra 1 til 54, der bekkestrengen med høyeste score for skråningsvinkel får 54 poeng, og laveste får ett poeng.

Poeng for hver av de tre kategoriene (lengdefall, eroderbarhet og skråningsvinkel) summeres så til en totalscore for hver bekkestreng.

2.3. Drammenselva

For Drammenselva gir det lite mening å bruke lengdefall som kriterier, da elva har tilnærmet jevnt (og lavt) fall innenfor kommuneplanområdet. Vurdering ut fra løsmasser gir også begrenset verdi fordi elva hovedsakelig renner gjennom de samme løsmassene på hele strekningen. Andel av antropogene (menneskeskapte) fyllmasser i traseen kan riktignok brukes som et mål på urbaniseringsgrad, på den måten at erosjonspotensialet synker med økende urbaniseringsgrad. Dette fordi elvekantene naturlig nok er mest forbygd og sikret der elva går gjennom urbaniserte områder.

En vurdering basert på dagens sideskråningshelning kan benyttes, men vil samtidig få mindre verdi jo mer urbaniserte områder (og «unaturlige» skråninger) elva renner gjennom. Å kombinere skråningshelning og løsmasser kan i sum gi mening, da score for antropogene fyllmasser vil dra ned totalscoren i de mest urbaniserte områdene. Eksempel fra Mjøndalen er vist i Figur 2-4.



Figur 2-4. Utsnitt ved Mjøndalen som viser elveseksjoner og buffersoner for sidevassdrag (svart), med temakart for eroderbarhetsscore i bakgrunnen. Det beregnes gjennomsnittlig eroderbarhetsscore innenfor hver sone på bakgrunn av dette.

For å få noe meningsfullt ut av en sideskråningsanalyse er elva delt opp i seksjoner. Oppdelingen er gjort etter skjønn, slik at hver seksjon har noenlunde like strømningsforhold over det hele. Det er f.eks. satt sonegrense ved samløp, innsnevninger eller utvidelser av tverrsnittet. Seksjonene er igjen delt på langs slik at nord- og sørbredden behandles separat innenfor hver elveseksjon. Det beregnes så score for skråningsvinkel innenfor hver sone, tilsvarende som for sidevassdragene. Forskjellen er at her deles score-summen i hver sone på sonens areal. Dette gir et mål på kritisk skråningsvinkel per kvadratmeter innenfor hver sone. Hver sone tildeles så poeng fra 1-12 (tilsvarende antall soner) ut fra denne scoren/rangeringen.

For større elver gjennom urbane områder gir det ofte mest mening å se på lokale forhold som kan gi økt erosjon. Dette er f.eks. innsnevninger, utfyllinger og konstruksjoner. Det er derfor gjort en overordnet vurdering av slike forhold basert på kart og flyfoto. Vurderingen begrenser seg til å merke av potensielle problempunkter i hver elveseksjon. Sonen tildeles så poeng ut fra antall slike punkter den inneholder. (Ett poeng for ett problempunkt osv.) Detaljert utredning av lokale erosjonsforhold krever hydraulisk modellering, og sannsynligvis også grunnundersøkelser og innmålinger/bunnscanning.

Det lages til slutt en summert score for hver kategori i hver elveseksjon, som så danner grunnlag for prioritering av videre undersøkelser langs elva. Jo høyere totalscore, desto høyere (teoretisk) prioritet for videre undersøkelser. Totalscoren må riktignok ses mer som en indikator på erosjonsrisiko, og ikke en fasit i seg selv på hvor den faktiske erosjonsrisikoen er størst.

Det er også gjort en sjekk av historiske flyfoto for elva. Utfylling og etablering av hovedvei på ved Steinset ser ut til å være det største inngrepet som kan ha påvirket elvas erosjonsmønster i perioden (Figur 2-5). Dette har sannsynligvis medført mer erosjon nedstrøms. Det er ikke usannsynlig at elva fortsatt jobber med å oppnå «likevekt» i erosjon/sedimentasjon nedstrøms som følge av tiltaket. Etablering av vei på sørsiden har trolig også bidratt til å øke erosjonen nedstrøms. Tap av kantsone i forbindelse med veibygging kan også ha gitt mer erosjon.



