



Flaumfarevurdering næringsområde B10 på Sessneset, Vestnes kommune



Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status

Prosjektnr.:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2022-02-046	-	Flaumfarevurdering for næringsområde B10 på Sessneset, Vestnes kommune
Revisjon:	Skildring:	Leveransedato:
0 Godkjent rapport		10.06.2022
Kontraktør:		Kontaktinformasjon:
 Sunnfjord Geo Center		Sunnfjord Geo Center AS Småbakkane 19 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:
Flaumfarevurdering	Rapport	Sessneset
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hendelse/avvik meldt:
Risikogruppe 1	31.05.2022	Nei
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:	
Vetle Nordang	31.05.2022	
Rapport utarbeida av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:
Rev 0: Anders Haaland	09.06.2022	Anders Haaland (sign.)
Rapport kvalitetssikra av:	Godkjent, dato:	Signatur:
Rev 0: Vetle Nordang	09.06.2022	Vetle Nordang (sign.)

Samandrag

Sunnfjord Geo Center AS (SGC) har på oppdrag av Ingeniør Jostein Bø utført ei vurdering av flaumfaren etter TEK17 i samband med reguleringsplanarbeid for Sessneset på Daugstad i Vestnes kommune. Flaumfarevurderinga er gjort langs Sesselva som renn gjennom planområdet.

20- og 200-årsflaum, inkludert eit klimapåslag på 40 %, er berekna til høvesvis 52,0 og 81,7 m³/s. Flaumberekningane er gjort med bakgrunn i *Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små felt* og flaumfrekvensanalysar frå målestasjonar i utvalde felt.

HEC-RAS er nytta for utføre ei 2D-modellering av flaumutbreiing i planområdet. Modelleringa viser at Sesselva generelt har god kapasitet og at ein 20-årsflaum generelt vil halde seg innanfor elveløpet, med unntak av eit område i nedre deler av elva. 200-årsflaum vil ha noko større flaumutbreiing, og eit område oppstraums for bruva ved Daugstadvegen kan verte fløyma over. Det er også gjort ei 1D-modellering av kapasiteten til bruva langs Daugstadvegen som viser at den kan håndtere både 20-og 200-årsflaum. Det er likevel noko låg margin frå vasstanden ved 200-årsflaum til underkanten av bruva, men sidan modelleringa ikkje har tatt omsyn til det ekstra flaumløpet nord for bruva er kapasiteten vurdert til å vere tilstrekkeleg både ved 20 og 200-årsflaum.

Vestre deler av planområdet ligg ved Daugstadbukta, kor Sesselva har sitt utløp. Langs bukta og i nedre deler av elva vil det vere havnivå og stormflo som gjev dimensjonerande vasstand. Tiltak i tryggleiksklasse F1 må ligge over 2,43 moh, og tiltak i tryggleiksklasse F2 må ligge over 2,6 moh. Dimensjonerende vasstand ved auka havnivå og stormflo er inkludert i faresonekarta for flaum.

Det er også utført ei vurdering av erosjonsfaren langs elveløpet. Elva renn i eroderbare lausmassar, og det er berre nedre deler av elva som er sikra mot erosjon. SGC konkluderer med at sikringssona på minst 20 m frå toppen av elveskråninga bør oppretthaldast. Dersom ein ynskjer å byggje innanfor denne sona, bør ein utarbeide ein meir heilskapleg plan for sikring av elveløpet.

Innhold

Samandrag.....	3
1. Innleiring.....	5
1.1 Bakgrunn og føremål	5
1.2 Tryggleikskrav.....	5
2. Det undersøkte området.....	7
2.1 Områdeskildring	7
2.2 Skildring av vassdraget.....	8
2.3 Klima	10
2.4 Aktsemndskart for flaum	10
2.5 Eksisterande flaumfarevurderinger.....	11
3. Fastsettjing av flaumstorleikar	12
3.1 Metode	12
3.1.1 Nasjonalt formelverk for flomberekningar i små felt (NIFS)	12
3.1.2 Regional flaumfrekvensanalyse (RFFA_2018).....	12
3.1.3 Flaumfrekvensanalysar og samanliknbare felt	13
3.2 Usikkerheit i flaumberekningane	14
3.3 Val av dimensjonerande flaumstorleik	14
4. Hydraulisk modellering	15
4.1 HEC-RAS - Metode.....	15
4.2 Resultat	17
4.3 Sensitivitetsanalyse.....	18
5. Havnivå og stormflo	21
6. Vurdering av erosjonsfare	22
7. Konklusjon	29
8. Referansar	30
9. Vedlegg	I
9.1 Vedlegg 1 – Flaumfrekvensanalyse.....	I
9.2 Vedlegg 2 – Faresonekart	II

1. Innleiing

1.1 Bakgrunn og føremål

Sunnfjord Geo Center AS (SGC) har på oppdrag av Ingeniør Jostein Bø utført ei vurdering av flaumfarene langs Sesselva på Sessneset i Vestnes kommune. Vurderinga er gjort i samband med utarbeidning av ein detaljreguleringsplan og er gjort i samsvar med §7-2 i TEK17 og NVE sine retningsliner for flaum og skredfare i arealplanar (retningsliner 2/2011).

1.2 Tryggleikskrav

Akseptkriterium for flaumfare er gjeve i §7-2 i Byggteknisk forskrift (TEK17). Tryggleikskrava i TEK17 gjeld for nye byggverk. Krava vil òg gjelde ved utvidingar og nybygg knytte til eksisterande byggverk, jf. temarettleiaren «Utbygging i fareområder» fra Direktoratet for byggkvalitet (DiBK).

Byggverk der konsekvensane av skred er særleg store skal plasserast utanfor flaumutsett område. Dette gjeld til dømes byggverk som er viktig for regional og nasjonal beredskap og krisehandtering, samt byggverk som er omfatta av storulykkeforskrifta.

For byggverk i flaumutsett område skal kommunen alltid fastsette tryggleiksklasse. Kommunen må sjå til at byggverk vert plassert trygt nok i høve til dei tre tryggleiksklassane F1 - F3.

Tabell 1: I byggteknisk forskrift vert byggverk kategorisert i tre tryggleiksklassar, som definerer akseptnivå for flaum.

Tryggleiksklasse for flaum	Konsekvens	Største nominelle årlege sannsyn	Døme
F1	Liten	1/20	Lager med lite personopphold, garasje
F2	Middels	1/200	Bustad, skule, barnehage, industribygg
F3	Stor	1/1000	Sjukeheim, brannstasjon, sjukhus, avfallsdeponi med forureiningsfare

I tryggleiksklasse F1 inngår byggverk med lite personopphold og små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvensar.

Tryggleiksklasse F2 omfattar dei fleste byggverk som er berekna for personopphold. Dei økonomiske konsekvensane ved skadar på byggverk kan vere store, men kritiske samfunnsfunksjonar vert ikkje sett ut av spel. I delar av flaumutsette område kan det vere større flaumfare enn elles. I område der det under flaum vil vere stor djupne eller sterk straum, bør det vere same tryggleiksnivå som tryggleiksklasse F3. Dette gjeld område der djupna er større enn 2 meter og der produktet av djupne og vasshastigheit (m/s) er større enn $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tryggleiksklasse F3 omfattar byggverk for sårbar samfunnsfunksjonar og byggverk der overfløyming kan gje stor forureining på omgjevnadane. Byggverk som inngår i F3 er byggverk for særleg sårbar grupper av befolkninga (t.d. sjukeheim), byggverk som skal fungere i lokale beredskapsituasjonar og avfallsdeponi der overfløyming kan gje forureiningsfare.

Føresegna om flaum omfattar også stormflo. Det betyr at dei same tryggleiksnivåa gjeld.

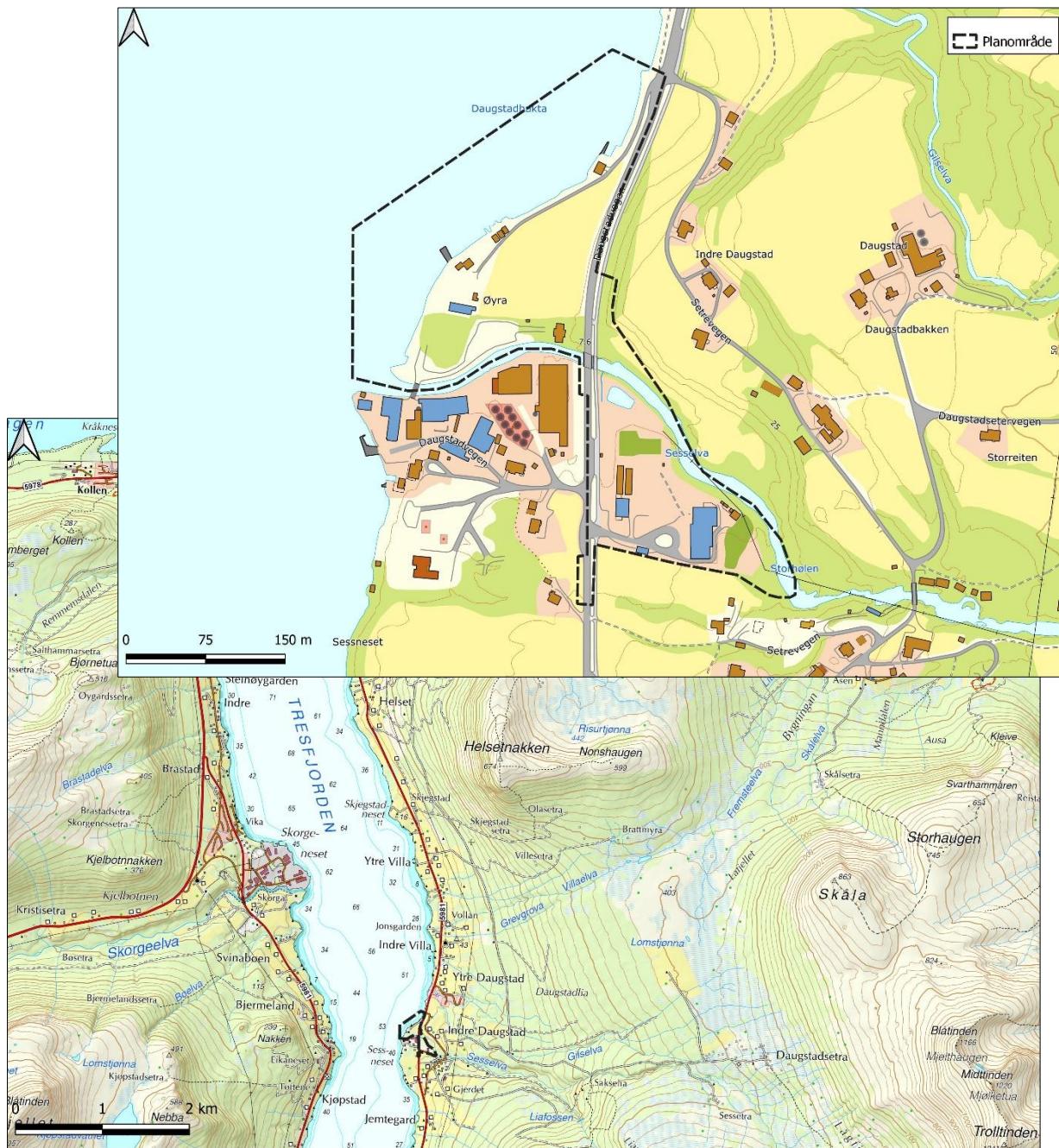
TEK17 opnar for at byggverk i F1 - F3 kan oppnå naudsynt tryggleik ved at det vert gjennomført sikringstiltak.

