



Delprosjekt Øystese

Flaumsonekart

Kjartan Orvedal

84
2015



R
A
P
P
O
R
T

Delprosjekt Øystese

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Kjartan Orvedal

Forfattere: Camilla Meidell Roald

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 15 stk

Forsidefoto: Bilde tatt ved lav vannføring i oppstrøms

ISBN 978-82-410-1135-1

Sammendrag: Det er utarbeidd flaumsonekart for Øysteseelvi ved Øystese, frå utløp i fjorden til Sjusetevegen 67. Flaumsonekarta syner dagens tilstand, samt 200årsflaumen i år 2100, som følge av forventa klimaendringar. Karta er basert på flaum-, flaumvasstands- og flaumsoneutrekningar. Flaumutrekninga er basert på beste tilgjengelige historiske data, medan klimaframskrivingane tek utgangspunkt i hydrologiske modellar for lokale nedbørsfelt kopla mot klimamodellar for framtidig klima. Utrekningane er utført med modellverktøyet Hec-Ras v.4.1.0.

Emneord: Øystese, Øysteseelvi, Kvam, flaum, flaumutrekning, vasslineutrekning, flaumsonekart, klima

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

2015

Føreord

Eit nasjonalt kartgrunnlag – flaumsonekart – er under etablering for dei vassdraga i Noreg som har størst skadepotensial. Hovudmålet med kartlegginga er forbetra arealplanlegging, byggesakshandsaming og beredskap i flaumutsette område, slik at skadane ved flaum blir redusert.

Kartlagt strekning er Øysteseelvi frå utløp i fjorden til Sjusetevegen 67, ei strekning på totalt 1.0 km. Grunnlaget for flaumsonekarta er terrengmodell, tverrprofil, flaumutrekningar og vasslineutrekningar.

Ein særleg takk til Kvam herad, for nyttige innspel ved kontroll av førebels kartmateriale.

Flaumsonekarta er eit viktig verktøy for forvaltninga av areal i flaumutsette område.



Anne Britt Leifseth

Avdelingsdirektør



Eli K. Øydvin

Seksjonssjef

Samandrag

Rapporten inneheld detaljar kring flaumsonekartlegging for Øysteseelvi ved Øystese, Kvam herad. Strekninga som er kartlagt er frå Steinhus til utløp i sjø. Det er laga flaumsonekart for 20-, 200- og 1000-årsflaumen, samt 200-årsflaumen i eit endra klima i år 2100. Alle topografiske data er oppgitt i NN2000.

Grunnlaget for flaumsonekarta er terrengmodell, tverrprofil, flaumutrekningar og vasslineutrekningar. Modellen har 1 års stormflo som nedre grensevilkår og er basert på beste tilgjengelige klima-, terreng- og flaumdata. Klimaframskrivingane syner ein 20 prosent auke i flaumvassføringane fram mot år 2100. Bakgrunnen for dette er at Øysteseelvi har eit lite nedbørfelt som er dominert av regnflaumar. Klimaframskrivingar syner at får meir kortvarig intensiv nedbør, som små nedbørsfelt er spesielt sårbare for. Framskrivningane syner at dagens 1000-årsflaum vil vere ein 200-årsflaum i år 2100, som følge av klimaendringar.

Flaumutrekninga for Øysteseelvi er basert på vassføringsobservasjonar frå målestasjonar i nærliggande nedbørsfelt. Datagrunnlaget for flaumutrekningane er godt. Det er utført vasslineutrekningar for middelflaum og h.v. 10-, 20-, 50-, 100-, 200-, 500- og 1000-årsflaum. Ved stor flaum kan elva rive med seg vegetasjon og lause gjenstandar langs elva. Dette kan medføre tilstopping av bruopningar med påfølgjande oppstuvning og overfløyning. Under flaumhendingar er det difor viktig at kommunen inspiserar bruer og kulvertar, for kontinuerlig å vurdere faren for tilstopping. Erosjon og masseavlagring i forbindelse med store flaumar, vil også påverke uvisse i utrekningane.

Spesielt for delprosjekt Øystese er at vassdraget på modellert strekning har høge vasshastigheiter med raske retningsendringar, samt flaumløp. På delar av strekninga er elva svært turbulent ved flaum, som kan medføre at ein kan få luftinnblanding. Utrekningar NVE har utført, syner at tryggleiksmarginen tek i vare usikkerheita som følge av luftinnblanding, jf. Kapittel 3.5. Dei største overfløyningane får ein ved Storeholmen Vta AS ved ein 20årsflaum. Skadepotensialet er i hovudsak tatt ut ved ein 200årsflaum. Overfløyningane som følge av 1000årsflaum tilsvarar klimaframskrivingane, unntatt for auken i havnivå i år 2100. Det er 5 bruer på kartlagt strekning, der 3 av bruene er modellert. Utrekningane syner at alle modellerte bruer på kartlagd strekning har gunstig hydraulisk plassering, men at dei likevel har for låg hydalisk kapasitet for ein 200-årsflaum.

Flaumsoneanalysa er utført med GIS og resultata overleverast digitalt. Vasstandane innanfor flaumsona presenterast som tverrprofil, der kvart tverrprofil er knytt til ein tabell med vasstandsnivå for ulike gjentaksintervall.

I kommuneplanen kan ein nytte flaumsonekarta direkte for å identifisere område som ikkje bør byggast ut, utan nærmare vurdering av faren og moglege tiltak. I reguleringsplanar og ved dele- og byggesakshandsaming, er det viktig å vere klar over at også flaumsonekarta har avgrensa grannsemd. Spesielt i områda nær flaumsonegrensa, er det viktig at høgda på terrenget sjekkast mot dei utrekna flaumvasshøgdene. Primært må ein ta utgangspunkt i utrekna vasstander, og kontrollere terrenghøgda i felt mot desse. Ein må spesielt huske at for å unngå flaumskade, må dreneringa til eit bygg ligge slik at avløpet fungerer under flaum.

Ein tryggleiksmargin bør alltid leggst til ved praktisk bruk. For delprosjekt Øystese tilrår NVE at ein nyttar ein tryggleiksmargin på 40cm.

Område som er utsett for flaumfare skal avsettast som *omsynssone – flaumfare* på arealplankart, og det skal knytast føresegner til området som avgrensar eller set vilkår for arealbruken (t.d. rekkefølgekrav). Dette kan gjerast ved at det ikkje vert tillatt å etablere ny busetnad lågare enn nivå for ein 200-års flaum, med mindre det vert utført tiltak som sikrar busetnaden mot flaum. Kommunen må vurdere om omsynssona òg skal omfatte område som vert overfløymt ved 200-årsflaum i eit endra klima. Dette vert tilrådt m.a. fordi kommunen må legge denne kunnskapen til grunn ved handsaming av framtidige søknader om byggeløyve. Flaumsonene kan også nyttast til å planlegge beredskaps- og tryggingstiltak; som evakuering og bygging av vollar.

Innhold

1	Innleiing	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Avgrensing av prosjektet	1
1.3	Flaumsonekart og klimaendringar	2
1.4	Prosjektgjennomføring	4
2	Metode og databehov	5
2.1	Hydrologiske data	5
2.1.1	Nedbørsfeltet	5
2.1.2	Hydrometriske stasjoner	6
2.1.3	Flaumfrekvensanalyser	7
2.1.4	Utrekning av middelflaum	8
2.1.5	Kulminasjonsvassføringar	9
2.1.6	Klimafremskrivningar	10
2.1.7	Observerte flaumar	10
2.2	Topografiske data	10
2.2.1	Tverrprofil og bruer	10
2.2.2	Terrengmodell	10
2.2.3	Kalibreiringsdata	11
2.3	Ekstremvasstander sjø	12
3	Hydrauliske utrekningar	13
3.1	Spesielt om delprosjekt Øystese	13
3.2	Flaumløp	13
3.3	Grensevilkår	14
3.4	Kalibreiring av modellen	14
3.5	Luftinnblanding	14
3.6	Vassline	14
3.7	Særskilt om bruer	16
3.8	Ekstremvassanalyse	18
3.9	Sensitivitetsanalyse	19
3.10	Vassfart	19
4	Flaumsonekart	21
4.1	Resultat frå flaumsoneanalysa	21
4.1.1	20-årsflaum	21
4.1.2	200-årsflaum	21
4.1.3	1000-årsflaum	21
4.1.4	200-årsflaum med klimaendringar i år 2100	21
4.1.5	Kartplott	21
4.2	Lågpunkt	28
4.2.1	Korleis lese flaumsonekartet?	28
4.2.2	Kartprodukt	29
5	Uvisse	30
5.1	Flaumutrekning	30

5.2	Hydrauliske utrekningar	30
5.3	Ekstremvasstand sjø	30
6	Andre faremoment i området	32
6.1	Is og isgang	32
6.2	Massetransport, erosjon og sikringstiltak	32
6.3	Område med fare for vatn i kjeller	33
6.4	Andre farekart.....	33
7	Rettleiing for bruk	34
7.1	Arealplanlegging og byggjesaker - bruk av flaumsonekart	34
7.2	Korleis forholde seg til vassfart?	34
7.3	Flaumvarsling og beredskap – bruk av flaumsonekart.....	35
7.4	Korleis forhaldea seg til usikre moment på kartet?	36
7.5	Generelt om gjentaksintervall og sannsyn	36
8	Referansar	38

Vedlegg kartprodukter

Digitale kartprodukter:

Flaumsone for 20-, 200- og 1000-årsflaum, samt 200-årsflaumen i eit endra klima.

1 Innleiing

Hovudmålet med kartlegginga er å betre grunnlaget for vurdering av flaumfare til bruk i arealplanlegging, byggjesakshandsaming og beredskap mot flaum. Kartlegginga vil også gi betre grunnlag for flaumvarsling og planlegging av flaumsikringstiltak.

1.1 Bakgrunn

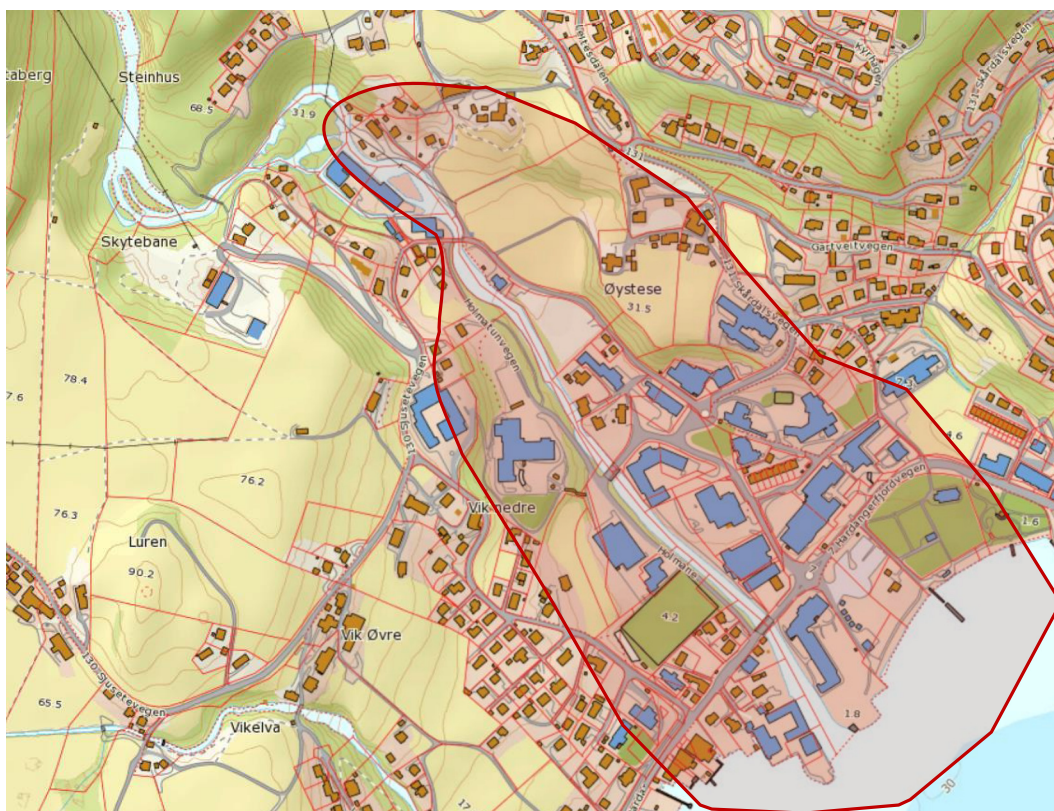
Etter den store flaumen på Austlandet i 1995, kjent som Vesleofsen, vart det etablert eit Flaumtiltaksutval, (NOU 1996:16). Utvalet tilrådde at det vert etablert eit nasjonalt kartgrunnlag – flaumsonekart – for vassdraga i Noreg som har størst skadepotensial¹. Utvalet tilrådde ei detaljert digital kartlegging.