Figur 2-5. Steinsetområdet før bygging av ny hovedvei og bru (øverst - 1965), samt dagens situasjon nederst. (Finn.no).

Mer detaljerte utsnitt vises i Figur 2-6 og Figur 2-7.



Figur 2-6. Steinset i 1965 (Finn.no).



Figur 2-7. Steinset i dag (Finn.no).

Siden 70-tallet er også det nordre løpet av Drammenselva sterkt innsnevret ved utløpet i Drammensfjorden, pga. utfylling på Holmen (Figur 2-8). Dette kan ha økt hastigheten i det nordre løpet av elva, og/eller gitt større vannføring i det søndre løpet. Dette har sannsynligvis påvirket erosjon-/sedimentasjonsmønsteret ved utløpet, selv om effekten trolig er begrenset pga. hastighetsreduksjonen som følge av at elva møter sjøen.



Figur 2-8. Situasjon ved utløpet av Drammenselva i 1977 (venstre) og i dag. Utfylling av Holmen har innsnevret det nordre elveutløpet.

2.4. Svelvikstrømmen

Svelvikstrømmen er en av Norges sterkeste tidevannsstrømmer. I likhet med de urbaniserte delene av Drammenselva gir det lite mening å se på lengdefall og løsmassetyper her. Vurdering ut fra skråningshelning gir også lite mening da området langs vannkanten er forbygd og sikret gjennom mange år. Bryggeinstallasjoner og konstruksjoner vil slå ut på en skråningsanalyse, men da dette ikke er naturlige skråninger tas det ikke med i vurderingen. Det er i stedet satt en generell markering her, da tidevann og tilsvarende vannstandsvariasjoner vil medføre betydelig vannhastighet (og dermed erosjon) gjennom sundet. Fra historiske flyfoto virker det som de to øyene ved sundet (Batteriøya og Verksøya) har fått mindre overflateareal i tiden mellom første (1956) og siste flyfoto (Figur 2-9). Mest sannsynlig pga. mudring og sikringsarbeid heller enn erosjon.