Detaljerguleringsplanen skal legge til rette for næringsutvikling i området, og det er forventa tiltak i tryggleiksklasse F1 og F2.

2. Det undersøkte området

2.1 Områdeskildring

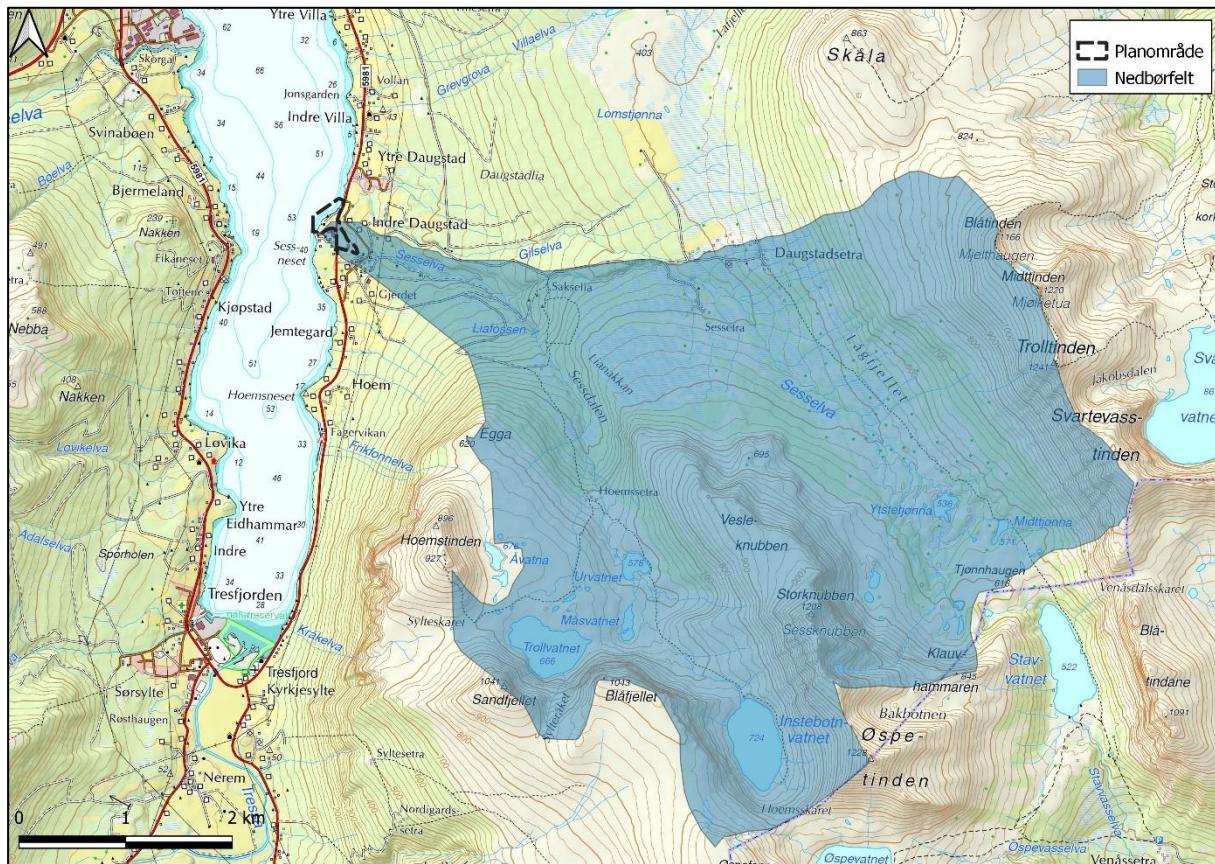
Det kartlagde området ligg på Sessneset ved Daugstadbukta i Vestnes kommune. Sesselva renn gjennom planområdet som ligg mellom kote 0-20. Figur 1 viser plassering og avgrensning av det kartlagde området som flaumfarevurderinga gjeld for.



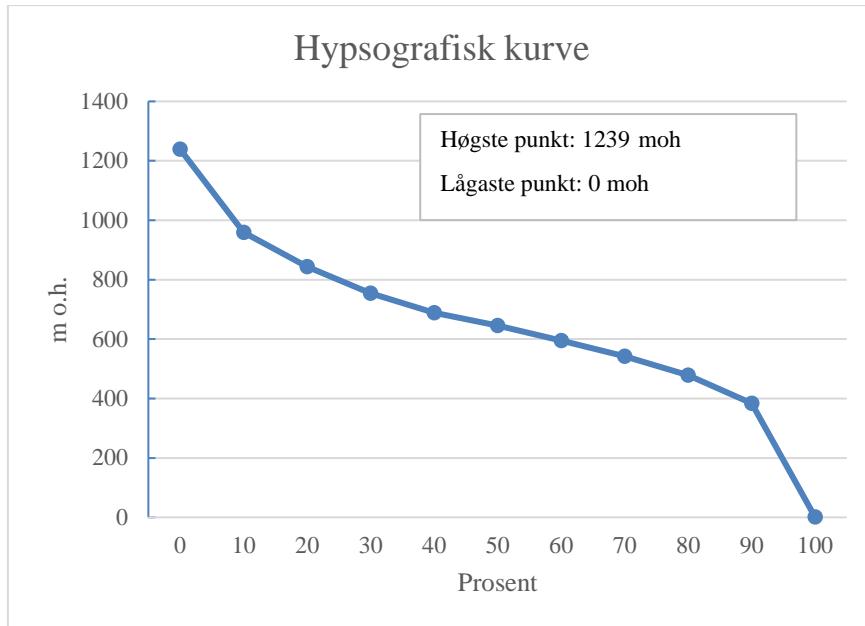
Figur 1: Planområdet ligg på Sessneset ved Indre Daugstad i Vestnes kommune. Sesselva renn gjennom planområdet. Kartkjelde: Statens kartverk.

2.2 Skildring av vassdraget

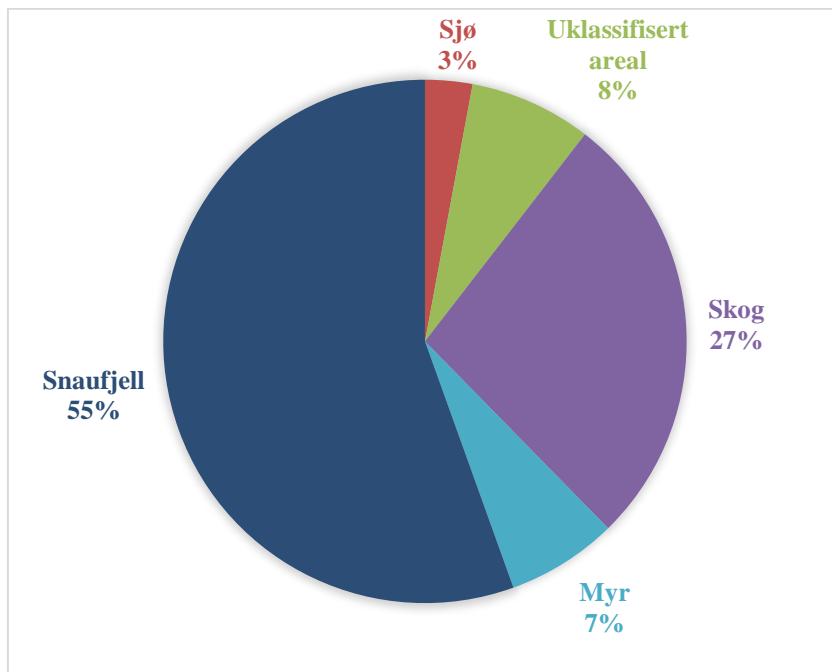
Sesselva drenerer mot vest og renn ut i Tresfjorden ved planområdet. Nedbørfeltet er 25,6 km² stort og drenerer fra fjellområda kring Sessdalen og Sessetra. Vassdraget kan karakteriserast som eit bratt sidevassdrag som reagerer raskt på intens nedbør i form av regn. Vassdraget er også relativt kystnaert og denne typen vassdrag er normalt mest utsett for regnflaumar om hausten, men snøsmelteflaumar i mai/juni kan også førekome. Deler av vassdraget er utbygd gjennom Sesselva kraftverk. I følgje konsesjonssøknaden (Ref-5) er det venta at utbygginga kan redusere dei årlege flaumane noko, medan flaumar med større intervall (t.d. 50-årsflaum) vil verte lite påverka av utbygginga. Figur 2 viser nedslagsfeltet, Figur 4 viser arealfordelinga til feltet, medan Tabell 2 viser feltkarakteristikkane til nedslagsfeltet. Feltkarakteristikkane er henta frå NVE sin lågvassapplikasjon NEVINA, medan normalavrenninga er henta frå NVE sitt avrenningskart for referanseperioden 1961-1990.



Figur 2: Nedslagsfeltet til Sesselva. Kartkjelde: nevina.nve.no/Statens kartverk.



Figur 3: Hypsografisk kurve for vassdraget. Kurva syner kor stor del av feltarealet ligg over ei viss høgd.



Figur 4: Arealfordeling for nedbørfeltet.