I Stortingsmelding nr 15 (2011-2012)², vart det gjort klart at regjeringa ville vidareføre satsinga på flaumsonekart frå Stortingsmelding nr 42 (1996-97)³. Regjeringa held fast på at styring av arealbruken er det absolutt viktigaste tiltaket, for å halde risikoen for flaumskadar på eit akseptabelt nivå. Stortingsmeldinga slår fast at ved nykartlegging og ajourføringar, skal også endringar som følgje av klimaframskriving takast med.

Med grunnlag i Stortingsmelding 42, vart det i 1998 satt i gang eit 10-årsprosjekt for flaumsonekartlegging i regi av NVE. Totalt har NVE sidan 1998 gjennomført detaljert flaumsonekartlegging av omlag 140 vassdragsstrekningar. Nær halvparten av dei kartlagde strekningane munnar ut i sjøen. For desse utløpsområda er overfløyning som følgje av stormflo også kartlagt. Arbeidet med detaljert flaumsonekartlegging er vidareført som del av forvaltinga frå og med 2008.

1.2 Avgrensing av prosjektet

Kartlagt område omfattar Øysteseelvi frå Sjusetevegen 67 til utløp i sjø, ei strekning på om lag 1,0 km. Prosjektet er i hovudsak avgrensa til dei tettbygde områda langs vassdraget. Vasstander i sidebekker og overfløyning som følgje av flaum i desse, vurderast ikkje. Grunnlaget for flaumsonekarta er terrengmodell, tverrprofil, flaumutrekningar og vasslineutrekningar. Kart som syner avgrensing av prosjektet er vist i Figur 1-1.



Figur 1-1: Oversikt over kartlagt område. Vasslinjemodellen er avslutta ovanfor Sjusetevegen 67 (Storeholmen Vta AS).

Det er primært overfløymd areal som følgje av naturleg høg vasstand som vert kartlagt. Verknaden av andre vassdragsrelaterte faremoment som isgang, erosjon og utrasing er ikkje gjenstand for tilsvarende analyser, men kjente problem av denne art er omtalt i tilknytning til flaumsoneprosjektet, jamfør kapittel 6 Andre faremoment i området.

1.3 Flaumsonekart og klimaendringar

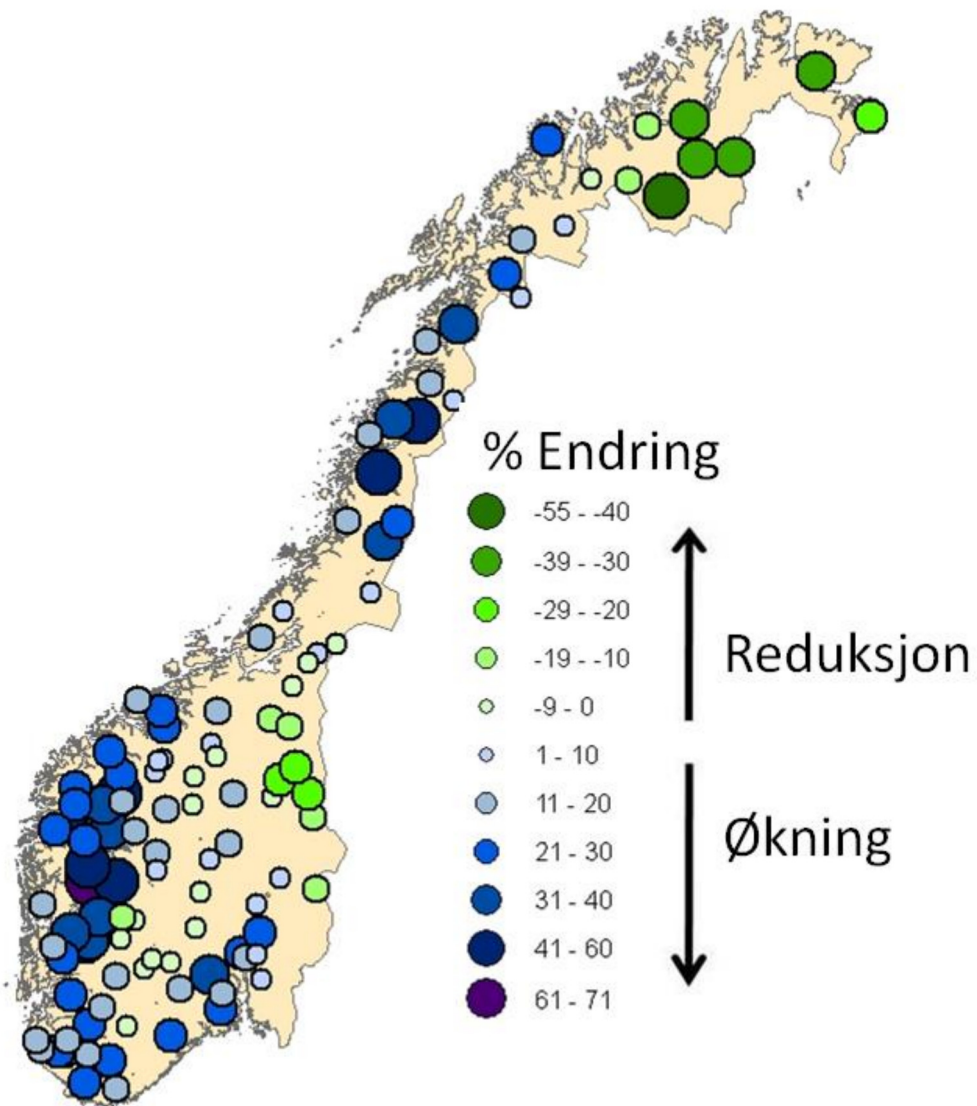
NVE utarbeider flaumsonekart med grunnlag i flaumutrekning og vasslineutrekning, i tillegg verdt det teke omsyn til stormflo for strekningar med utløp i sjø. Utrekningane av flaumstorleik og stormflo er basert på historiske data. Klimaframskrivingar er basert på resultat frå modeller for dagens og framtidig klima, som gir forventa endring i til dømes 200-årsflaum i år 2100. Alle utrekningar er utført med utgangspunkt i det beste av data pr. dag dato.

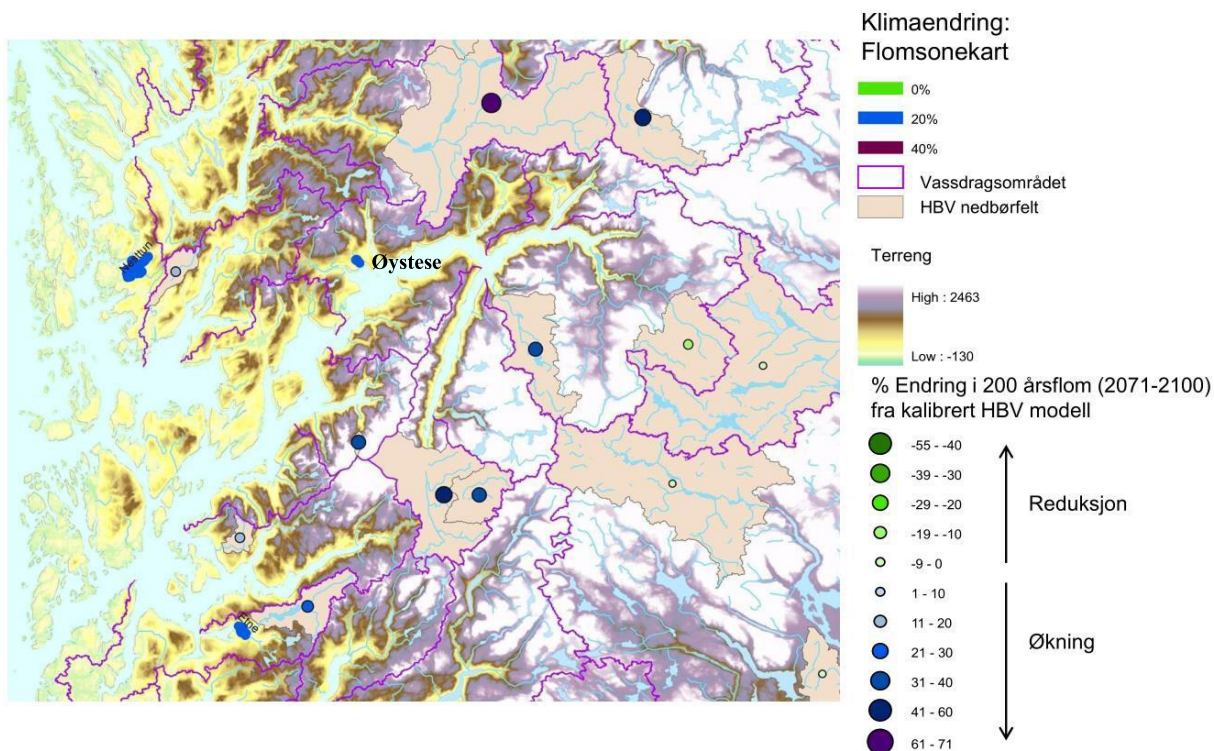
NVE har for 115 nedbørfelt fordelt over heile landet, estimert forventa endring i 200- og 1000-årsflaum fram mot slutten av dette århundre. Utrekningane⁴ er basert på fleire tilgjengelige klimaframskrivingar, kalibrerte hydrologiske modeller og flaumfrekvensanalysar. Utrekna endring i 200-årsflaum er prosentvis endring mellom 1961-1990 og 2071-2100. Den fullstendige analysa inneheldt 8000 scenario for kvart nedbørfelt, der medianverdien av alle resultata er presentert klimaendring. Medianverdi er den midtarste verdien i ei talrekke.

Generelt er det forventa at ekstremnedbør og regnflaumar kjem til å auke i heile landet, medan snøsmelteflaumar i dei større vassdraga vil minske. Resultatet av dette er auka flaumstorleik i alle vassdrag på Vestlandet, langs kysten og i små bratte vassdrag i heile landet. Også sideelvar i små, bratte nedbørfelt vil få auka flaumstorleik, sjølv om flaumfaren i hovudelva vert redusert. I store vassdrag på Austlandet, i innlandet i Midt-Noreg, i Troms og Finnmark forventast ein reduksjon

eller lita endring. I sistnemnte gruppe vil difor eksisterande flaumsonekart gi eit tilfredsstellande grunnlag for vurdering av flaumfaren, også i forhold til framtidige flaumar. Dette gjeld likevel ikkje i munningsområda, av di havnivåstigning og aukt aktivitet i stormflo vil medføre høgna vasstander.

Effekt av klimaendringar på flaum er kategorisert i tre inndelingar: ingen endring, 20 % auke og 40 % auke. Kva kategori ei elvestrekning høyrer til, er avhengig av kvar i Noreg ein oppheld seg, nedbørfeltet sitt areal og høgdefordelinga i nedbørfeltet. NVE vil tilpasse flaumsonekarta til eit endra klima der det er naudsynt etter kvart som gode nok data og metodar ligg føre. Dette inngår som ein del av NVE sitt ajourføring av flaumsonekart.





Figur 1-2: Endring i vassføring som følgje av klimaendringar. Resultatet er basert på framtidige klimascenario, regionale analyser og HBV-modellar i uregulerte nedbørfelt.