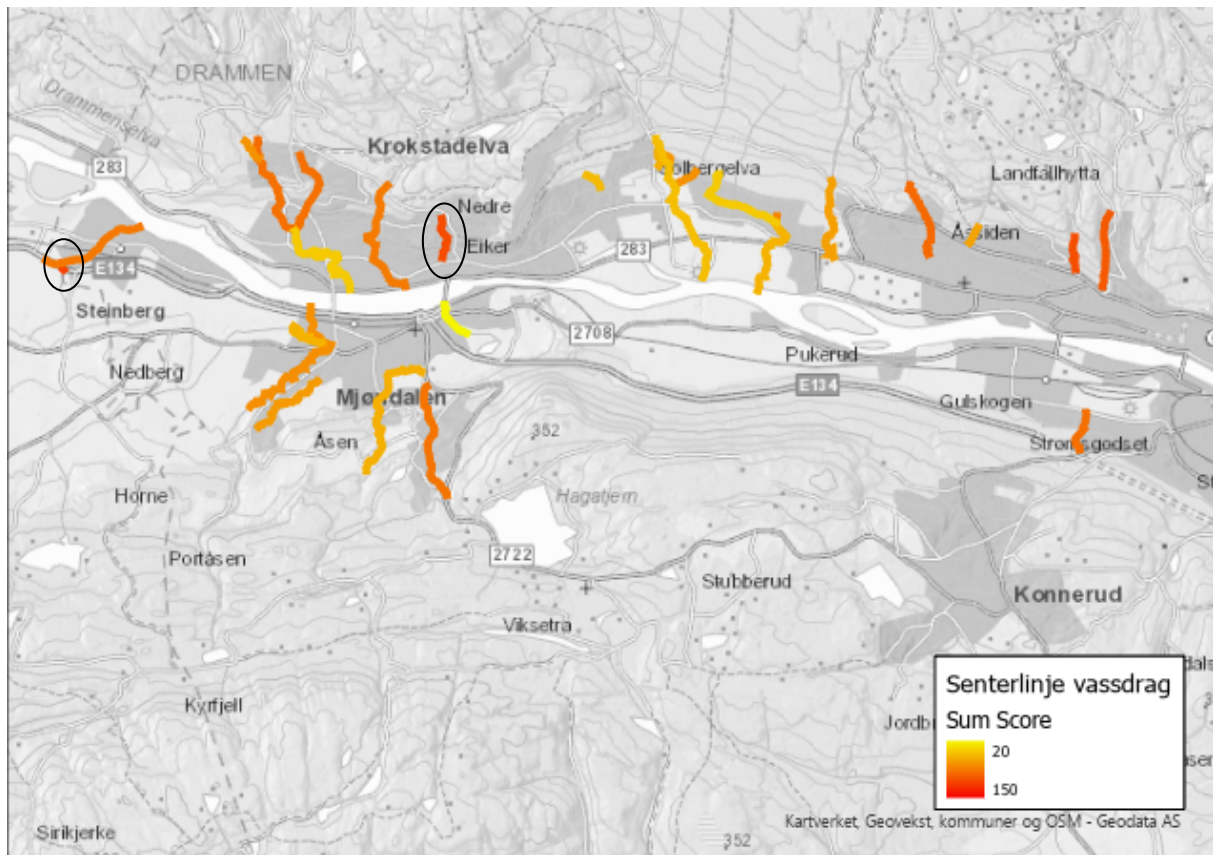
Figur 2-9. Svelvikstrømmen i 1956 (venstre) og i dag (Finn.no). Batteriøya på sørvestre side og Verksøya på østsiden av strømmen. Begge øyene har tilsynelatende fått mindre overflateareal i tiden mellom bildene ble tatt.

3 Resultater

3.1. Sidevassdrag

For sidevassdragene som drenerer til Drammenselva (Figur 3-1) er det den nordgående bekken ned mot Loselva som får høyest totalscore. Scoren blir riktignok uforholdsmessig høy for de korteste bekketrengene, da de typisk går gjennom kun *en* løsmassetype og lett får høyt gjennomsnittsfall pga. lengden. Bekken med nest høyest totalscore langs Drammenselva er den som drenerer fra nord mot Steinset. Bekken fra Miletjern, på motsatt side av Drammenselva får lavest score av bekkene rundt Drammenselva.