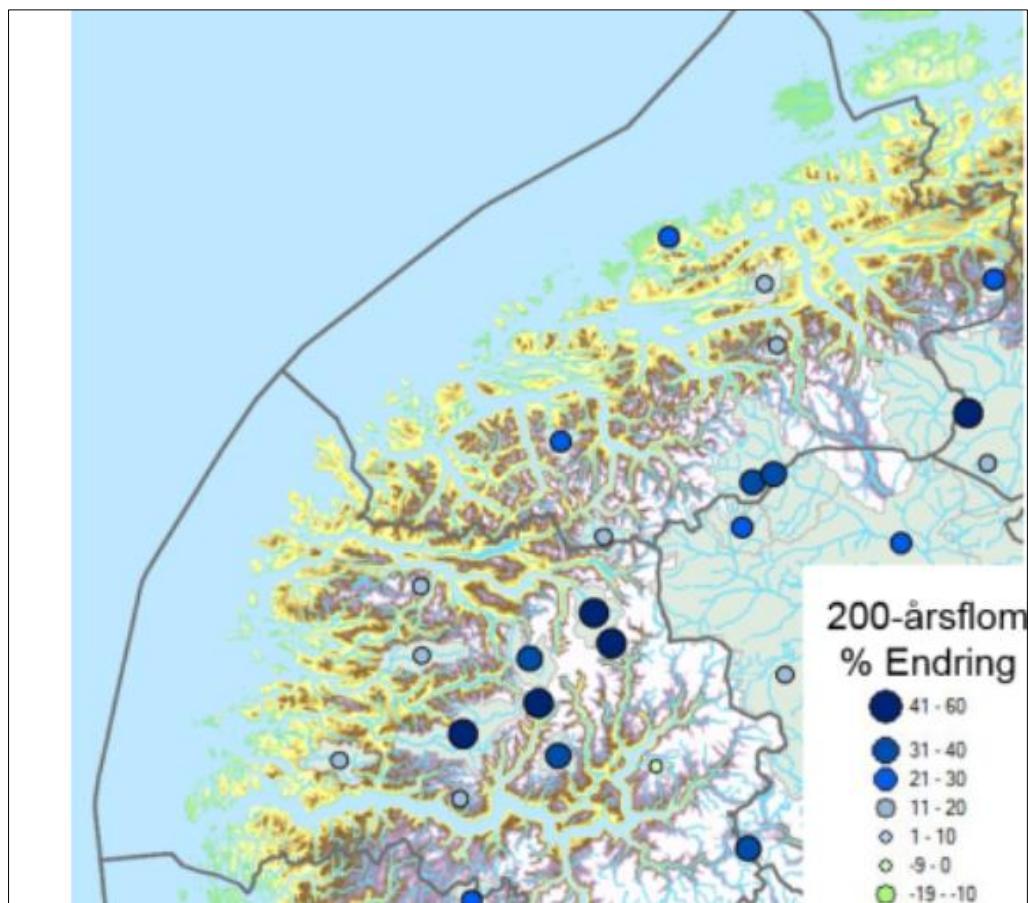
Tabell 2: Feltkarakteristikkar for Sesselva ved utløpet i Tresfjorden Kjelde: nevina.nve.no.

Elv	Felt-storleik (km ²)	Effektiv sjø (%)	Feltlengd (km)	Elvegradient (m/km)	Normal-avrenning (l/s*km ²)	Skog (%)	Snaufjell (%)	H _{min} – H _{max} (moh.)
Sesselva	25,6	0,2	8	91,9	54,5	27	55	0-1239

2.3 Klima

Dei fleste klimamodellane byrjar å gje rimeleg pålitelege data om global vêr- og klimautvikling, men modellane har framleis store uvisser, spesielt på regional og lokal skala. Likevel bør ein ta høgde for dei mange resultata som peikar mot ei global oppvarming, med påfølgjande lokale klimatiske endringar. Hausten 2015 vart den siste *Klima i Norge 2100*-rapporten publisert av Norsk klimaservicesenter (NKSS). Hovudfunna i denne rapporten er at ein i Noreg må forvente høgare temperaturar, meir nedbør og meir ekstremnedbør. Ei følgje av dette vil vere at ein må ta høgde for at flaumane vert større og kjem hyppigare, og at skredfrekvensen vil auke i Noreg.

Norsk klimaservicesenter har på bakgrunn av denne rapporten utarbeidd ein klimaprofil for Sogn og Fjordane (Ref-2), som er meint som eit hjelpemiddel i planlegging. I klimaprofilen er det mellom anna skildra korleis ein bør førebu seg på framtidige klimaendringar som stormflo, auka avrenning, hyppigare episodar med styrregn og større flaumar. I klimaprofilen er det tilrådd å legge til eit klimapåslag på 20 eller 40 % på dei berekna flaumstorleikane avhengig av plassering av feltet og flaumsesong. Sidan Sesselva er eit bratt sidevassdrag som vil reagere raskt på intens nedbør, legg vi til eit klimapåslag på 40 % på dei berekna flaumstorleikane.

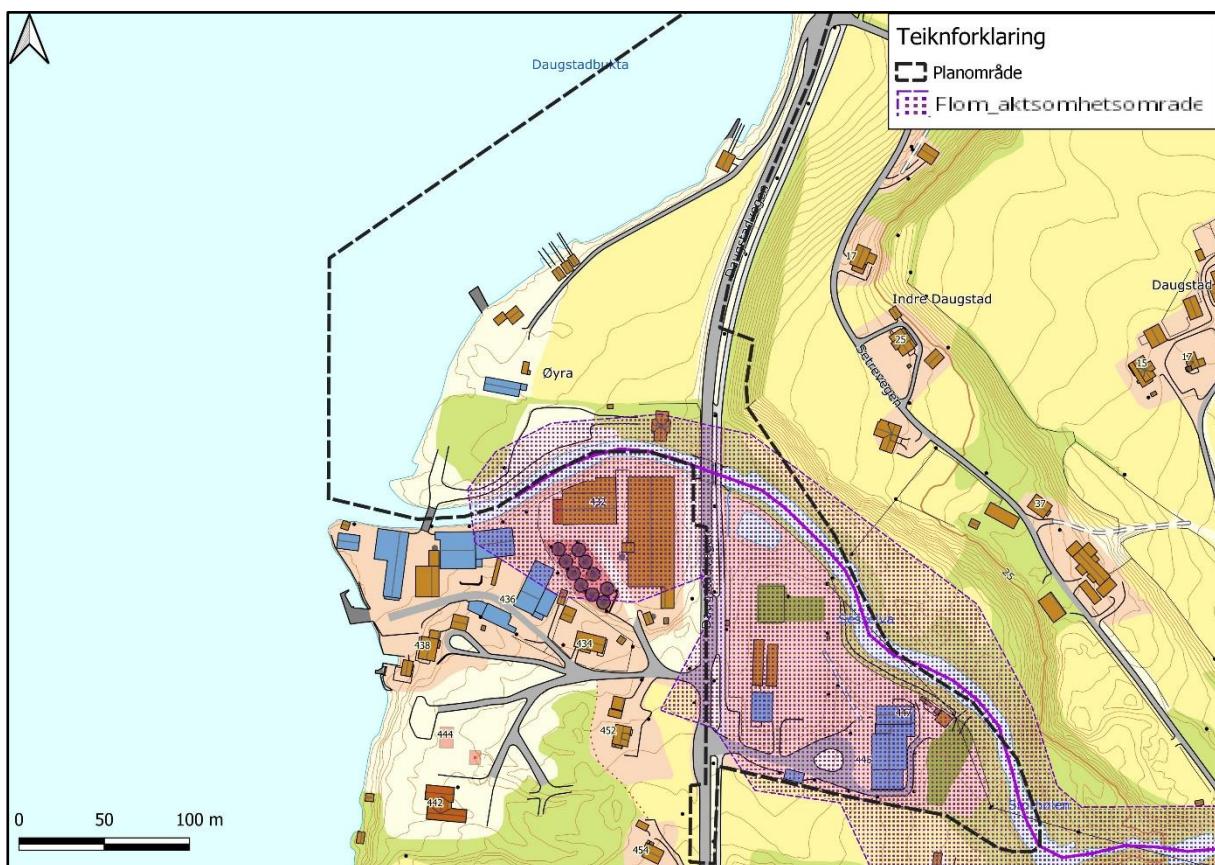


Figur 5: Prosentvis endring i 200-årsflaum for nedbørfelt i Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane (Norsk klimaservicesenter)

2.4 Aktsemndskart for flaum

NVE har utarbeidd og presentert aktsemndskart for flaum på atlas.nve.no som syner kva område som kan vere utsett for flaum. Aktsemndsområda er generert basert erfaringstal for norske vassdrag som vert kombinert med ein terrenghmodell. Aktsemndskarta er som oftast overestimert, og ei meir detaljert kartlegging vil som regel redusere aktsemndsområda si utstrekning. Figur 6

viser at deler av planområdet ligg innanfor aktsemdsområde for flaum. Årsaka til dette er at det er estimert ei vasstandsstigning på 5,15 m i Sesselva.



Figur 6: Aktsemdkartet viser at deler av planområdet ligg innanfor aktsemdsområde for flaum. Kjelde: atlas.nve.no og Statens kartverk.

2.5 Eksisterande flaumfarevurderinger

Vi kjenner ikkje til at det tidlegare er utført flaumfarevurderinger langs Sesselva.

3. Fastsetjing av flaumstorleikar

3.1 Metode

Det er ingen målestasjonar for vassføring i vassdraget som ein kan utføre flaumfrekvensanalysar på. For nedbørfelt i med areal mindre enn 60 km^2 er det tilrådd å bruke nasjonalt formelverk for flaumberekningar i små felt (NIFS, Ref-3). Ein bør i tillegg samanlikne med andre metodar. I dette dømet er RFFA-2018 og flaumfrekvensanalysar frå samanliknbare felt nytta.

3.1.1 Nasjonalt formelverk for flomberekningar i små felt (NIFS)

For å fastsetje flaumstorleikar i vassdraget er det mellom anna utført berekningar med nasjonalt formelverk for flomberekningar i små felt (Ref-4). Formelverket bereknar middelflaum og vassføringar med høgare returperiodar, direkte på kulminasjonsverdiar for små ($< \text{ca. } 50 \text{ km}^2$) uregulerte felt i Norge og er basert på regresjonsanalysar. Formelverket er testa på meir enn 4000 nedbørdfelt. Inngåande parameter er feltarealet, normalavrenning og effektiv sjøprosent. I følgje formelverket er middelflaumen (Q_M) gitt ved:

$$(1) \quad Q_M = 18.97 Q_N^{0.864} e^{-0.251\sqrt{A}_{SE}}$$

der Q_N er nedbørdfeltets normalavrenning (m^3/s), henta frå NVE sitt avrenningskart i perioden 1961 – 90, A_{SE} er den effektive sjøprosenten og e er eit grunntal.

Vekstkurva er gitt ved:

$$(2) \quad Q_T/Q_M = 1 + 0.3808 \times q_N^{-0.137} [\Gamma(1+k)\Gamma 1 - k] - (T-1)^{-k} / k$$

der q_N er normalavrenninga ($\text{l/s} \times \text{km}^2$) i perioden 1961-1990 henta frå avrenningskartet, Γ er gammafunksjonen, T er gjentakingsintervall og k er ein konstant som er gitt ved:

$$(3) \quad k = -1 + 2 / [1 + e^{0.391 + 1.54 * A_{SE}/100}]$$

Tabell 3 viser resultata frå flaumberekning ved bruk av nasjonalt formelverk for små nedbørdfelt.

Tabell 3: Resultat frå flaumberekning ved nasjonalt formelverk for små felt.

	Q _M		Q ₂₀		Q ₂₀₀	
	m ³ /s	l/s*km ²	m ³ /s	l/s*km ²	m ³ /s	l/s*km ²
Sesselva	22,6	881	37,2	1452	58,4	2280

3.1.2 Regional flaumfrekvensanalyse (RFFA_2018)

NVE publiserte i 2020 rapporten *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (Ref-1). Føremålet med denne rapporten er å tilrå metodar for å berekne dimensjonerande flaum basert på lokale flaumdata samt å utvikle likningar for å berekne medianflaum, vekstkurve og forholdstal mellom kulminasjonsflaum og døgnmiddelflaum i felt utan målestastikk. I samband med

denne rapporten er det nytta data frå 529 vassføringsstasjonar (inkl. felteigenskapar), og utarbeida regresjonslikningar frå ein regional modell (RFFA_2018). Likningane er implementert i NEVINA. RFFA_2018 er best eigna for felt som ser større enn 60 km^2 og vil derfor berre verte nytta som samanlikningsgrunnlag i denne rapporten. Tabell 4 summerer opp resultata frå RFFA_2018. Flaumverdiane er inkludert ein kulminasjonsfaktor på 1,57. Kulminasjonsfaktoren er henta frå NEVINA.