Som det kjem fram av Figur 1-2, syner klimaframskrivingane ein 20 prosent auke i framtidige flaumvassføringar. Bakgrunnen for dette er at Øysteseelvi har eit lite nedbørfelt, som i dagens klima er dominert av regnflaumar. Utrekningane for Øysteseelvi er basert på hydrologiske modellar for nabofelta 46.9 Fønnerdalsvatn og 55.4 Røykenes, som har ganske like felteigenskapar (feltareal, høgdefordeling og effektiv sjøprosent). Resultata for desse nedbørsfelte syner ei auke på høvesvis 33% og 17%, og basert på desse resultata forventar ein at endringane for Øysteseelvi vert ein auke på 20prosent.

Då små og bratte nedbørfelt er meir sårbare for høgintensiv nedbør, forventar ein 20% auke i 200-årsflaumen for alle sidevassdrag som er mindre enn 100 km² fram mot år 2100. For Øysteseelvi vil 20% auke i dagens 200-årsflaum tilseie, at ein 200-årsflaum i år 2100 vil tilsvare dagens 1000-årsflaum.

1.4 Prosjektgjennomføring

Prosjektet er gjennomført under leiing av NVE med Kvam herad som bidragsytar og diskusjonspart. Utkast til flaumsonekart er presentert for kommunen for innspel og vurdering av flaumutstrekning.

2 Metode og databehov

Ved detaljkartlegging av flaumsoner nyttast detaljerte terrengdata, flaumutrekningar og tverrprofil, som skildrar ein forenkla geometri av elva, som grunnlagsdata. Data for vassføring, elveløpets eigenskapar og terrengmodellen vert nytta i ein hydraulisk modell, som reknar ut flaumflater for kvar vassføring. Kalibrering av modellen vert gjort med utgangspunkt i samanhøyrande verdier av vasstand og vassføring frå historiske flaumar. Resultatet i form av flaumsonekart syner per definisjon overfløymd areal ved eit gitt gjentakintervall.

I ei flaumutrekning for flaumsonekartlegging reknast aktuelle vassføringar for flaumar med 10-, 20-, 50-, 100-, 200-, 500- og 1000-års gjentakintervall. I tillegg reknast middelflaum og normalvassføring basert på avrenningskart for Noreg, med data frå 1961-1990.

Der elvane har utløp i sjø, er ekstremvasstanden i havet for same gjentakintervall som flaumen gjerne høgare enn vasstanden i elva. For at karta skal vise den høgaste vasstanden for eit gitt gjentakintervall, uavhengig av om den skuldast flaum eller stormflo, nyttast den høgaste vasstanden for høvesvis flaum og ekstremvasstand sjø når flaumsona teiknast på karta.

2.1 Hydrologiske data

Flaumutrekninga er dokumentert i *Flomberegning for Øysteseelvi (052.6Z)*⁵. Under er eit utdrag frå flaumutrekninga.

2.1.1 Nedbørsfeltet

Øysteseelvi ligg i Kvam herad i Hordaland og har utløp i Hardangerfjorden ved Øystese. Nedbørsfeltet drenerer hovudsakleg i søraustleg retning, og vassdraget består av ei hovudgrein med tilløp frå fleire små sideelvar, sjå Figur 2-1. Nedbørsfeltet har eit totalt areal på 44,6 km². Høgdefordelinga strekkjer seg frå havnivå til opp i vel 1300 moh. Median høgde er på 778 moh. og høgaste punkt i vassdraget er Fuglafjellet på 1334 moh.

Det er ein stor sjø, Fitjadalsvatnet, i vassdraget og ein antar at denne vil ha dempende innverknad på flaumane. Store flaumar opptre som oftast vil i regelen kome om hausten.



Figur 2-1: Kart over Øysteseelvi sitt nedbørsfelt. Strekninga som er kartlagt er markert med raud farge på kartet.

Samanlikning av avrenningskart og observerte data for målestasjoner i andre vassdrag, syner høvesvis god samhörighet.

2.1.2 Hydrometriske stasjoner

Sidan det ikkje finst observasjonar av vassføring i Øysteseelvi, er utgangspunktet for utrekningane målestasjonar i nærliggande og liknande vassdrag og regionale flaumfrekvenskurver (Sælthun et al., 1997). Figur 2-2 syner lokaliseringa til målestasjonane som er med i analysen.



Figur 2-2: Oversikt over avløpsstasjonar (blå trekantar) som er nytta i utrekningane. Nedbørfelta til kvar målestasjon er innteikna med sort strek.

Likskapen til nedbørfelta kan fastsettast ut frå hydrologiske parametarar som feltareal, effektiv sjøprosent, normalavløp, høgdeintervall og median høgde, sjå Tabell 2-1.

Tabell 2-1: Hydrologiske feltparametarar for nedbørfelta til målestasjonane, som er teke med i flaumanalysen.

Stasjon	Feltareal (km ²)	Eff. sjø (%)	Normalavløp, Q _N (l/s·km ²) [*]	Høydeintervall (moh.)	Median høyde (moh.)
41.7 Blomstølvatn	25,7	0,6	140/121,4	628-1134	922
41.8 Hellaugvatn	27,0	1,4	126/119,1	271-1263	904
42.2 Djupevad	31,9	0,1	108/100,6	88-1152	526
42.6 Baklihøl	19,9	0,0	152/115,8	196-1305	898
46.7 Brakhaug	9,21	0,2	116/122,5	177-1281	856
55.4 Røykenes	49,9	2,2	101/99,7	53-960	307
55.11 Kleivevatn	101	2,9	124/105,5	328-1295	813
61.8 Kaldåen	16,1	0,0	108/96,9	579-1128	885
62.18 Svartavatn	72,1	0,1	103/112,6	219-1110	753

2.1.3 Flaumfrekvensanalyser

I flaumsonekartlegginga baserast utrekningane på frekvensanalyse av årsflaumar (NVE, 2000). Det vil seie at ei frekvensanalyse er basert på ein serie, som består av den største observerte døgnmiddelvassføring for kvart år.

Hydrologisk skiljar ein gjerne mellom vårflaumar og haustflaumar. Store vårflaumar er ofte ein kombinasjon av snøsmelting og regn. Haustflaum skuldast som regel kraftig nedbør i form av regn. Dei underliggende mekanismene er forskjellige og kan ha ulike statistiske fordelingar. Vårflaumar er årvisse og stig generelt moderat mot høge gjentaksintervall. Haustflaumar kan vere små eller mangle heilt enkelte år, men stig ofte raskare for sjeldne hendingar. I vassdrag med klart definert sesongskilje, er regionale kurver lagd separat for vårflaumar og haustflaumar. I kystnære og relativt lågtliggende vestlandsvassdrag, vil milde periodar i kombinasjon med nedbør i form av regn, kunne gi flaumar om vinteren. Det vil difor vere fare for flaum gjennom store deler av året og det er ikkje noko klart sesongskilje. Regionale kurver i slike vassdrag er difor basert på årsflaumar.

2.1.4 Utrekning av middelflaum

Spesifikk middelflaum varierer relativt lite for stasjonane i området og ligg i storleiksorden frå 838 l/s·km² til 1249 l/s·km², sjå Tabell 2-2 nedenfor. Dei fleste av samanlikningsfelta har mindre effektiv sjøprosent samanlikna med Øysteseelvi. Høg effektiv sjøprosent har ein flaumreduserande effekt. Difor er det forventa at desse elvane har noko større spesifikk middelflaum, enn kva som er tilfelle for Øysteseelvi. Når det gjeld felteigenskapar, er det nok Hellaugvatn som er mest samanliknbart med Øysteseelvi.

Tabell 2-2: Samanstilling av hydrologiske nøkkeltal for Øysteseelvi og nærliggande nedbørsfelt.

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km ²	Q _M		Q ₅ / Q _M	Q ₁₀ / Q _M	Q ₂₀ / Q _M	Q ₅₀ / Q _M	Q ₁₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₅₀₀ / Q _M
				l/s·km ²	m ³ /s							
41.7 Blomstølvatn	1981-2003	20	25,7	1249	32,1	1,24	1,43	1,61	1,85	2,03	2,21	2,44
41.8 Hellaugvatn	1981-2007	24	27,0	919	24,8	1,20	1,38	1,56	1,81	2,00	2,20	2,48
42.2 Djupevad	1963-2007	44	31,9	1036	33,0	1,20	1,37	1,53	1,74	1,91	2,08	2,31
42.6 Baklihol	1999-2007	9	19,9	1150	22,9	-	-	-	-	-	-	-
46.7 Brakhaug	1973-2005	31	9,21	1016	9,4	1,18	1,33	1,47	1,66	1,80	1,93	2,12
55.4 Røykenes	1934-2007	74	49,9	1016	50,7	1,24	1,46	1,67	1,97	2,20	2,44	2,78
55.11 Kleivevatn	1912-1949	37	101	838	84,6	1,29	1,53	1,76	2,05	2,27	2,49	2,78
61.8 Kaldåen	1985-2007	20	16,1	965	15,5	1,22	1,40	1,57	1,79	1,96	2,13	2,35
62.18 Svartavatn	1987-2007	20	72,1	1139	82,1	1,23	1,40	1,56	1,76	1,91	2,05	2,24
Øysteseelvi	-	-	44,6	1000	44,6	1,24	1,44	1,59	1,87	2,05	2,27	2,49
Regional kurve K2	-	-	-	-	-	1,24	1,44	1,59	1,87	2,05	2,27	2,49

I Sælthun et al. (1997) er det utarbeidet regionale flaumformlar for utrekning av spesifikk middelflaum som bygger på regresjon mot feltparametrane. For Øysteseelvi sitt nedbørsfelt er følgande formel aktuell:

$$\text{Region K2: } \ln(Q_M) = 1,1524 \cdot \ln(Q_N) - 0,0463 \cdot A_{SE} + 1,57$$

Spesifikk middelflaum reknast med bakgrunn i årleg middelavrenning i l/s·km² (Q_N) og effektiv sjøprosent (A_{SE}). Spesifikk middelflaum rekna med formelen for K2 gir 1019 l/s·km². Verdien ligger i storleiksorden som spesifikk middelflaum ved samanlikningsfelta. Med bakgrunn i dette er det truleg at spesifikk middelflaum i Øysteseelvi ligg i storleiksorden 1000 l/s·km². Dette er noko høgare enn det som er observert for Hellaugvatn, mens verdien er litt lågare enn spesifikk middelflaum utrekna frå regionalt formelverk.

2.1.5 Kulminasjonsvassføringer

Flaumverdiane som hittil er presentert representerer døgnmiddelvassføring. I små vassdrag vil kulminasjonsvassføring vere atskillig større enn døgnmiddelvassføring. Dette er spesielt karakteristisk i vassdrag der vassføringa kan stige raskt og flaumane kulminerer innan korte tidsperiodar. Små nedbørfelt med låg effektiv sjøprosent, vil typisk ha eit raskare flaumføreløp enn større nedbørfelt med høgare effektiv sjøprosent. Øysteseelvi har eit relativt lite nedbørfelt, men med noko demping på grunn av fleire vatn.

Tilhøvet mellom kulminasjonsvassføring (momentanvassføring) og døgnmiddelvassføring ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$), vert fortrinnsvis estimert ved å analysere dei største observerte flaumane i vassdraget. Forholdstalet reknast då for ein eller fleire av de større flaumane ved målestasjonar i vassdraget, og/eller eventuelt i nærliggande vassdrag, avhengig av kvar og når ein har data med fin tidsoppløysning. Tilhøvet mellom kulminasjonsvassføring og døgnmiddelvassføring i Øysteseelvi, er vurdert med bakgrunn i observerte data ved målestasjon 41.8 Hellaugvatn og regionale formlar (Sælthun et al., 1997). Forholdstalet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ for Øysteseelvi, er dermed berre utrekna med utgangspunkt i målestasjon 41.8 Hellaugvatn, og utrekna forholdstall frå eksisterande formelverk.