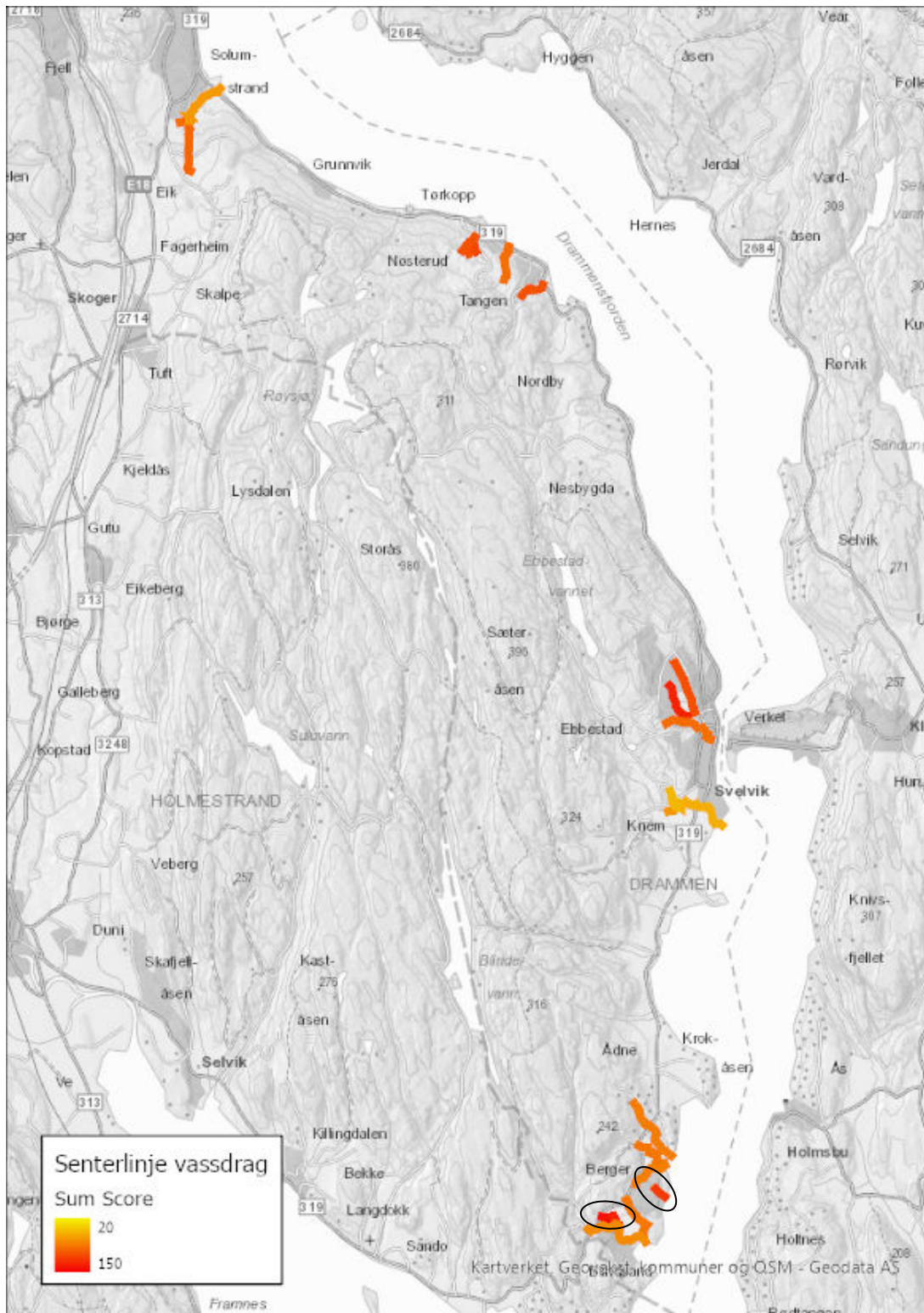
Som nevnt er de fleste sidevassdragene til Drammenselva i Nedre Eiker allerede utredet av (gamle) Nedre Eiker kommune.



Figur 3-1. Endelig erosjonsscore for vurderte sidevassdrag til Drammenselva. De to høyst scorende bekkestrekene i utsnittet er markert med svart ring.

For de resterende områdene (Figur 3-2) finner vi høyeste totalscore på Berger, blant bekkene som drenerer mot elva fra Solbergdammen. Kort lengde trekker riktignok opp totalscoren her og. Av de litt lengre bekkene kommer bekken langs Sandkleiva i Svelvik høyt på lista.

Fullstendig liste med score for hvert vassdrag er vedlagt som shapefiler (Vedlegg 4).