Tabell 4: Resultat frå flaumberekning med RFFA_2018. Flaumstorleikane er henta frå NEVINA og er inkludert ein kulminasjonsfaktor på 1,57.

	Q_M		Q_{20}		Q_{200}	
	m^3/s	$1/\text{s} \cdot \text{km}^2$	m^3/s	$1/\text{s} \cdot \text{km}^2$	m^3/s	$1/\text{s} \cdot \text{km}^2$
Sesselva	23,2	908	39,3	1533	54,5	2128

3.1.3 Flaumfrekvensanalysar og samanliknbare felt

Det er ingen målestasjonar for vassføring i Sesselva, og det er derfor sett på frekvensanalysar på samanliknbare felt i nærleiken. Stasjonane er valt ut i frå feltstorleik, effektiv sjøprosent, normalavrenning og plassering. Flaumfrekvensanalysane er utført i flaumanalyse-modulen i Hydra II.

104.23.0 Vistdal og 103.20.0 Isa v/Morstøl bru er har temmeleg lik effektiv sjøprosent, men felta er noko større. Normalavrenninga ved Vistdal samsvarar bra med Sesselva, medan den er noko høgare ved Isa v/Morstøl bru. Begge samanlikningsstasjonane har lange måleseriar, og har vore aktive sidan byrjinga av 70-talet. Det statistiske grunnlaget er dermed bra.

Flaumfrekvensanalysane er utført på døgnmiddeleverdiar. For å beregne kulminasjonsflaum, er formelverk frå RFFA_2018 nytta. Kulminasjonsfaktoren er berekna til 1.45 for 104.23.0 Vistdal og 1.51 for 103.20.0 Isa. Tabell 4 summerer opp resultata frå flaumfrekvensanalysane, samanlikna med resultata frå NIFS og RFFA_2018. Flaumverdiane er gjeve som kulminasjonsflaumar. Flaumfrekvenskurver er vist i Vedlegg 1.

Flaumfrekvensanalysane viser generelt noko lågare spesifikke flaumar enn resultata frå NIFS og RFFA_2018. Dette er naturleg sidan spesifikke flaumar ofte minkar med aukande feltstorleik. Ser ein på vekstfaktorane samsvarar 103.20.0 svært bra med resultata frå NIFS og RFFA_2018, medan Vistdal har noko lågare vekstfaktor. Dette kan knytast til storleiken på feltet. Alt i alt ser samanlikningsstasjonane ut til å samsvare relativt bra med resultata frå NIFS og RFFA_2018.

Tabell 5: Feltkarakteristikkar og resultat frå flaumfrekvensanalysar frå samanliknbare målestasjonar. Flaumverdiane er gjeve som døgnmiddel. Resultat frå NIFS og RFFA_2018 står oppført for samanlikning.

Målestasjon	Måle-periode (år)	Felt-areal (km^2)	Eff. sjøprosent	Høgde-intervall (moh.)	Normal-avrenning ($1/\text{s} \cdot \text{km}^2$)	Q_M $1/\text{s} \cdot \text{km}^2$	Q_{20}		Q_{200}	
							Q_M/Q_{20}	$1/\text{s}^* \text{km}^2$	Q_M/Q_{200}	$1/\text{s}^* \text{km}^2$
104.23.0 Vistdal	1975-dd (1976)*	66,5	0,16	46-1516	58,5	739	1,56	1153	2,16	1589

103.20.0 Isa v/Morstøl bru	1972-dd (1972)*	44,4	0,24	110-1724	68,8	741	1,68	1245	2,47	1830
Sesselva (Nevina)	-	25,6	0,20	0-1239	54,5	880	1,65	1451	2,59	2280
Sesselva RFFA_2018	-	25,6	0,20	0,1239	54,5	907	1,68	1533	2,34	2121

* Findata i parentes

3.2 Usikkerheit i flaumberekningane

Flaumberekningane for Sesselva viser relativt bra samsvar med samanlikningsfelta, men det er likevel knytt ein del usikkerheit med flaumberekningar, spesielt i felt utan målestasjonar. Dette er teke omsyn til i den hydrauliske modelleringa (Kap. 4), der det er gjort ei sensitivitetsanalyse ved å auke flaumstorleikane med 20%.

3.3 Val av dimensjonerande flaumstorleik

Det er utført flaumberekningar med NIFS og RFFA_2018 som er samanlikna med flaumfrekvensanalysar i samanliknbare felt. Flaumfrekvensanalysane viser bra samsvar med flaumberekningane. Resultata frå NIFS viser om lag same flaumstorleik ved årsflaum og 20-årsflaum, og noko større ved 200-årsflaum. Årsaka til dette er at vekskurva ved bruk av NIFS normalt er brattare enn vekskurva ved bruk av RFFA_2018.

RFFA_2018 er meint for felt som er større enn 60 km^2 , medan NIFS er eigna for felt som er $1-60 \text{ km}^2$ og Sesselva ligg dermed innanfor gyldigheitsintervallet til NIFS. Sidan resultata frå metodane og flaumfrekvensanalysane frå samanlikningsfelta samsvarar bra, legg vi resultata frå NIFS til grunn for fastsettjing av dimensjonerande flaumstorleik.

Tabell 6: Berekna flaumstorleikar i Sesselva ved planområdet. Dimensjonerande flaum er lagt til eit klimapåslag på 40 %.

Elv	$Q_M (\text{m}^3/\text{s})$	$Q_{20} (\text{m}^3/\text{s})$	$Q_{200} (\text{m}^3/\text{s})$
Sesselva	22,6	37,2	58,4
Sesselva, inkl. klima	31,6	52,0	81,7

4. Hydraulisk modellering

4.1 HEC-RAS - Metode

For å rekne ut vasstanden og areal som kan verte flauma over i planområde, er det hydrauliske modelleringsverktyet Hec Ras 5.0.7 nytta. Programmet er utvikla av det amerikanske forsvarsdepartementet og første versjon vart ut i 1996.

Programmet kan modellere både 1-dimensjonalt (1D) og 2-dimensjonalt (2D). Ein 1D-modell bereknar vasstandar og vasshastigheitar basert på forenkla elvegeometri ved tverrprofil over elva, medan ein 2D-modell bereknar vassdjup og vasshastigheiter i horisontale retningar.

Det er utarbeida terregmodell basert på tilgjengeleg laserdata. I dette prosjektet, er det nytta laserdata frå prosjekt Haram Skodje Ørskog Vestnes 2015 som har ein punktettleik på 2 pkt/m². I tillegg er det gjort oppmåling av lysopning ved bilvegbrua langs Daugstadvegen som går gjennom planområdet.

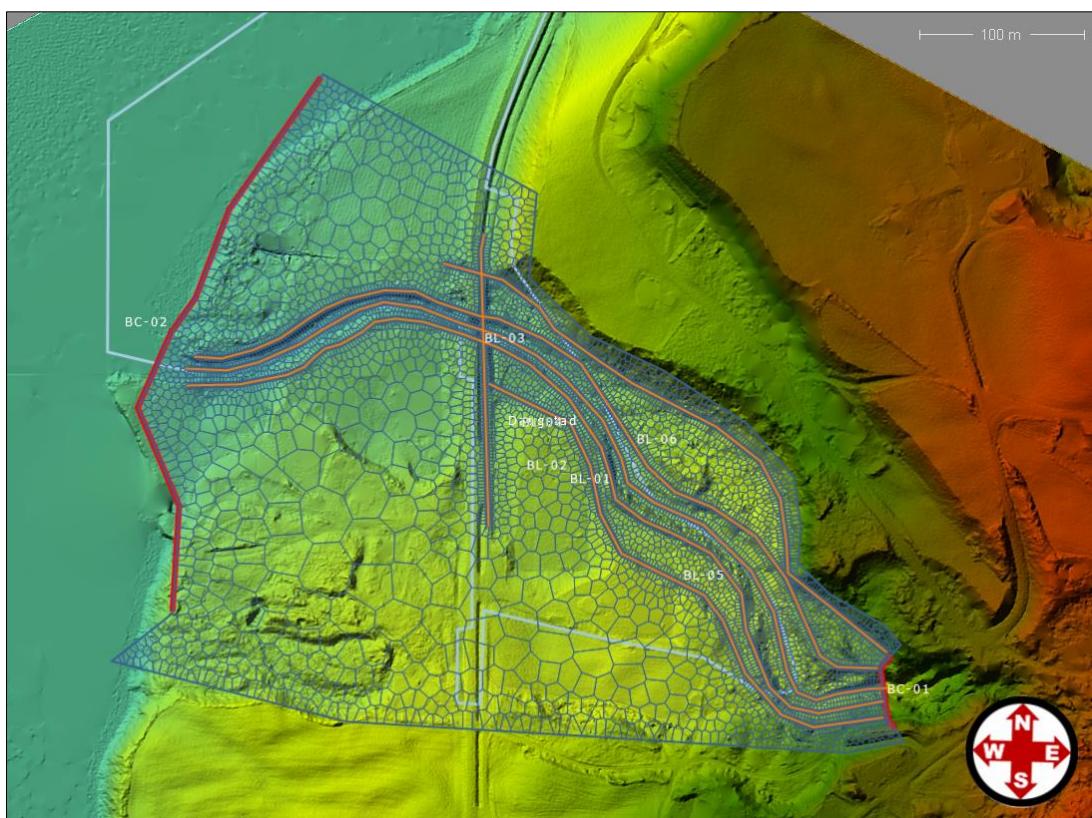
I dette prosjektet er det utarbeidd ein hydraulisk 2D-modell. Modellen er utarbeidd med varierande cellestorleik på «*mshet*» (*adaptiv mesh*), der modellen bereknar den optimale storleiken på cellene. I områder med store terregendringar, som t.d. elvekantane, elva osb., er det lagt inn «*breaklines*» med fast cellestorleik på 0,5 m. Som oppstraums grensevilkår er terregngradienten nytta, og som nedstraums grensevilkår er 1-årsstormflo i Tresfjorden nytta.

2D-modellar tek ikkje omsyn til konstruksjonar som bruar og kulvertar. Det er derfor utarbeidd ein eigen 1D-modell for brua langs Daugstadvegen.

Ein viktig parameter i modellane, er elva og kringliggende terren si ruheit. Ruheita vert gjeve som Mannings-tal. Verdiane som er nytta er henta frå litteraturen (Ref-6), og overflatetypane er henta frå observasjonar gjort under synfaringa, flybilete og FKB-data. Tabell 7 viser Manningstala som er nytta.