For Hellaugvatn er fem flaumar (døgnmiddel) samanlikna med tilhøyrande kulminasjonsvassføringer. Tabell 2-3 viser kulminasjonsvassføring, døgnmiddelvassføring og forholdstalet, $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$, mellom desse. Kulminasjonsvassføringa er i gjennomsnitt ca. 50 % større enn døgnmiddelvassføringa for haustflaumar. Den største registrerte flaumen etter at stasjonen fikk kontinuerlig registrerande utstyr, er ein haustflaum med forholdstall på 1,92. Denne flaumen kulminerte ved midnatt, slik at døgnmiddelverdiane fordelte seg over to døgn og vert difor lågare enn det dei potensielt kunne vorte.

Tabell 2-3: Kulminasjons- og døgnmiddelvassføringer ved Hellaugvatn.

Dato	Kulminasjon m ³ /s	Døgnmiddel m ³ /s	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$
14.11.2005	59,2	30,8	1,92
26.10.1983	55,6	45,6	1,22
14.09.2005	48,7	37,1	1,31
12.11.2004	48,0	30,6	1,57
14.12.1991	47,5	31,1	1,53

I Sælthun et al. (1997) er det utarbeida likningar som uttrykker samanhengen mellom tilhøvet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ og feltkarakteristika for vår- og haustsesong. For haustflaumar gjeld formelen:

$$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}} = 2,29 - 0,29 \cdot \log A - 0,270 \cdot A_{\text{SE}}^{0.5},$$

der A er feltareal og ASE er effektiv sjøprosent. I Øysteseelvi vil dei største flaumane som regel inntreffe om hausten, og formelen gir eit forholdstall på 1,41. Dette er noko under gjennomsnittet av forholdstalla frå dei største observerte flaumane ved Hellaugvatn, som er 1.51. Eit forholdstall på 1,45 er nytta vidare i analysen, som er snittet av regionalt formelverk og observerte flaumar ved Hellaugvatn. Utrekna flaumverdiar er gjeve i Tabell 2-4 under.

Tabell 2-4: Kulminasjonsvassføringar i Øysteseelvi.

Stad	QM m³/s	Q10 m³/s	Q20 m³/s	Q50 m³/s	Q100 m³/s	Q200 m³/s	Q500 m³/s	Q1000 m³/s	QKLIMA m³/s
Øysteseelvi ved utløp i fjorden	65	93	103	121	133	147	161	174	176

2.1.6 Klimafremskrivningar

Framskrivningar av klimaet syner at Øysteseelvi får 20% auke i vassføring for 200-årsflaumen fram mot år 2100, jf. kapittel 1.3

2.1.7 Observerte flaumar

13. – 14.september 2005 falt det 156,5 mm nedbør ved målestasjonen Bergen Florida (døgnnedbør), medan største 24 timersnedbør var 165,4mm. Dette er den største døgnverdien som er registrert ved nokon stasjonar i Bergen sentrum, sidan målingane starta i 1875. Ved Opstveit i Kvinnherad falt det 179,5mm same døgn.

Registrert vassføring 14.september ved ulike målestasjonar i området, syner store sprik i flaumstorleiken. Ved Røykenes var det rundt ein 20-50-årsflaum, Djupevad ein 100-200-årsflaum, Dyralsvatn ein 200-årsflaum og Brakhaug og Kaldåen rundt ein 5-10-årsflaum. NVE har estimert vassføringa i Øysteseelvi til å omtrent vere i ein 10-20-årsflaum 14.september 2005, og noko mindre den 14.november.

Vassføringa under flaumen 28.oktober 2014, er estimert frå målestasjonane 42.2 Djupevad og 55.4 Røykenes. Det er valt å nytte gjennomsnittleg spesifikt avløp frå desse to målestasjonane, for å rekne ut kulminasjonsvassføringa. Vassføringa på 80.3m³/s tilseier eit gjentaksintervall på i underkant av ein 10-årsflaum.

2.2 Topografiske data

Alle topografiske data er oppgitt i NN2000 om ikkje anna er spesifisert. Dataene er konvertert frå NN1954 ved å trekkja frå 5cm.

2.2.1 Tverrprofil og bruer

Novatek AS⁶ målte til saman 25 tverrprofil og 3 bruer i Øysteseelvi 15-17 okt. 2007, i ein periode med høg vassføring. Bruene som blei innmålt er Hardangerfjordbrua (Fv7) ved Øysteseelvi sitt utløp, Holmene bru og den øvste brua Sjusetvegbrua ved Fv130.

Tverrprofilene er forlenga ved hjelp av terrengmodellen, for å skildre ei eventuell overfløyning av elveslettene på kartet. Ein har også henta 11 tverrprofil som skildrar *Flaumløpet* frå terrengmodellen. Det modellerte området ble seinare avgrensa til tverrprofil 21 ovanfor Sjusetevegen 67 og tverrprofilene utanfor modellavgrensinga er difor utelatt.

2.2.2 Terrengmodell

Terrengmodellen er basert på laserdata frå Geovekst frå 2013. Høgdedata frå laserskanninga er nytta til å generere ein terrengmodell i GIS, som dannar grunnlag for flaumsonekarta.

2.2.3 Kalibreiringsdata

Ein lukkast ikkje i å registrere vasstander i vassdraget ved 2005-flaumen. Dokumentasjon i form av bilete frå flaumhendingar gir verdifull innsikt i strømmingsforhold ved flaum, men er åleine ikkje tilstrekkelig grunnlag for å kalibrere modellen.

Under flaumen i 2005 sto vatnet høgt opp på brua i profil 17. Ein ser frå Figur 2-3 at strømmingstilhøva gir skeiv fordeling av vatnet inn mot brua, slik at vasshøgda på venstre side er mykje høgare enn på høgre side. Dette skuldast ein kombinasjon av at elva har stor vassfart på dette partiet, at brua ligg i ein sving, og at ein får inn to sideelvar, som er med på å flytte vasstraumen over på venstre side. Dette medfører at lysopninga til brua ikkje er effektivt straumingsareal. Den reelle kapasiteten er difor lågare enn det modellen reknar, då modellen som er nytta ikkje tek omsyn til slike effektar.



Figur 2-3: Biletet viser flaumvatnet som står høgt opp på brua (venstre side) i tverrprofil 17 under flaumen i 2005. Foto: Kvam herad.

Flaumen 28.oktober 2014 er godt dokumentert i eit eige notat⁷ frå Kvam Herad. Dei målte vasshøgdenene, som vist i Figur 2-4, er lagt inn i modellen.



Figur 2-4: Kartutsnitt som viser kvar vasshøgden (blå prikkar) blei målt etter 2014-flaumen . Bruene som er modellert er markert med grøn sirkel, medan bruene som er utelatt frå modellene er markert med raud sirkel.

2.3 Ekstremvasstander sjø

Elvar som munnar ut i sjøen vert påverka i nedre del av elva av vasstanden i sjøen. Det finst i dag 23 primærhamner i Noreg, der vasstanden vert registrert kontinuerleg. I tillegg finst det ei rekke sekundærhamner, der det er gjort kortare måleseriar. For desse sekundærhamnane er det utrekna ein høgdekorreksjonsfaktor i forhold til ei fastsatt primærhamn. Det vil seie at ”høgaste observerte vasstand” er einaste observerte ved primærhamna. For sekundærhamnane er denne verdien utrekna ved hjelp av høgdekorreksjonsfaktoren. Ekstremvasstandar i sjø er henta frå Statens Kartverk sjø sin kartportal SeHavniva.no⁸ og er basert på data frå vasstandsmålarar for tidevatn i Bergen. Det er ikkje teke omsyn til eventuell oppstuvning innover i fjordsystemet eller bølgeoppskyljing.

Nedre grensevilkår i modellen er 1-års stormflo, som ligg på kote 0.96 (NN2000). Høgder for stormflo er vist i Tabell 2-5 nedanfor. På flaumsonekartet vert berre den høgaste vasstanden av stormflo og flaum for eit gitt gjentaksintervall presentert.

Tabell 2-5: Ekstremvasstander i sjø (m) er henta frå Statens kartverk Sjø sin nettportal SeHavniva.no⁸.

Gjentaksintervall	1 års	5 års	10 års	20 års	50 års	100 års	200 års	500 års	1000 års	Klima
Vasstand NN 2000 (m)	0.96	1.09	1.15	1.19	1.25	1.29	1.33	1.38	1.41	2.15

Modellering av eit framtidig klima, syner at ein må forvente ei auke i nivå for stormflo på 5 cm og 10 cm for høvesvis år 2050 og år 2100, som følgje av auka stormaktivitet. I år 2100 vil havnivået vere høgare som følgje av havnivåstigning, som er ein konsekvens av klimaendingar. Ifølgje DSB sin rapport *Estimater av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner*⁹ frå år 2009, er det også venta ei auke i havnivået korrigert for landhevinga på 22cm (-8 til +14 cm) fram mot år 2050 og 72cm (-20 til +35 cm) fram mot år 2100. Klimaframskrivingar for Øystese i år 2100, må difor ta omsyn til at havnivået i framtida er høgare enn i dag. Det er difor lagt til grunn i utrekningane at dagens 200-årsstormflo på 1.33m, er på $1.33\text{m} + 0.72\text{m} + 0.1\text{m} = 2.15\text{m}$ i år 2100.

3 Hydrauliske utrekningar

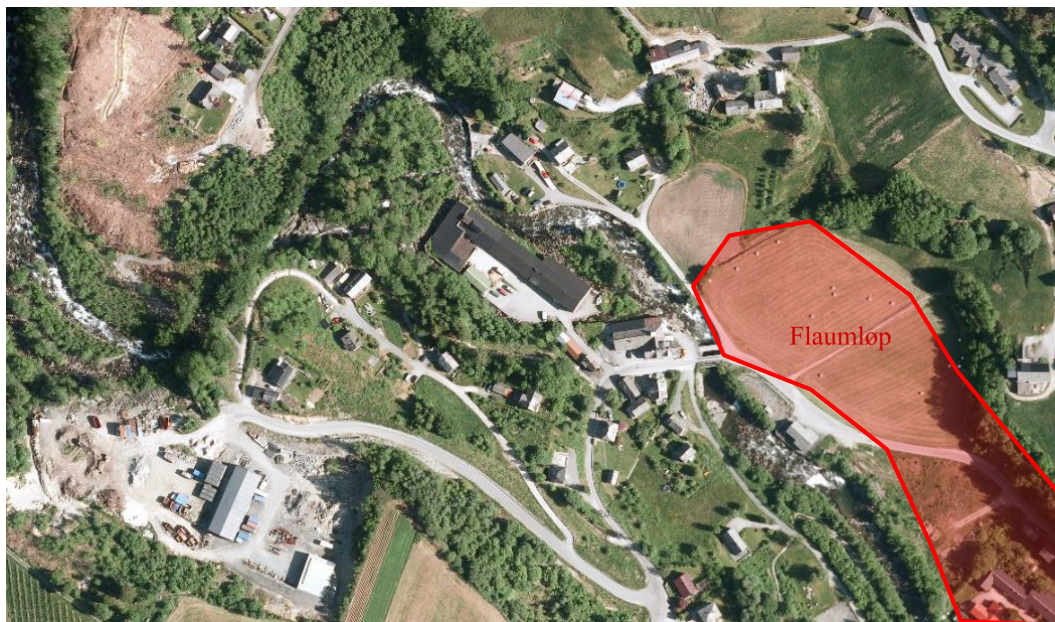
Det er utført vasslineutrekningar ved bruk av dataprogrammet Hec-Ras v4.1.0, som er utvikla av U.S. Army Corps of Engineers.

3.1 Spesielt om delprosjekt Øystese

Øysteseelvi er bratt og har mange retningsendringar på modellert strekning, noko som gir turbulent strøming ved flaum. Desse forholda medfører at modellverktøyet som er nytta for å rekne ut vasstandane, ikkje gir like presise resultat som for slake rette elver. Sjå for øvrig omtale av elva under siste store dokumenterte flaum i kapittel 2.2.3 og omtale av luftinnblanding i kapittel 3.5.