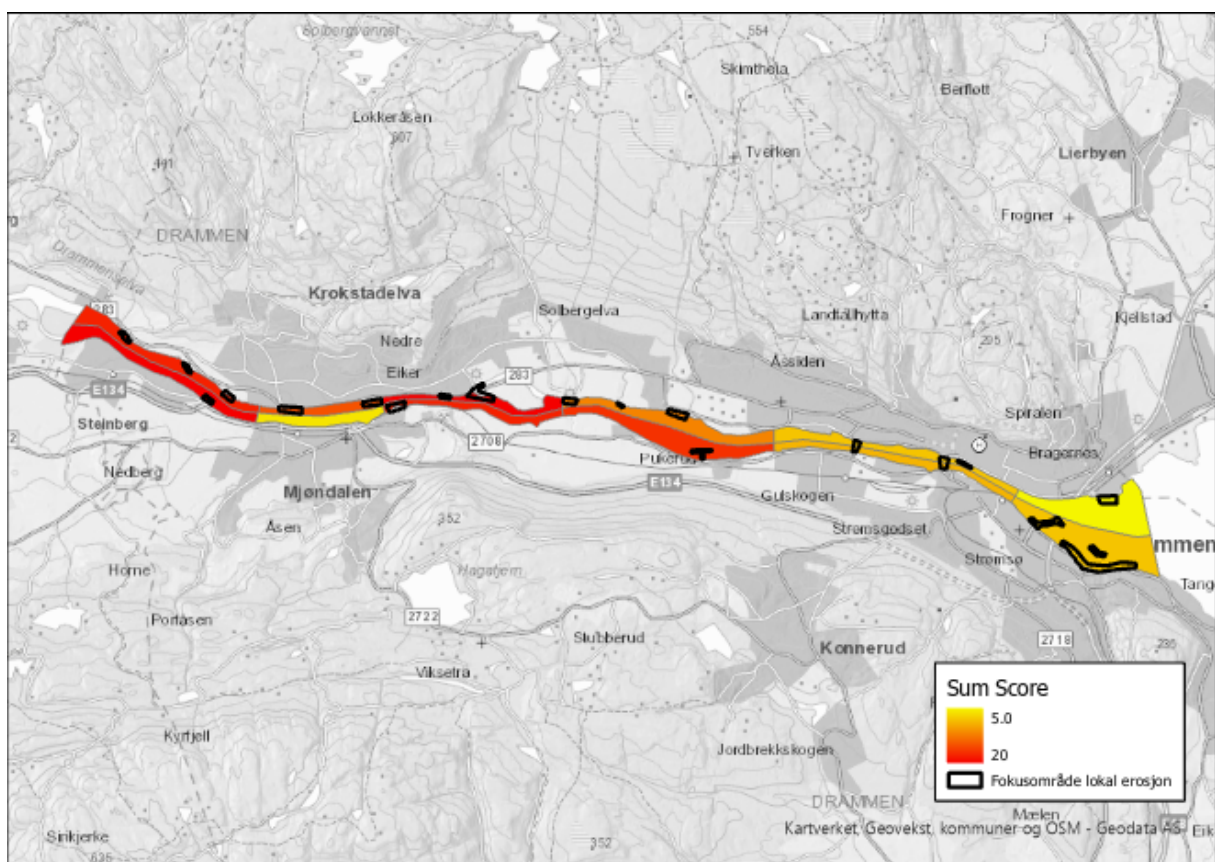


Figur 3-2. Vurderte sidevassdrag mot fjorden mellom Drammen og Berger. De to høyest scorende bekkestrekkene i utsnittet er markert.