Tabell 7: Manningstal nytta i den hydrauliske modellen.

Overflate	Manningstal
Elveløp	0,045
Dyrka mark	0,03
Skog	0,06
Bebygd område	0,03



Figur 7: 2D-modell over analyseområdet. Cellestorleiken vert generert utifrå kor store terregendringane er. Langs elv, elvekantar og andre terregendringar, er cellestorleiken mindre.



Figur 8: Bru for Daugstadvegen over Sesselva. Det er utarbeidd ein eigen 1D-modell for denne bruua.



Figur 9: Flaumløp like nord for bruа på førre figur. Lysopninga er på om lag 2x2 m.

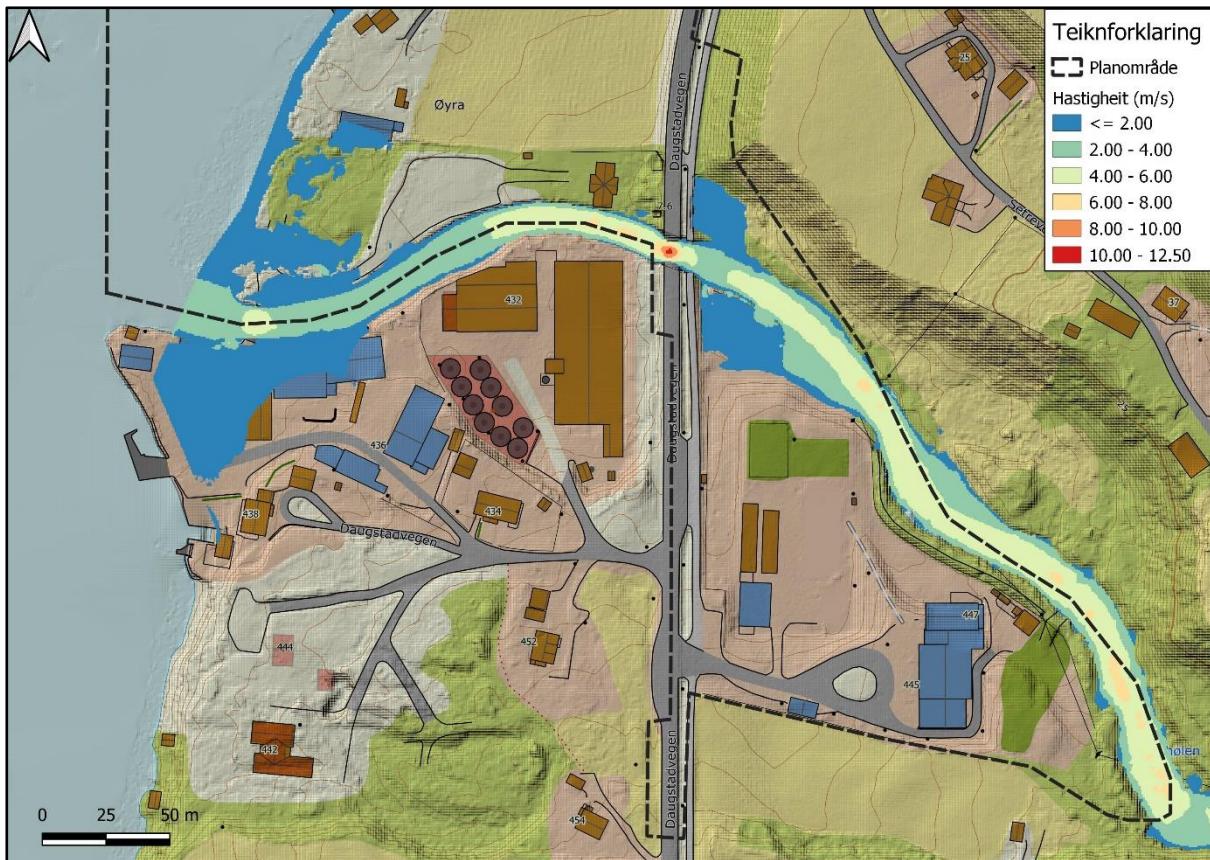
4.2 Resultat

Den hydrauliske modelleringa viser at Sesselva har kapasitet til å håndtere ein 20-årsflaum, med unntak av eit mindre område like før utløpet i Daugstadbukta. Ved 200-årsflaum vil også eit område oppstraums for bilvegbrua kunne verte fløyma over.

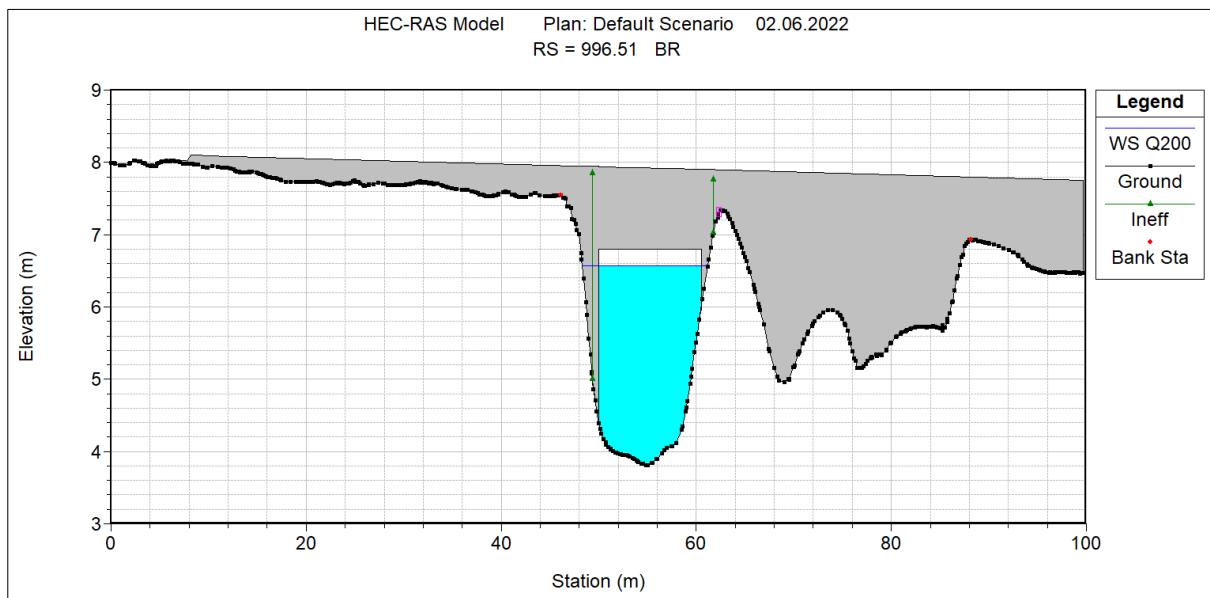
2D-modellen berekner også vasshastigheiter. Figur 10 viser modellerte hastigheiter ved ein 200-årsflaum. Hastigkeitene er høgst oppstraums for Daugstadvegen, kor hastigkeitene hovudsakleg ligg mellom 4-6 m/s. Nedstraums for Daugstadvegen er det noko lågare terrenggradient og hastigheit ligg mellom 2-4 m/s i nedre del og 4-6 m/s i øvre del.

Med bakgrunn i den hydrauliske modelleringa er det utarbeidd faresonekart for 20- og 200-årsflaum (Vedlegg II).

Sidan 2D-modellar ikkje tek omsyn til bruer og kulvertar, er det utarbeidd ein eigen 1D-modell for bruа langs Daugstadvegen som ligg om lag midt i planområdet. Modelleringa viser at bruа har god kapasitet til å håndtere ein 20-årsflaum. Den har også kapasitet til å håndtere ein 200-årsflaum, men marginen opp til underkanten av bruа er berre ca. 20 cm. Flaumvegen som går nord for bruа er derimot ikkje teke omsyn til, slik at den reelle kapasiteten er vesentleg høgare.



Figur 10: Modellerte vasshastigheter ved 200-årsflaum. Hastighetene er størst i midten av elveløpet oppstraums for bru.

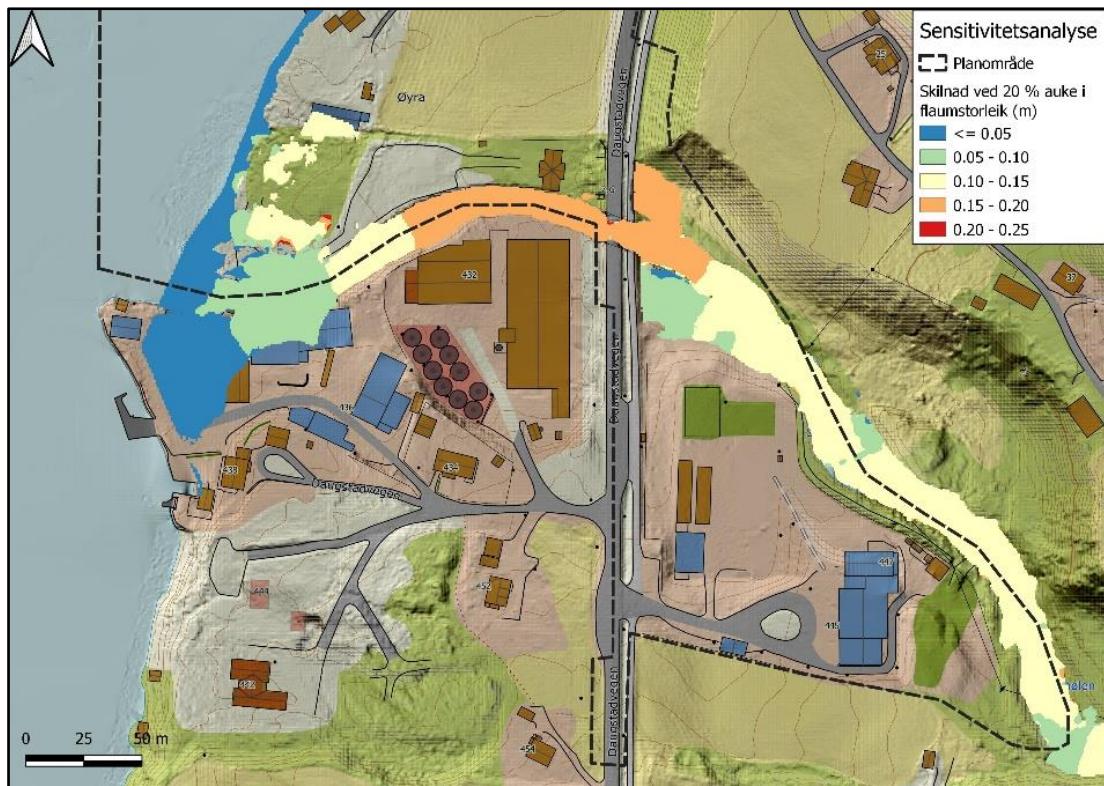


Figur 11: Modellert vasstand ved bruhaugen i området. Det er om lag 20 cm fribord ved 200-årsflaum.