3.2 Flaumløp

Det er eit flaumløp på den modellerte strekninga, sjå Figur 3-1. Då flybiletet vart teke, følgjer elva hovudløpet, men fordelinga mellom flaumløp og hovudløp endras ved stor flaum.



Figur 3-1: Flybiletet av Kvam der staden vatnet finn nytt løp er markert.

Resultatet av modelleringa er oppsummert i Tabell 3-1 under. Ein ser at *Flaumløpet* aktiviserast omtrent når flaumstorleiken når ein 20-årsflaum.

Tabell 3-1: Flaumvassføring i m³/s i flaumløpet ved ulike gjentakintervall.

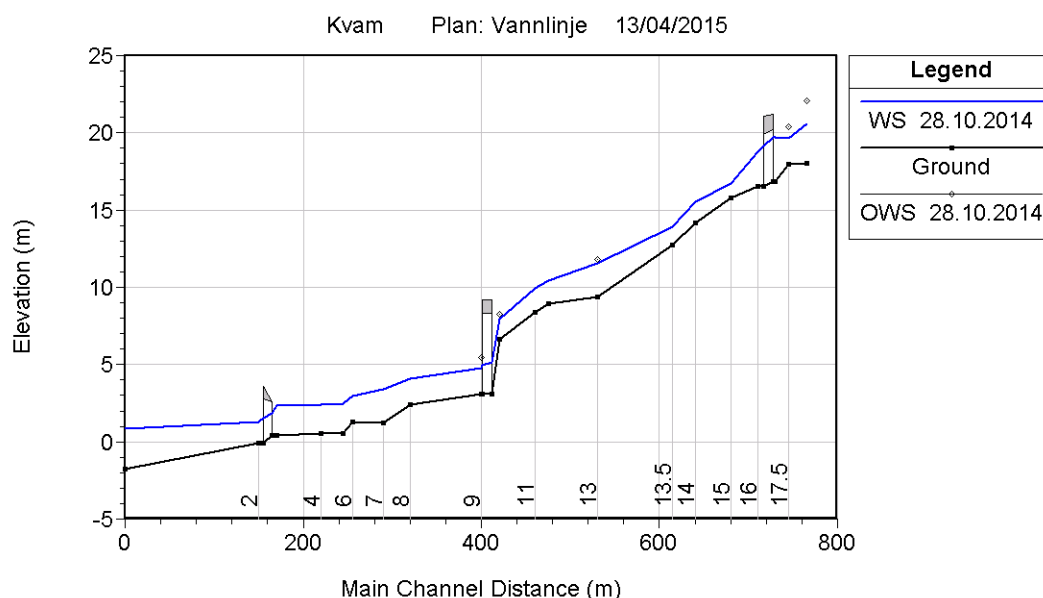
Sted	QM	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500	Q1000	Klima
Flaumløp	0.1	0.1	0.3	5.6	11.7	19.6	27.3	35.2	36.4

3.3 Grensevilkår

Nedre grensevilkår i modellen er sett til 1-års stormflo og vassføring inn i modellen er øvre grensevilkår.

3.4 Kalibreiring av modellen

Modellen er kalibrert mot flaumen 28.10.2014. Det er relativt godt samsvar mellom observerte og utrekna vasshøgder, sjå Figur 3-2. Ein har best samsvar mellom kalibreringsdata og vasstandsobservasjonar for den nedste strekninga, der avviket er mindre enn 30 cm for dei 3 nedste punkta. For punkta oppstraums brua er avviket høvesvis 70 cm og 270 cm. Desse avvika kan skuldast fleire tilhøve, men truleg er 2D- og 3D-effektar på vasslinja grunna den kompliserte geometrien oppstraums, ei av årsakene til det store avviket. Det er og knytt uvisse til vassføringa, då ein ikkje har målestasjon i vassdraget.



Figur 3-2: Observerte og utrekna vasstander for nedre del av Øysteseelvi for flaumen 28.10.2014. Avviket mellom observert og rekna vasstand er mindre enn 15 cm mellom bruene og mindre enn 30 cm like oppstraums brua i profil 17.5. Ein har sett bort frå profil 18 i kalibreringa.

3.5 Luftinnblanding

CM Consulting¹⁰ (2007) har valt å redusere det effektive straumarealet med 10%, for å kompensere for turbulent vasstraum med innblanding av luft i utrekningane sine. Utrekingar NVE har utført, syner at det største bidraget frå luftinnblanding får ein i profil 22, der vasslinja aukar med maksimalt 23 cm ved ein 1000-årsflaum. Like opp- og nedstraums profil 22, får ein omtrent 10 cm bidrag ved alle flaumstorleikar, medan luftinnblanding på resten av strekninga er marginal. NVE meiner at uvisse i utrekningane, som følgje av luftinnblanding, er ivarettatt med den anbefalte tryggleiksmarginen.

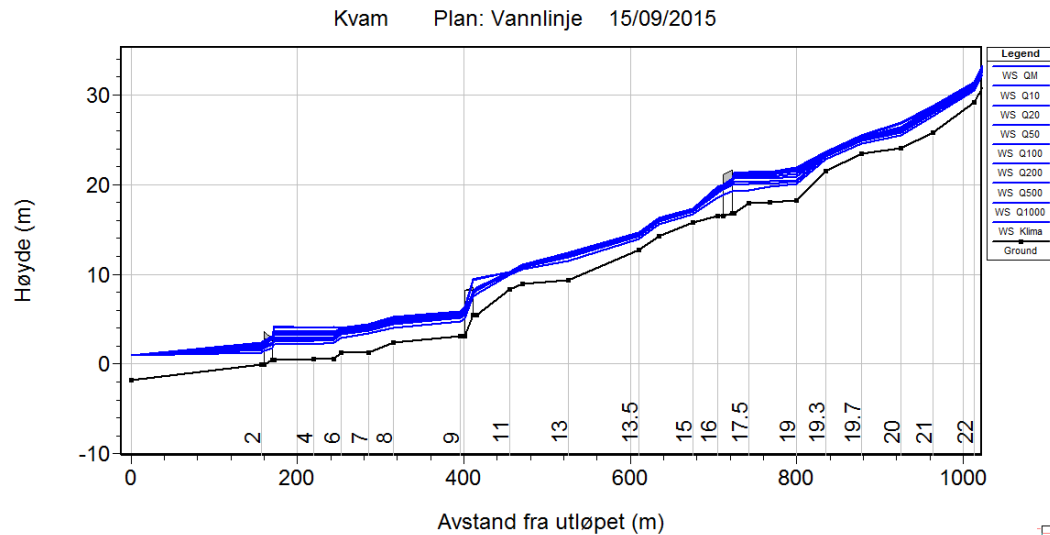
3.6 Vassline

Modellen er køyrt med underkritisk strømming og resultatene er presentert under som eit lengdeprofil i Figur 3-3 og i tabellform i Tabell 3-2. Kontroll av Froudetala synar at vasslinja er

overkritisk eller nær overkritisk ved Hardangerfjordbrua (Fv7) i profil 2, profil 5-9, profil 12-16 og profil 20-31. Då overkritisk strømming gir lågare vasstand, er det valt å behalde resultata frå modellen, som er basert på at det er underkritisk strømming. Dette er gjort fordi det gir eit konservativt resultat, på ei strekning som er prega av kompliserte strømningsforhold.

Tabell 3-2: Utrekna vassliner for ulike profil for alle gjentaksintervall (NN2000). Tallene marker med rødt i tabellen syner 1års stormflo.

	Tverrprofil	Q_M	Q₁₀	Q₂₀	Q₅₀	Q₁₀₀	Q₂₀₀	Q₅₀₀	Q₁₀₀₀	Q_{Klima}
Øysteseelvi	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Øysteseelvi	2	1.3	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	2.4
Øysteseelvi	3	2.2	2.5	2.7	2.9	3.2	3.4	3.7	4.2	4.2
Øysteseelvi	4	2.2	2.6	2.7	3.0	3.2	3.4	3.6	4.0	4.0
Øysteseelvi	5	2.4	2.7	2.8	3.0	3.2	3.4	3.7	4.1	4.1
Øysteseelvi	6	2.9	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1
Øysteseelvi	7	3.4	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.4
Øysteseelvi	8	4.1	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.1	5.2	5.2
Øysteseelvi	9	4.8	5.1	5.2	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9
Øysteseelvi	10	7.8	8.2	8.3	8.5	9.4	9.5	9.5	9.5	9.5
Øysteseelvi	11	10.0	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
Øysteseelvi	12	10.6	10.8	10.9	11.0	11.0	11.0	11.1	11.1	11.1
Øysteseelvi	13	11.5	11.9	12.0	12.1	12.2	12.4	12.4	12.4	12.4
Øysteseelvi	13.5	13.9	14.2	14.3	14.4	14.5	14.5	14.6	14.6	14.6
Øysteseelvi	14	15.5	15.9	16.0	16.1	16.2	16.2	16.3	16.3	16.3
Øysteseelvi	15	16.7	17.0	17.1	17.2	17.2	17.2	17.3	17.3	17.3
Øysteseelvi	16	18.5	19.0	19.2	19.4	19.5	19.6	19.7	19.8	19.8
Øysteseelvi	17	19.3	20.0	20.3	20.7	20.8	21.0	21.1	21.2	21.3
Øysteseelvi	17.5	19.3	20.1	20.3	20.7	20.9	21.1	21.2	21.4	21.4
Øysteseelvi	18	19.8	20.1	20.4	20.7	20.9	21.1	21.2	21.4	21.4
Øysteseelvi	19	20.1	20.4	20.5	20.9	21.2	21.5	21.7	21.9	21.9
Øysteseelvi	19.3	22.9	23.1	23.2	23.3	23.4	23.5	23.6	23.6	23.6
Øysteseelvi	19.7	24.5	24.9	24.9	25.1	25.2	25.3	25.4	25.5	25.5
Øysteseelvi	20	25.5	25.8	25.9	26.1	26.2	26.5	26.8	26.9	26.9
Øysteseelvi	21	27.6	28.0	28.1	28.3	28.4	28.5	28.7	28.8	28.8
Øysteseelvi	22	30.5	30.7	30.8	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4	31.4
Flaumløp	1	8.7	8.8	9.0	9.2	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8
Flaumløp	2	8.7	8.8	9.0	9.2	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8
Flaumløp	3	8.7	8.8	9.0	9.2	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8
Flaumløp	4	8.9	8.9	8.9	9.2	9.6	9.7	9.7	9.8	9.8
Flaumløp	5	9.1	9.1	9.1	9.4	9.7	9.7	9.8	9.9	9.9
Flaumløp	6	9.1	9.1	9.1	9.5	9.8	9.9	10.0	10.2	10.2
Flaumløp	7	12.7	12.7	12.7	13.0	13.1	13.1	13.2	13.3	13.3
Flaumløp	8	13.6	13.6	13.6	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.2
Flaumløp	9	15.3	15.3	15.3	15.5	15.6	15.6	15.7	15.8	15.8
Flaumløp	10	17.6	17.6	17.6	17.8	17.8	17.9	18.0	18.0	18.0
Flaumløp	11	18.0	18.0	18.0	18.3	18.5	18.7	18.8	18.9	18.9
Flaumløp	10.8*	18.0	18.0	18.0	18.3	18.4	18.5	18.6	18.6	18.7



Figur 3-3: Vassliner for Øysteseelvi.