3.2. Drammenselva

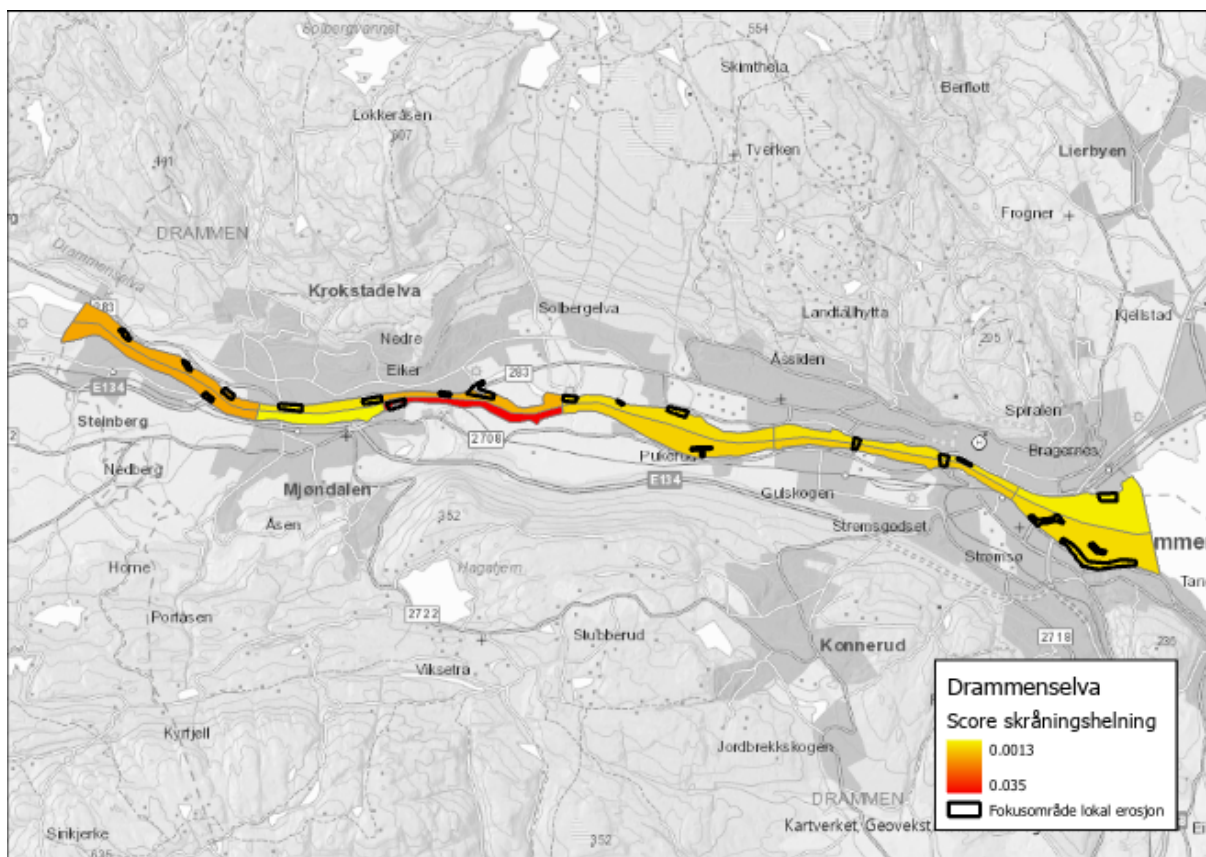
Plott med erosjonsscore for de forskjellige seksjonene av Drammenselva er vist i Figur 3-3.

Totalscore blir eksakt lik i sum for nordsiden og sørsiden, mens score for skråningshelning er i sum størst på sørsiden. Totalscore synker fra vest mot øst, i tråd med at elva går gjennom økende grad av fyllmasser. Sone(r) med høyest score er nordbredden mellom Nedre Eiker bru og Åserud Teglverket og sørbredden mellom Hageøya og Eker papirfabrikk (sonen lengst vest).



Figur 3-3. Totalscore per sone for Drammenselva. Fokusområder for lokal erosjon vist med svart grense.

For kritisk skråningshelning er det sonen på sørsiden mellom Nedre Eiker bru og Åserud Teglverk som får høyeste score per m². (Figur 3-4). Dette kan tyde på at byggingen av hovedvei har hatt en effekt på erosjonen nedstrøms.



Figur 3-4. Score for skråningshelning per m²/sone. Sonen mellom Nedre Eiker bru og Åserud Teglverk får høyest score.