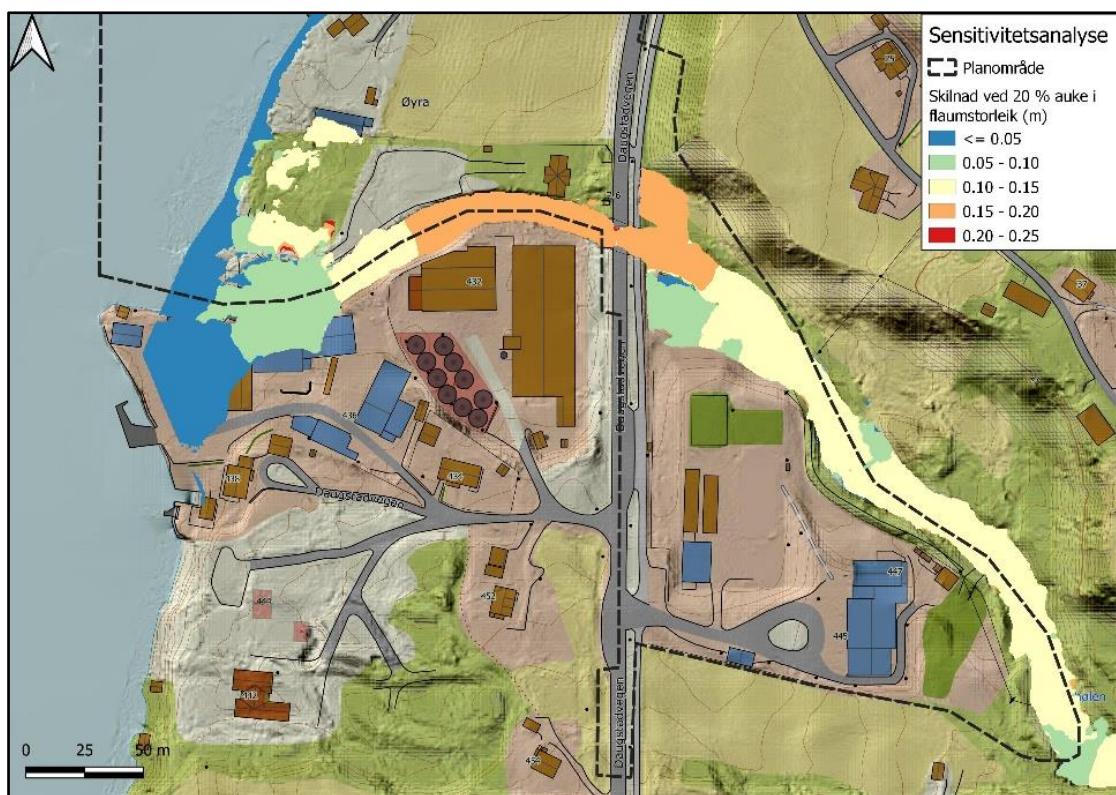
4.3 Sensitivitetsanalyse

Det er knytt ein del usikkerheit når ein utfører flaumberekningar og hydrauliske modelleringsar, som t.d. val av flaumstørleikar, kartgrunnlag og val av ruheitstal. Ein bør derfor alltid utføre sensitivitetsanalysar for å ta høgde for eventuelle feilmarginar. I dette prosjektet er det valt å

utføre ei sensitivitetsanalyse ved å auke ruheitstal og flaumstorleik med ei 20 % auke i Manningstal. Sensitivitetsanalysen viser at modellen er moderat sensitiv for endringar, og at det er om lag like endringar ved begge analysane. Størst auke er det i midtre deler av planområdet, kor vi ser ei auke på 15-20 cm. Det er ikkje utført kontrollmålingar av elvebotn med høgoppløyseleg GPS, og i slike døme er det generelt tilrådd å legge til ein tryggleiksmargin på 50 cm på berekna vasstand ved fastsetjing av trygg byggehøgde. Figur 12 og Figur 13 viser resultata frå sensitivitetsanalysen.



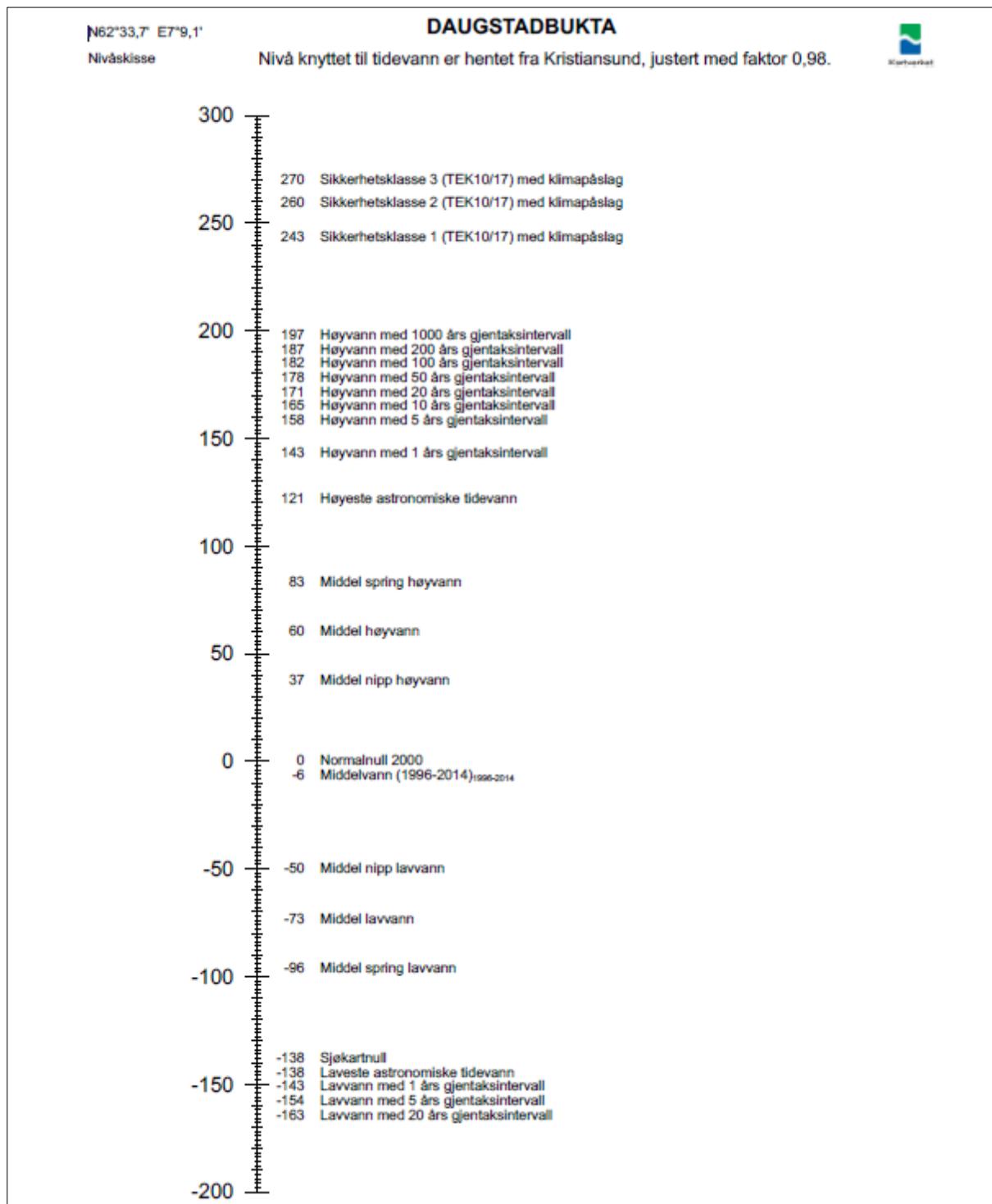
Figur 12: Auke i flaumdjup som følgje av auke i flaumstorleik på 20 %. Største auke er på 15 cm.



Figur 13: Resultat frå sensitivitetsanalyse ved å auke Manningstal med 20 %. Auken i vassdjup ligg mellom 5-10 cm.

5. Havnivå og stormflo

Vestre deler av planområdet ligg ved Daugstadbukta, kor Sesselva har sitt utløp. Langs bukta vil det vere havnivå og stormflo som gjev dimensjonerande vasstand. Det er henta ut dimensjonerande vasstand, inkludert klimapåslag for dei ulike tryggleiksklassane i TEK17 frå seahnivå.no (Figur 14). Tiltak i tryggleiksklasse F1 må ligge over 2,43 moh, og tiltak i tryggleiksklasse F2 må ligge over 2,6 moh. Dimensjonerande vasstand ved auka havnivå og stormflo er inkludert i faresonekarta for flaum (Vedlegg II).



Figur 14: Dimensjonerande vasstandar ved stormflo og havnivåstiging. Kjelde: seahnivå.no.