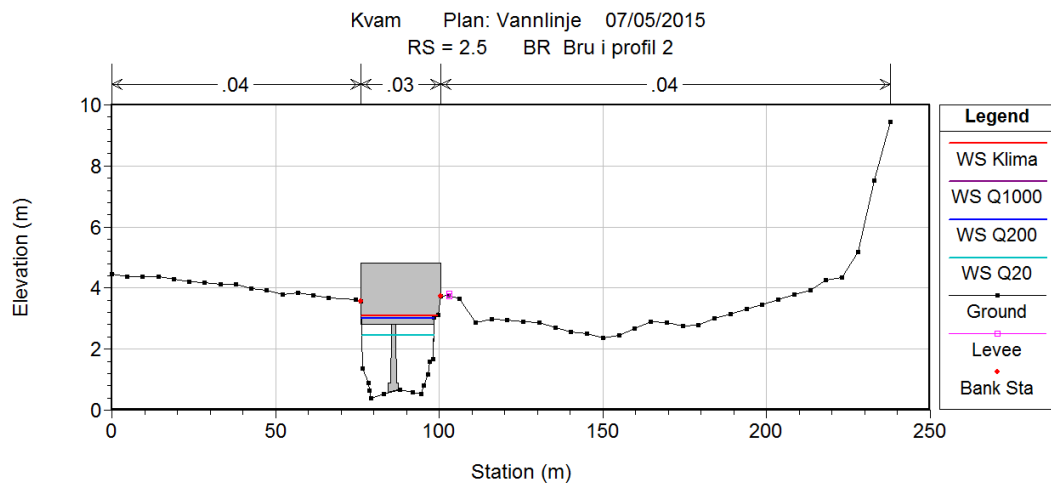
3.7 Særskilt om bruer

Det er 5 bruer på den kartlagde strekninga, der 3 av bruene er modellert. Brua i Sidaløpet og gangbrua oppstraums fossen er ikkje modellert, jf. Figur 2-4. Utrekningane syner at alle dei modellerte bruene har gunstig hydraulisk plassering, men at dei likevel har for låg hydalisk kapasitet for ein 200-årsflaum.

Fordi bruer er kompliserte hydrauliske konstruksjonar, som ikkje let seg skildre med dei same hydrauliske likningane, er ikkje resultata ved bruene like nøyaktige som for resten av modellen. Dårlegast kapasitet har Sjusetvegbrua (Fv130) i tverrprofil 16.5.



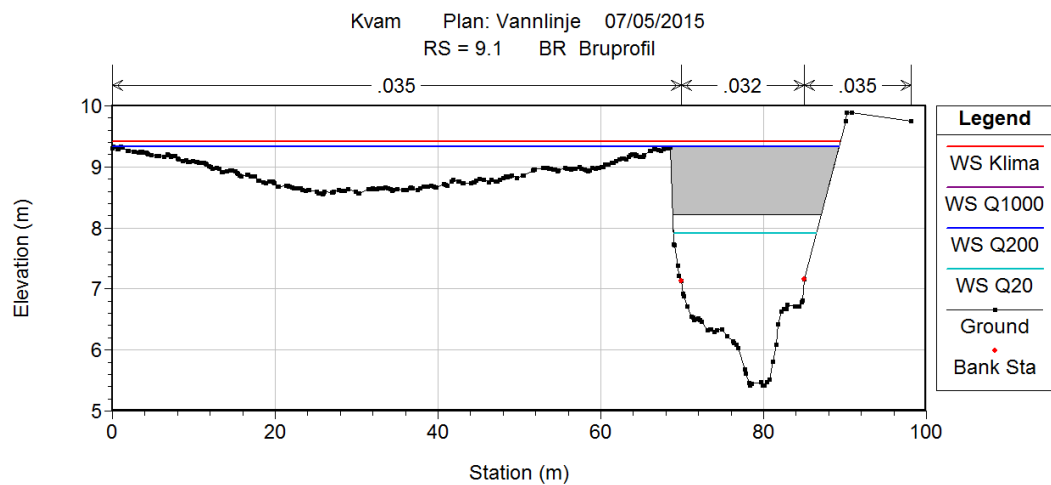
Figur 3-4: Bilete av Hardangerfjordbrua (Fv7) ved Øysteseelvi sitt utløp i tverrprofil 2.5. Dette er den nedste brua. Foto: NVE.



Figur 3-5: Modell av Hardangerfjordbrua (Fv7) ved Øysteseelvi sitt utløp. Brua har 36 cm frispegl for ein 20-årsflaum.



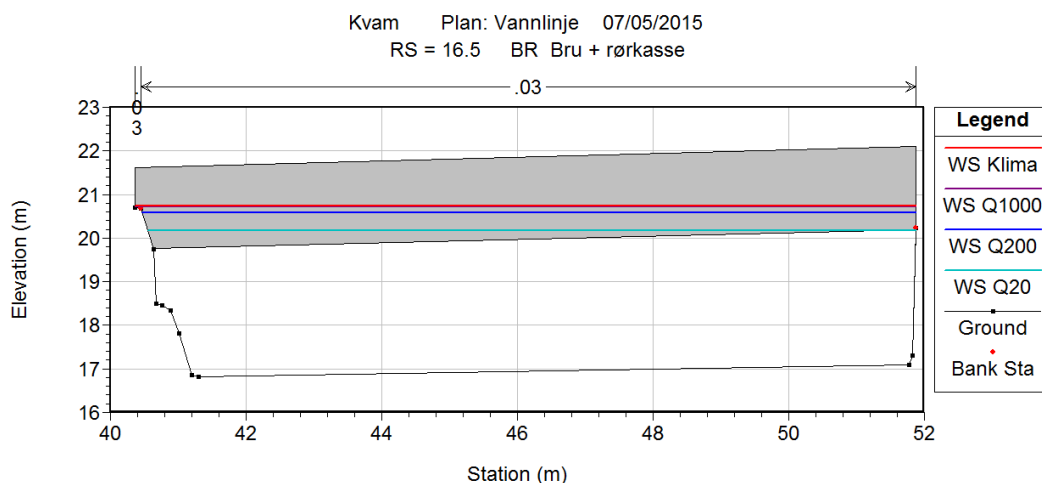
Figur 3-6: Bilete av Holmene bru i profil 9.1. Foto: NVE.



Figur 3-7: Modell av Holmene bru i tverrprofil 9.1 som har 31 cm fribord.



Figur 3-8: Bilete av den øvste brua, Sjusetvegbrua (Fv130) ved tverrprofil 16.5. Foto: NVE.

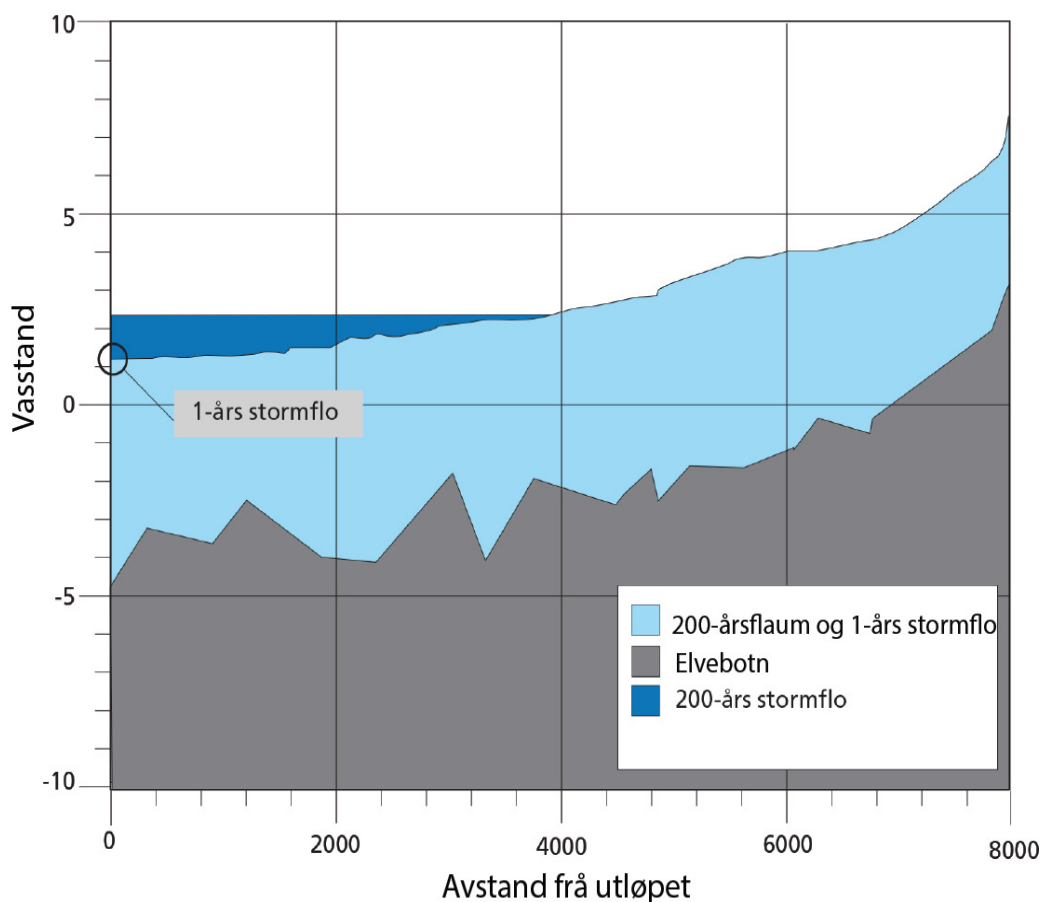


Figur 3-9: Hydraulisk modell av Sjusetvegbrua (Fv130) i tverrprofil 16.5. Modellen har for låg hydraulisk kapasitet for ein 20-årsflaum.

3.8 Ekstremvassanalyse

I periodar med lågt lufttrykk og kraftig vind frå ei retning, kan vatn verte stua opp inne ved kysten og føre til at vasstanden vert høgare enn normalt. Dersom dette fell saman med ein springperiode, kallast det stormflo og vasstanden kan verte ekstra høg. I modellen reknast vasstandane i utløpsområda, under føresetnad om at ein har 1-års stormflo samstundes med flaum med høvesvis 10-, 20-, 50-, 100-, 200-, 500- eller 1000-års gjentaksintervall. Føresetnaden for denne framgangsmetoden er at stormflo og flaum med store gjentaksintervall er uavhengige hendingar, slik at sannsynet for at begge hendingane treff samstundes er liten. 1-års stormflo er likevel nytta som grensevilkår i utrekningane, då ein antar at flaum i elv er kopla mot same verfenomen som

lågtrykk og pålandsvind. Når karta vert utarbeidd presenterast den høgste vasstanden for kvart gjentaksintervall, uavhengig av om det skuldast flaum eller stormflo, sjå Figur 3-10.



Figur 3-10: I flaumsonekarta presenterast den hendinga som gir høgaste vasstand for ein flaum med eit gitt gjentaksintervall, uavhengig av om vasstanden skuldast flaum i elva eller stormflo i sjø.

3.9 Sensitivitetsanalyse

NVE estimerar følsamheit til modellen ved å auke Manning's n-verdiane med 20% og studere effekten på vasstandsstiging. For delprosjekt Øystese aukar vasslina med 0-8 cm for flaumar med 200-årsgjentaksintervall. For alle praktiske formål er endringa i vasslina neglisjerbar.

Tilsvarende analyse for vassføringa vert utført ved å auke vassføringa med 20%. Resultatet for 200-årsflaumen er ein maksimal auke i vannstanden på 79 cm, medan gjennomsnittsauken var på 21 cm. Ut frå dette kan ein konkludere med at modellen er følsam for vassføring.

NVE tilrår at ein nyttar ein tryggleiksmargin på 40cm ved praktisk bruk av vasslina.

3.10 Vassfart

1D-modellar reknar ei gjennomsnittleg vassfart for kvart tverrprofil, evt. ei gjennomsnittleg vassfart for elveløpet og venstre/høgre flaumslette. Desse hastigheitene er å sjå på som gjennomsnittlege for heile eller delar av tverrprofilen. I ei naturleg elv har ein store lokale variasjonar frå elvebreidd til djupål, og tilsvarende frå overflata til elvebotnen. Resultata frå ein 1D

modell kan ikkje skildre desse variasjonane. Utrekna vassfart er difor berre eigna til å identifisere elvestrekningar med høg vassfart, ikkje til dimensjonering av sikringstiltak, steinstorleik osb.

Tabell 3-3: Oversikt over utrekna vassfart i Øysteseelvi.