De forskjellige områdene som er merket av for generell lokal erosjonsfare er ikke vurdert i nærmere detalj.

3.3. Øvrige områder

For Svelvikstrømmen er det ikke gjort analyser, da det nok ville kreve omfattende hydraulisk/morfologisk modellering for å få håndfaste resultater om erosjonsmønsteret. På generelt grunnlag er et smalt sund med sterk tidevannsstrømning alltid utsatt for erosjon. Det kan riktignok tenkes at erosjonen i området har stabilisert seg gjennom mange hundre år, og at området dermed er i «likevekt» hva gjelder erosjon/sedimentasjon. Historiske flyfoto (Figur 2-9) viser ingen større innsnevninger, utfyllinger eller lignende som

kan påvirke erosjonssituasjonen i vesentlig grad. En må riktignok være obs på at utbygginger ved vannkanten typisk vil medføre utfylling, og dette kan påvirke erosjonssituasjonen. For eventuelle fremtidige utbygginger i selve sundet bør det stilles krav om hydraulisk/morfologisk modellering av tiltaket før det gis byggetillatelse.

4 Oppsummering

Det er gjort overordnet vurdering av erosjonsfare for utvalgte sidevassdrag til Drammenselva/Drammensfjorden, samt Drammenselva. Basert på de beskrevne kriteriene er de forskjellige elvegrenene og elveseksjonene tildelt en score som kan brukes for prioritering av videre undersøkelser. Jo høyere totalscore, desto høyere prioritering for videre undersøkelser. Totalscoren er riktignok bare en av flere mulige indikatorer på erosjonsfare, og ingen fasit i seg selv.

Nordgående bekk mot Loselva, samt sørgående bekk mot Steinset fikk høyest totalscore av sidevassdragene mot Drammenselva. Utenom det var det bekker på Berger som fikk høyest score. For Drammenselvas del fikk søndre sone lengst vest høyest score, samt nordre sone mellom Nedre Eiker bru og Åserud teglverk.

For neste fase vil det være aktuelt å befare de forskjellige vassdragene, samt langs selve Drammenselva. Deretter kan f.eks. 2D-hydrauliske og/eller morfologiske beregninger, samt grunnundersøkelser og bunnscanning være aktuelt for å få et mer presist bilde av hvor erosjonsrisikoen er størst.

Kilder

- Fergus, T., Hoseth K.A., Sæterbø, E. 2010. Vassdragshåndboka. Tapir akademisk forlag
- Demissew K. Ejigu, Turid Bakken Pedersen, Camilla M. Roald. 2017. Flomsonekart Delprosjekt Drammenselva. NVE-rapport 03/2017
- Lars Jenssen, Einar Tesaker. 2009. Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein. NVE-veileder 4/2009.
- Harald Norem (SVV), Kristine Flesjø (SVV), Joakim Sellevold (SVV), Monika Rødin Lund (SVV) og Per Lars Erik Viréhn (JBV). 2016. Overvannshåndtering og drenering for veg og jernbane. NVE-rapport 28-2016.

Nettkilder

- Finn.no historiske flyfoto, lastet februar 2022. <https://kart.finn.no/>
- Høydedata.no, lastet januar 2022. <https://hoydedata.no/LaserInnsyn>
- NGU Løsmassekart, lastet januar 2022. <https://www.ngu.no/emne/datasett-og-nedlasting>
- Byggteknisk forskrift (TEK17), lastet mars 2022 <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2/>

Vedlegg

Vedlegg 1: Temakart med totalscore for Drammenselva og utvalgte sidevassdrag

Vedlegg 2: Temakart med score for skråningshelning for Drammenselva

Vedlegg 3: Temakart med totalscore for sidevassdrag til Drammensfjorden mellom Drammen og Berger

Vedlegg 4: Shapefiler med score for senterlinjer og elveseksjoner (Drammenselva)