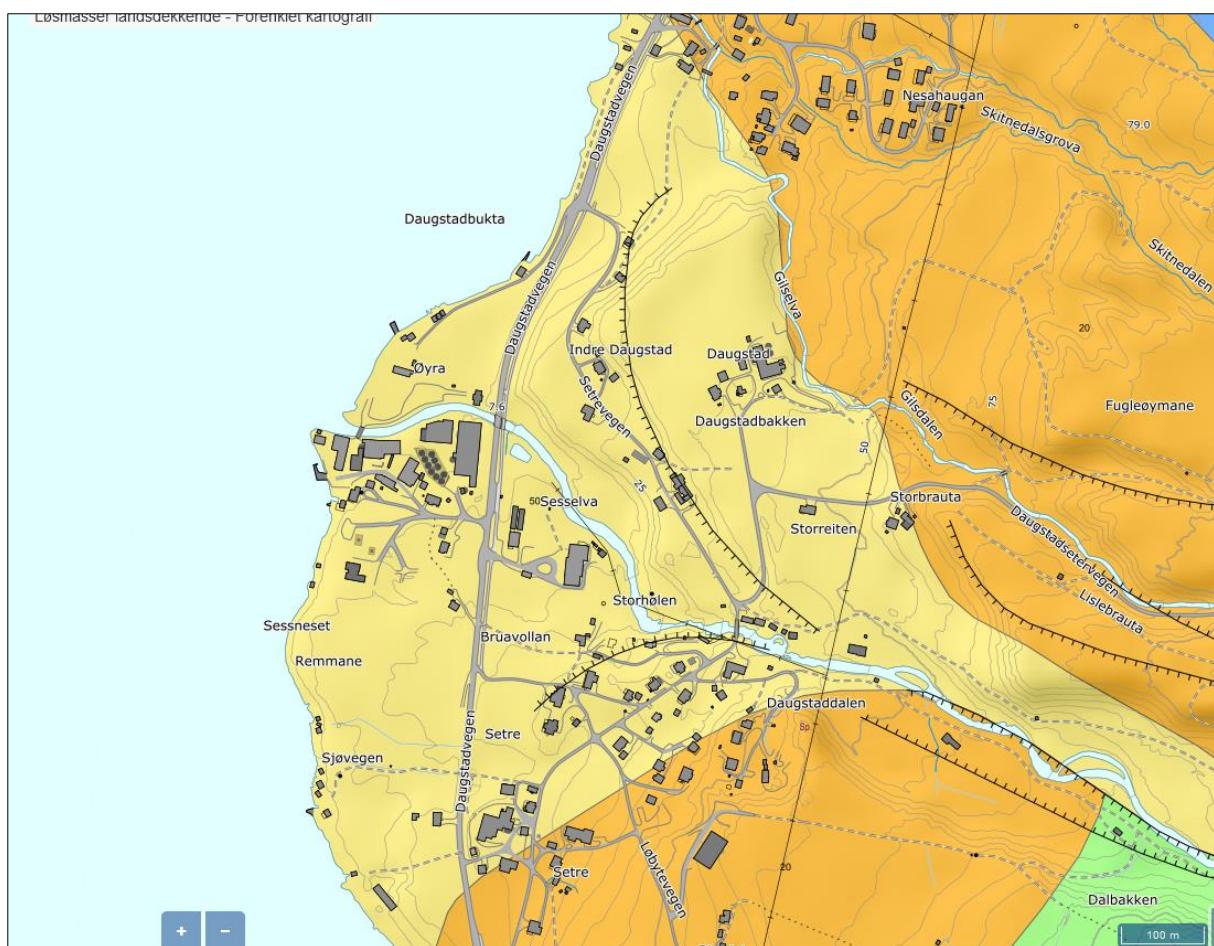
6. Vurdering av erosjonsfare

Det vart utført synfaring langs Sesselva 31. mai 2022 av Vetle Nordang frå Sunnfjord Geo Center. Oppdragsgjevar deltok i starten av synfaringa.

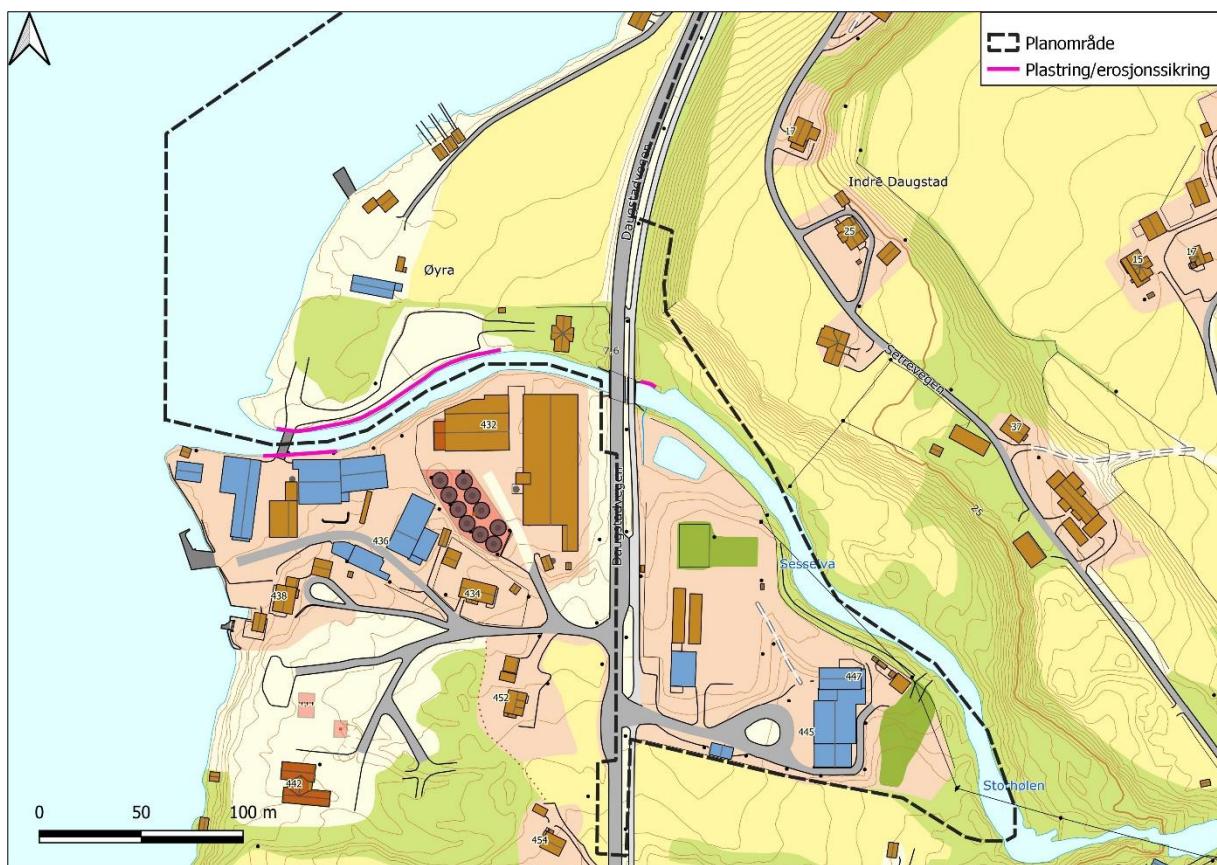
Sessneset ligg på ei elvevifte og i følgje NGU sitt lausmassekart, består lausmassane i området av bekke- og elveavsetjingar som normalt er dominert av sand og grus, samt blokker dersom elva har hatt høg energi.

Synfaringa stadfesta lausmassekartet til NGU. Elva renn i lausmassar som er dominert av store runda blokker og grus. Finare materiale enn dette ser ut til å hovudsakleg vere vaska vekk. I elveløpet oppstraums for bruа langs Dagstadvegen, kan vi ikkje sjå at det eksisterer noko elvesikring. Nedstraums for bruа er dei siste 120 m på høgre side og dei siste 50 m på venstre side plastra.

Dei store blokkene som ligg i elveløpet og langs sidene bremsar til ein viss grad strøymehastigheita til elva. Der elva ikkje er sikra, spesielt på venstre side nedstraums for bruа, kan vi likevel sjå at elva har erodert. I partia der det ikkje er sikring, ligg modellert vasshastigkeit ved 200-årsflaum hovudsakleg mellom 4-6 m/s og enkelte stader opp til 8 m/s. Dette er relativt høge hastigheiter som bidreg til at elva har høg erosjonskapasitet. Dersom det først oppstår erosjon ved høg vassføring, kan dette utvikle seg til omfattande erosjon og masselagring langs elveløpet gjennom planområdet, sjølv i dei områda som i dag er sikra. I følgje TEK17 er minste avstand frå erosjonsutsett skrånning 20 m, med mindre ein bygger på fast fjell eller dersom området er tilstrekkeleg sikra mot erosjon. Sidan elva renn i eroderbare massar og sidan store deler av elveløpet ikkje er sikra mot erosjon, bør sikkerheitsona på 20 m frå toppen av elvekanten oppretthaldast langs heile elveløpet (Figur 21). Dersom ein skal bygge innanfor denne sona, bør det utarbeidast ei meir heilskapleg plan for sikring langs elveløpet.



Figur 15: Utsnitt av lausmassekart på Daugstad og Sessneset. Sessneset har ei vifteform og lausmassane består av elveavsetjingar (lys gul). Dei oransje områda består av breelvavsetjingar.



Figur 16: Oversyn over strekning som er plastra.



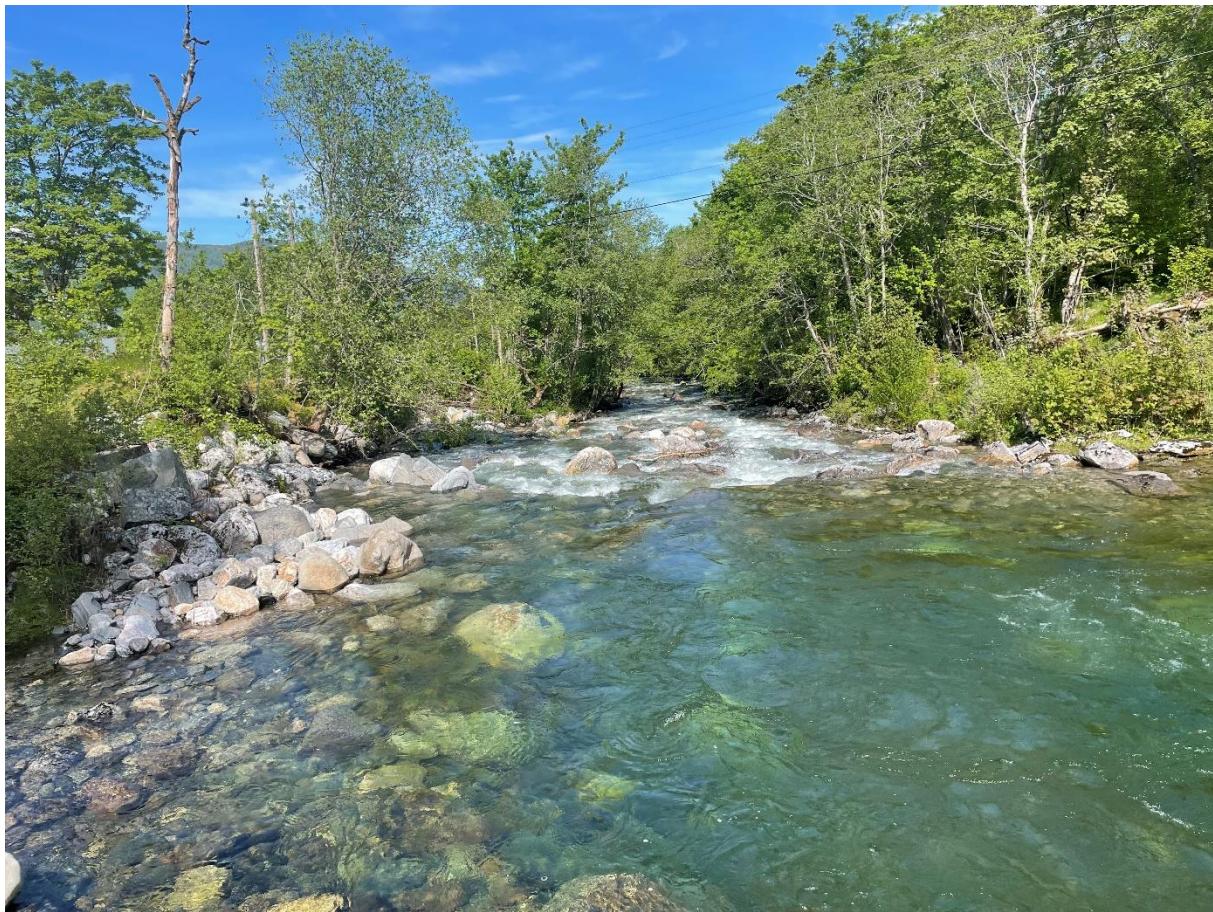
Figur 17: Bilete teke frå bruå langs Daugstadvegen. Det første stykket etter bruå er det ikke erosjonssikring langs elveløpet.