Tverrprofil	Q_M	Q₁₀	Q₂₀	Q₅₀	Q₁₀₀	Q₂₀₀	Q₅₀₀	Q₁₀₀₀	Q_{Klima}
Øysteseelvi	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
1	0.7	1.0	1.1	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	1.9
2	3.4	3.8	3.9	4.1	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7
3	2.1	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	1.3	1.3
4	3.0	3.4	3.5	3.5	3.4	3.3	3.3	3.1	3.1
5	3.2	3.7	3.9	4.0	3.9	3.8	3.7	3.3	3.2
6	3.3	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.3
7	2.3	2.8	2.9	3.2	3.3	3.5	3.7	3.9	3.9
8	3.4	3.8	3.9	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.6
9	3.3	3.7	3.9	4.1	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7
10	2.7	3.1	3.2	3.4	2.1	2.3	2.4	2.6	2.6
11	2.8	3.1	3.2	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7
12	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7
13	3.4	3.7	3.8	4.0	4.0	3.2	3.3	3.3	3.3
13.5	3.2	3.5	3.6	3.7	3.8	3.8	3.8	3.9	3.9
14	3.4	3.7	3.9	4.0	4.0	4.1	4.2	4.2	4.2
15	2.9	3.2	3.3	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6
16	4.3	4.8	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.5
17	2.5	2.8	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
17.5	3.5	3.1	3.0	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
18	2.8	3.2	3.1	3.1	3.1	3.3	3.3	3.5	3.5
19	3.2	3.4	3.4	3.0	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1
19.3	2.9	3.3	3.2	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
19.7	3.1	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	3.8
20	3.5	3.9	4.0	4.2	4.4	4.3	3.8	3.9	3.9
21	3.5	3.9	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.6
22	3.1	3.5	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.2	4.2

I flaumløpet vil vassfarten maksimalt vere 2 m/s, men det vil kunne vere store variasjonar. Då vasshastigheitene er meir usikre i flaumløpet grunna vegetasjon, bygningar og liknande, er det valt å ikkje presentere vasshastigheitar for flaumløpet.

4 Flaumsonekart

Flaumsonekarta presenterer dei høgaste vasshøgdena for eit gitt gjentakintervall, uavhengig om dei skuldast flaum i elva eller høgt tidevatn. Kartanalysen er utført i NN54, men vasstandane er i ettertid korrigert til NN2000.

4.1 Resultat frå flaumsoneanalysa

Kvam Herad har hatt dei førebels flaumsonekarta til gjennomsyn. Kommunen sine tilbagemeldingar bekreftar at utbreiinga av flaumane ser ut til å stemme med lokale observasjonar.

4.1.1 20-årsflaum

Allereie ved ein 20-årsflaum syner karta at ein får overfløyming ved Sjusetevegen 67 (Storeholmen Vta AS). I traseen til flaumløpet for 200-årsflaumen ligger det fleire lågpunktet, men flaumløpet er ikkje aktivt. Det største oversvømte arealet finner ein ved sentrum oppstrøms Holmene bru.

4.1.2 200-årsflaum

Ved ein 200-årsflaum aktiverast flaumløpet ved Sjusetvegbua (Fv130) og ein får overfløyming ned til sentrum av Øystese. Vatnet finn tilbake til hovedløpet i området oppstrøms Holmene bru, men noko vatn vil renne over bua på venstre side sett nedstrøms. Dette vatnet vil finne tilbake til hovedløpet like nedstrøms bua, og omtrentlig retning er markert på flaumsonekartet. Ein vil også ha noko flaum som følgje av stormflo nedstrøms Hardangerfjordbua (Fv7) ved tverrprofil 2.

4.1.3 1000-årsflaum

Flaumsona vil ha ei noko større utbreiing ved ein 1000-årsflaum enn ved ein 200-årsflaum. Ut frå kartet vert skadepotensialet i hovudsak utløyst ved ein 200-årsflaum. Dei største tilleggsareala som vert utsett ved ein 1000-årsflaum er i munningsområdet og like oppstrøms Hardangerfjordbua (Fv7) som følgje av stormflo.

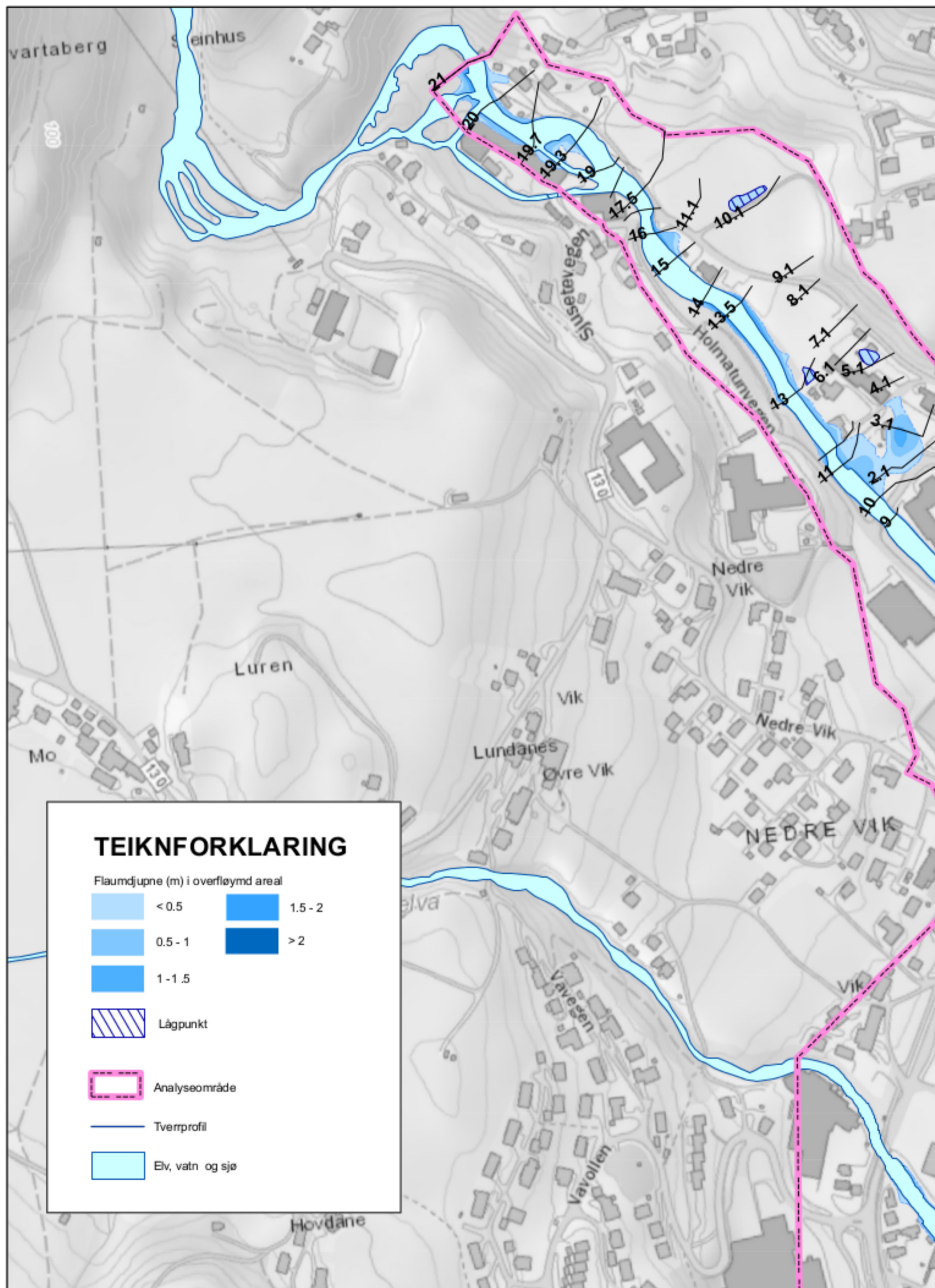
4.1.4 200-årsflaum med klimaendringar i år 2100

Vassføringa ved dagens 1000-årsflaum tilsvaerar klimaframskrivingar av 200-årsflaumen i år 2100, jf. Kapittel 2.1.5.

4.1.5 Kartplott

Flaumsonene presenterer dei høgaste vasstandane for eit gitt gjentakintervall som skuldast flaum i elva. Flaumsonene er lagd ved bruk av GIS (ArcGis). Resultatet er ei digital flaumsone som inneheld flater (polygon), med eigenskapar som fortel om eit areal er overfløymd eller ikkje. Dette inneber at såkalla lågpunkt, som er område som ikkje har direkte kontakt med elva, vert definert som overfløymd areal.

Under er flaumsonene for 20-, 200- og 1000-årsflaum vist med eit standard topografisk bakgrunnskart frå 2009 frå Kartverket.