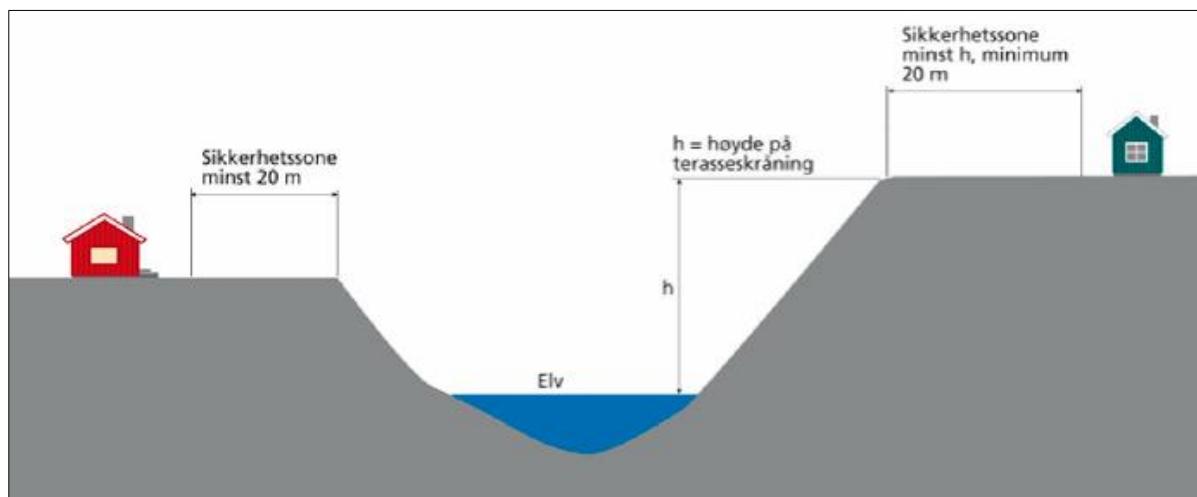
Figur 18: Erosjonssikring på venstre side av elva i nedre deler av elva. Enkelte stader er det mindre utglidingar og store holrom mellom blokkene.



Figur 19: Bilete frå Storhølen oppstraums i planområdet.



Figur 20: Øvre deler av elveløpet, like nedstraums for Storhølen.



Figur 21: Sikringssona på minst 20 m frå toppen av elveskråninga bør oppretthaldast. Ref-7.

7. Konklusjon

20- og 200-årsflaum, inkludert eit klimapåslag på 40 %, er berekna til høvesvis 52,0 og 81,7 m³/s. Flaumberekningane er gjort med bakgrunn i *Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små felt* og flaumfrekvensanalysar frå målestasjonar i utvalde felt.

HEC-RAS er nytta for utføre ei 2D-modellering av flaumutbreiing i planområdet. Modelleringa viser at Sesselva generelt har god kapasitet og at ein 20-årsflaum generelt vil halde seg innanfor elveløpet, med unntak av eit område i nedre deler av elva. 200-årsflaum vil ha noko større flaumutbreiing, og eit område oppstraums for bruva ved Daugstadvegen kan verte fløyma over. Det er også gjort ei 1D-modellering av kapasiteten til bruva langs Daugstadvegen som viser at den kan håndtere både 20-og 200-årsflaum. Det er likevel noko låg margin frå vasstanden ved 200-årsflaum til underkanten av bruva, men sidan modelleringa ikkje har tatt omsyn til det ekstra flaumløpet nord for bruva er kapasiteten vurdert til å vere tilstrekkeleg både ved 20 og 200-årsflaum.

Vestre deler av planområdet ligg ved Daugstadbukta, kor Sesselva har sitt utløp. Langs bukta og i nedre deler av elva vil det vere havnivå og stormflo som gjev dimensjonerande vasstand. Tiltak i tryggleiksklasse F1 må ligge over 2,43 moh, og tiltak i tryggleiksklasse F2 må ligge over 2,6 moh. Dimensjonerande vasstand ved auka havnivå og stormflo er inkludert i faresonekarta for flaum.

Det er også utført ei vurdering av erosjonsfaren langs elveløpet. Elva renn i eroderbare lausmassar, og det er berre nedre deler av elva som er sikra mot erosjon. SGC konkluderer med at sikringssona på minst 20 m frå toppen av elveskråninga bør oppretthaldast. Dersom ein ynskjer å bygge innanfor denne sona, bør ein utarbeide ein meir heilskapleg plan for sikring av elveløpet.

8. Referansar

- Ref-1: NVE, 2020: *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*. NVE-rapport 10/2020
- Ref-2: Norsk Klimaservicesenter, 2021: *Klimaprofil Møre og Romsdal*
- Ref-3: NVE, 2015: *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. NVE-veileder 7/15
- Ref-4: NVE, 2009: *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer i stein*. NVE-veileder 4/2009
- Ref-5: Bystøl AS, 2013: *Konsesjonssøknad for Sesselva kraftverk*
- Ref-6: Chow, V.T., 2009: *Open Channel Hydraulics*.
- Ref-7: NVE, 2022: *Sikkerhet mot flomfare – utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Høyringsdokument

Internettsider:

Kart, satellittbilete og topografiske profil:

<http://www.norgeskart.no>

<http://hoydedata.no>

Hydrologiske data:

<http://nevina.nve.no>

Klima:

<http://www.eklima.no>

<http://www.yr.no>

<http://www.senorge.no>

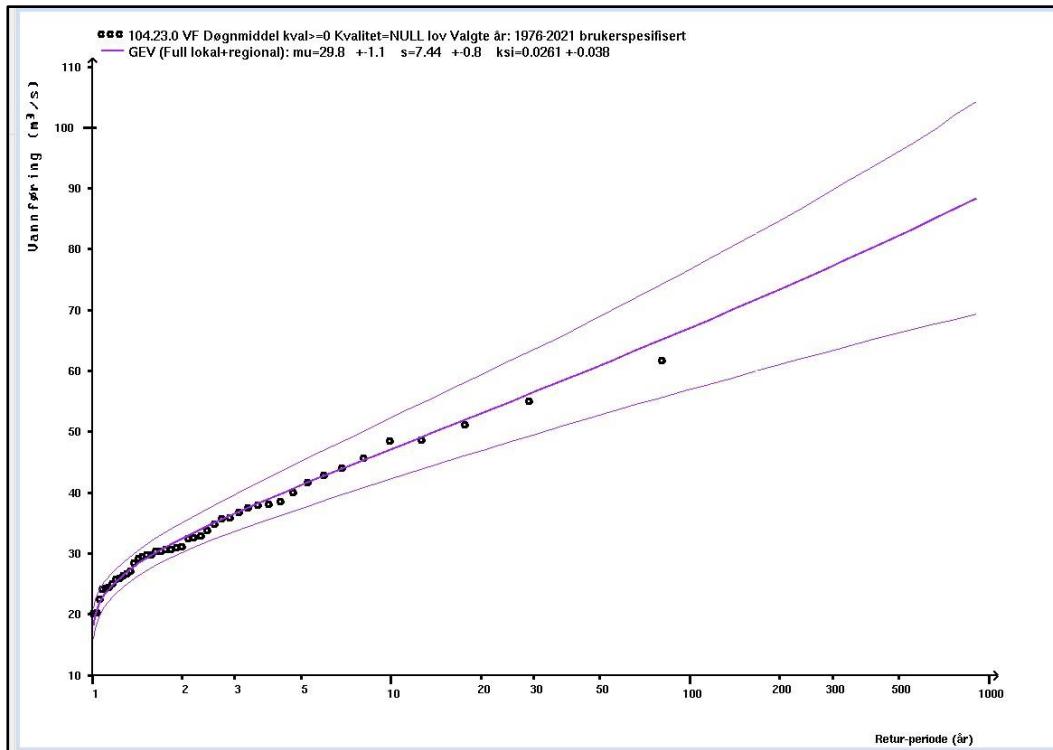
<http://klimaservicesenter.no>

Føreskrifter:

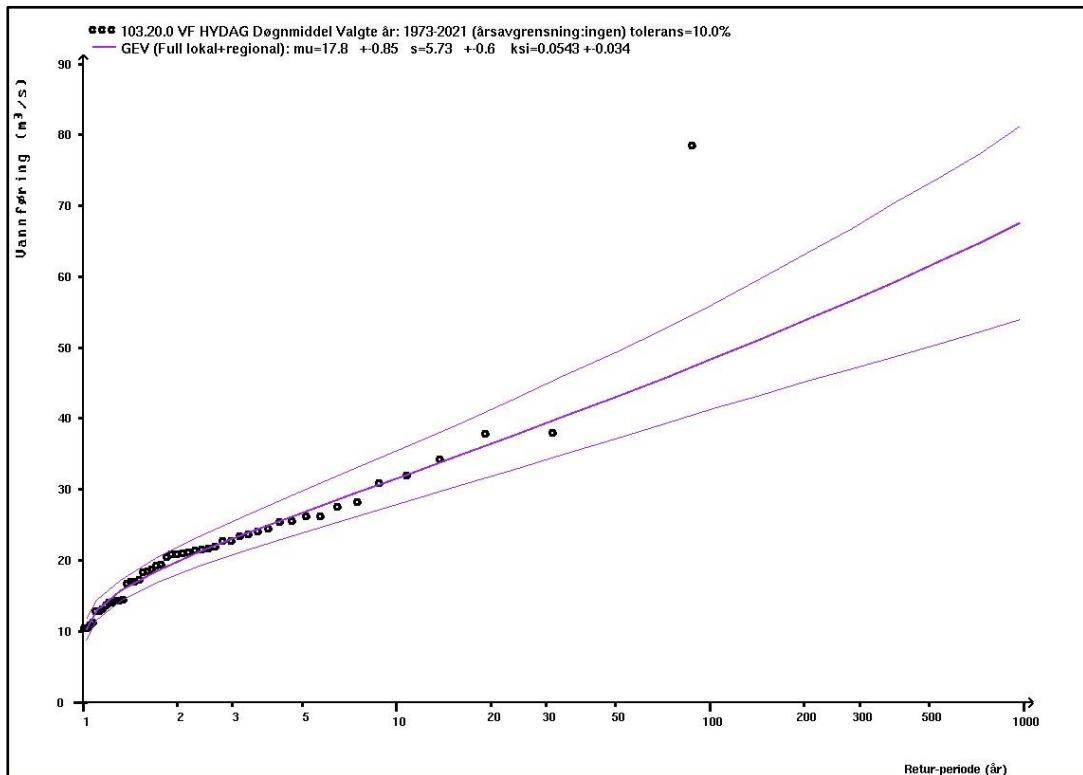
<http://www.lovdata.no>

9. Vedlegg

9.1 Vedlegg 1 – Flaumfrekvensanalyse



Figur 22: Flaumfrekvensanalyse frå stasjon 104.23.0 Vistdal.



Figur 23: Flaumfrekvenskurve ved 103.20.0 Isa v/Morstøl bru.

9.2 Vedlegg 2 – Faresonekart