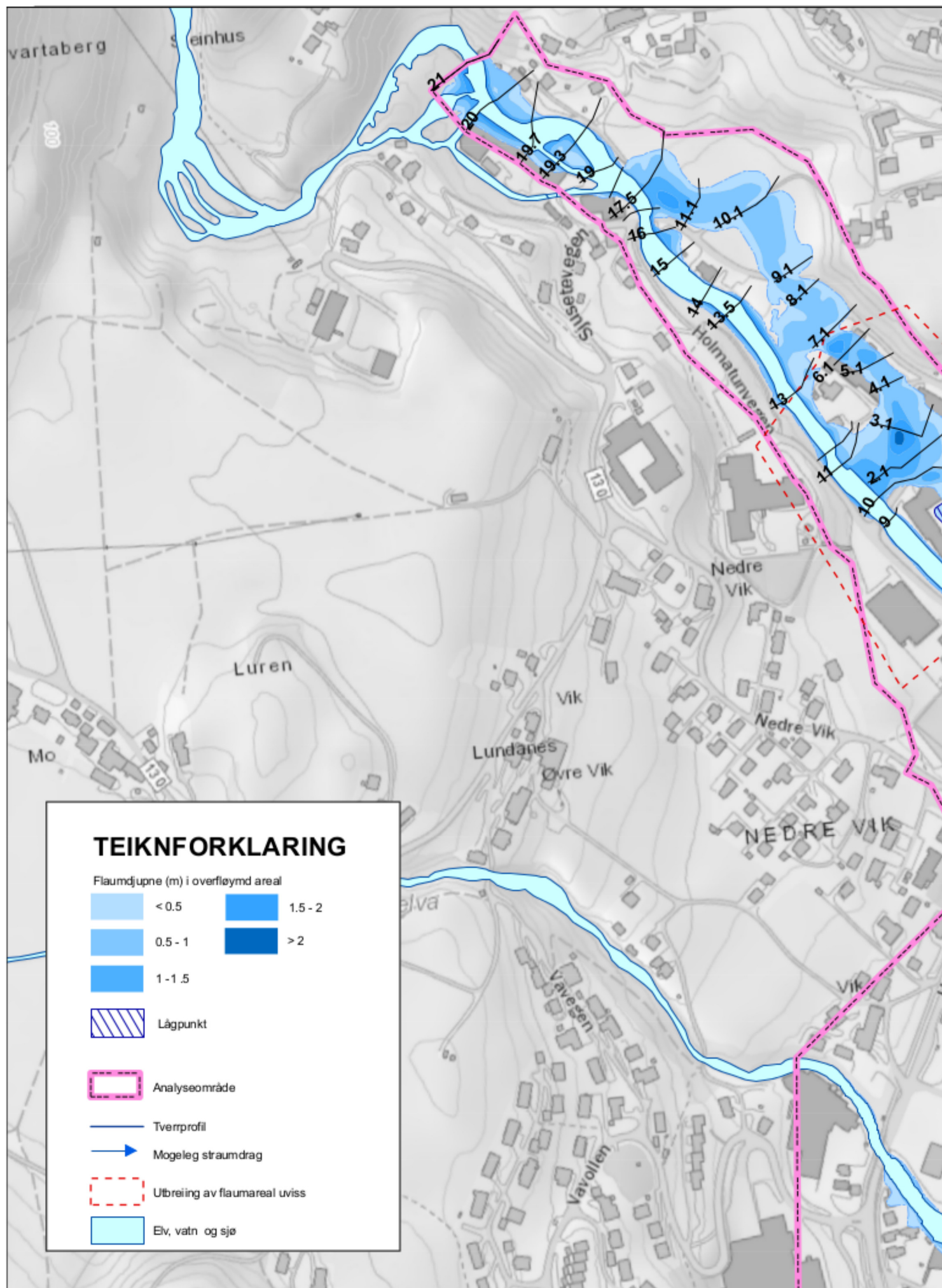




Flaumsoneprosjekt Øystese
20-årsflaum

1:4 000



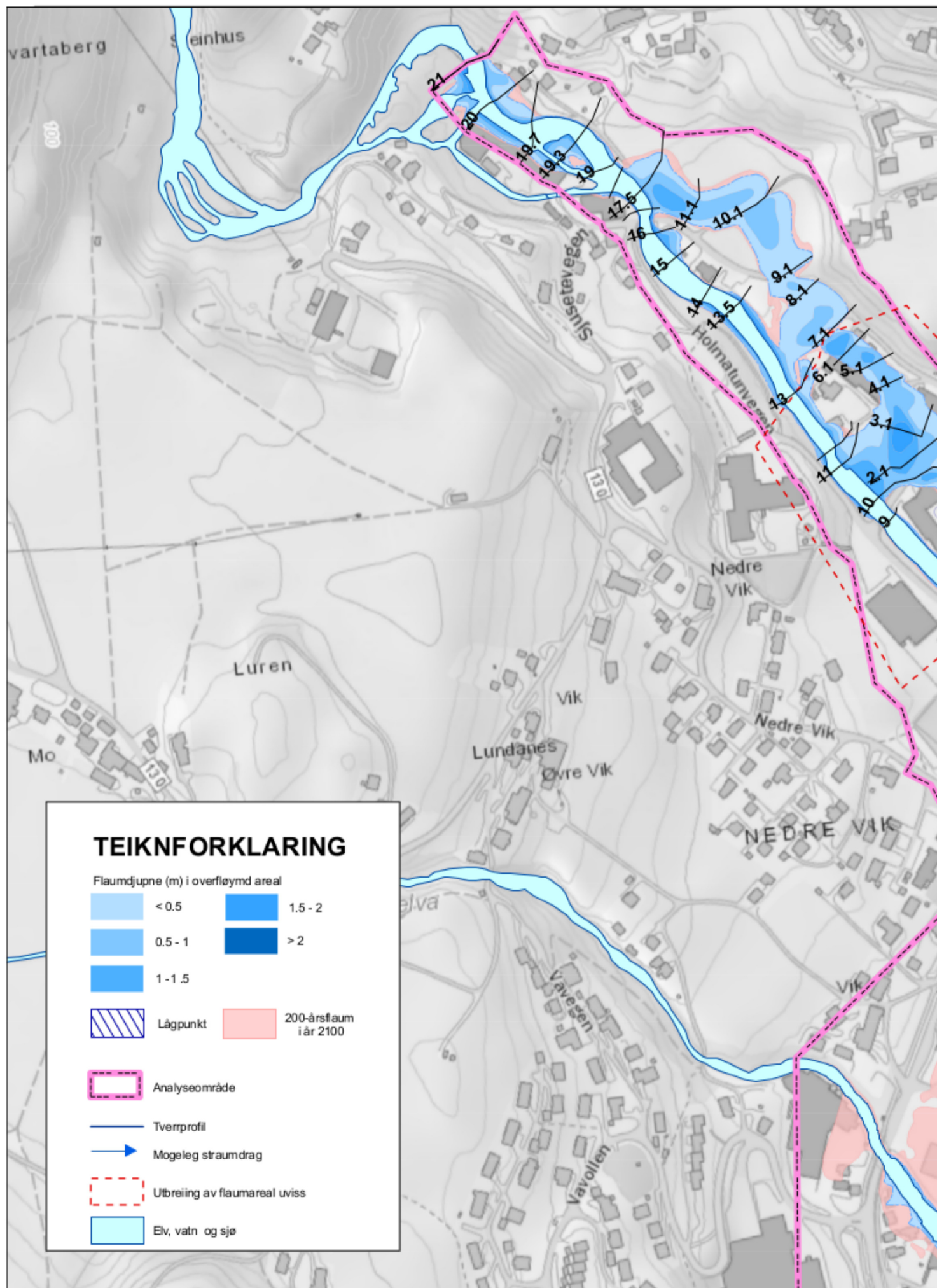




Flaumsonesprosjekt Øystese
1000-årsflaum

1:4 000







Flaumsonesprosjekt Øystese
200-årsflaum med klima

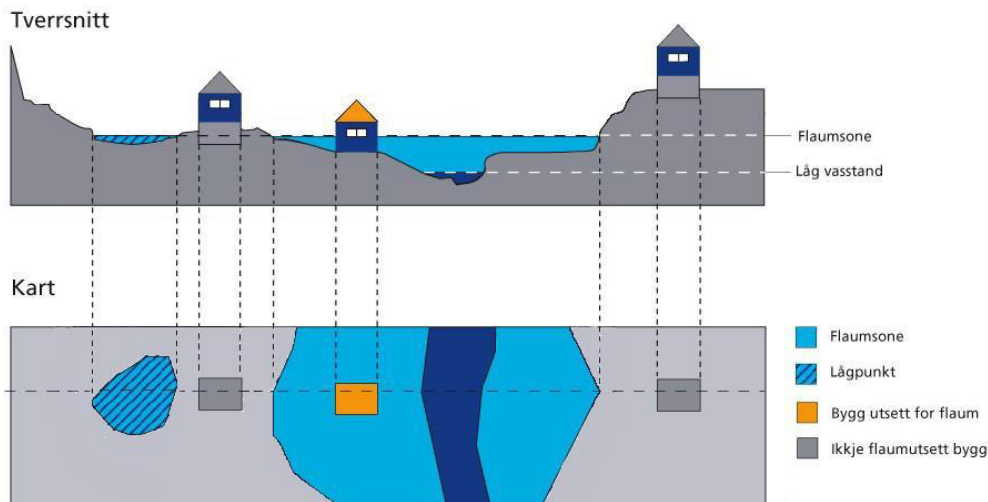
1:4 000



4.2 Lågpunkt

Nokre stader vil det vere areal som ligg lågare enn den utrekna flaumvasstanden, men utan direkte samband med elva. Dette kan vere område som ligg bak flaumverk, men òg lågpunkt som har samband via ein kulvert eller via grunnvatnet, sjå Figur 4-1.

Desse områda er teikna med eigen skravur, fordi dei har eit anna sannsyn for overfløyming og må handterast særskild. Spesielt utsett vil desse områda vere ved intenst lokalt regn, ved stor flaum i sidebekkar eller ved tetting av kulvertar.



Figur 4-1: Prinsippskisse som syner definisjonen av lågpunkt og flaumutsette bygningar.

Kartpresentasjon

Frå og med år 2013 er det vedtatt at alle nye flaumsonekart berre skal leverast på digital form. Dette betyr at flaumsonea, samt eventuell vassfart, verte vert teikna ut på kart med standardisert bakgrunn. Innsyn i karta vil ivaretakast gjennom NVE sin kartportal.

4.2.1 Korleis lese flaumsonekartet?

Flaumsonea syner utbreiinga av flaumen med ein fargeskala for vassdjup for den aktuelle flaumhendinga. Flaumvasstander kan lesast direkte ut frå kartet, men ved praktisk bruk tilrår NVE at ein tryggleiksmargin vert lagt på vasstandane. Vasstandsgradienten mellom vasstandskotene vert vurdert til å variere lineært og kan difor finst ved interpolasjon.

Flaumutsette område vert presentert med blå farge på karta. Flaumdjupne presenterast med ein blå fargeskala, der den mørkaste blåfargen representerer største flaumdjupna. Dette er nyttig informasjon i høve til arealplanprosessar, av di det indikerer kor store oppfyllingar som er naudsynt dersom flaumutsette område skal kunne nyttast til byggeformål. Vassdjupne er også ein viktig parameter å vurdere, med tanke på kor farlig det vil vere å opphald seg i desse områda under ein flaumsituasjon.

4.2.2 Kartprodukt

Flaumsonene for 20-, 200- og 1000-årsflaumen, samt 200-årsflaumen i eit endra klima i år 2100. Kartprodukta er koda i høve til SOSI-standaren i UTM sone 32 og 33, i formata SOSI og Shape.

Rasterbaserte data for djupne i formatet ASCII.

Sluttprodukta vil verte tilgjengelige både for innsyn i NVE sin kartportal og for nedlasting frå NVE sine nettsider. Kartprodukta på andre format vil kunne overleverast ved kontakt.

5 Uvisse

Som ved all utrekning av denne typen er det uvisse knytt til resultata, samt at faktorar nemnt i delkapittel 6.1 – 6.4 vil påverke framtidige flaumhendingar. Modellane bygger på føresetnadar, som ein meiner er realistiske skal inntreffe i framtida. Desse føresetnadene reknar ein som dei mest sannsynlige ved ei framtidig flaumhending, men det er ikkje gitt at dette alltid stemmer. Det er uansett viktig å påpeke at flaumsonekarta er eit verkty, som bygger på best tilgjengelige kunnskap og data frå fortida og notida, for slik å kunne rekne ut korleis ein framtidig flaum mest truleg vil opptre. Ut frå kalibreiringsresultatet og sensitivitetsanalyse, tilrår NVE at ein nyttar ein tryggleiksmargin på 40cm.

5.1 Flaumutrekning

Det hydrologiske datagrunnlaget er henta frå målestasjonar, der det observeras vasstand. Vassføringa fastsettes ved hjelp av ei kurve, som syner samanhengen mellom vasstand og vassføring (vassføringskurve). Her ligger uvisse både i vasstandsavlesinga og i vassføringskurva. Uvissa i vassføringskurva aukar normalt ved aukande vassføring, då dei fleste vassføringskurver er ekstrapolert for å dekke sjeldne vassføringshendingar.

Datagrunnlaget for flaumutrekning i Øysteseelvi kan karakteriserast som sparsamt. Det føreligg ikkje vassføringsseriar frå vassdraget. I analysen er fleire nærliggande målestasjoner med liknande nedbørfelt nytta, samt regionalt formelverk. Det er relativt små variasjonar i spesifikk middelflaum og frekvensfaktorane mellom målestasjonane i området.

Det er knyta opp til $\pm 20\%$ uvisse ved estimering av spesifikk avrenning frå avrenningskart. Uvissa vil i alminnelegheit auke for aukande feltstorleik (Beldring *et al.*, 2002).

Å kvantifisere uvisse i hydrologiske data er vanskeleg. Det er mange faktorar som spelar inn, særlig for å anslå uvisse i ekstreme vassføringsdata. Konklusjonen for denne utrekninga er at datagrunnlaget er relativt godt og kan klassifiserast som klasse 2, på ein skala frå 1 til 3 der 1 svarar til beste klasse.

5.2 Hydrauliske utrekningar

Det er viktig at tverrprofil skildrar geometrien i elva på ein god måte, det vil seie at det er målt opp tverrprofil der elva blir merkbart brattare eller slakare. I tillegg bør det vere profil der elva vert breiare eller smalare, samt tverrprofil som skildrar djupne og breidde på dei stilleflytande områda.

Øvst er modellen bratt og har store retningsendringar like ved den øvste brua. Dette medfører at modellen ikkje reknar kapasiteten til brua og flaumløpa korrekt. Vasstraumen i elva er turbulent og er prega av store retningsendringar, noko som modellverktøyet ikkje er skikka til å handtera.

For delprosjekt Øystese tilrår NVE at ein nyttar ein tryggleiksmargin 40cm ved praktisk bruk av vasslinja.

5.3 Ekstremvasstand sjø

Datasetta som ligg til grunn for analyser av ekstremvasstander i sjø, har ei anna fordeling enn dei som ligg til grunn for vasslina. Datasettet for sjøvannstander har mindre variasjonar, slik at uvissa

vert mindre. Ein kan difor sette tryggleiksmarginen lågare i områda der det ekstremvasstand, som følgje av stormflo, som er dimensjonerande. I område som grenser mot sjø bør ein ta omsyn til bølgeoppskyljing.

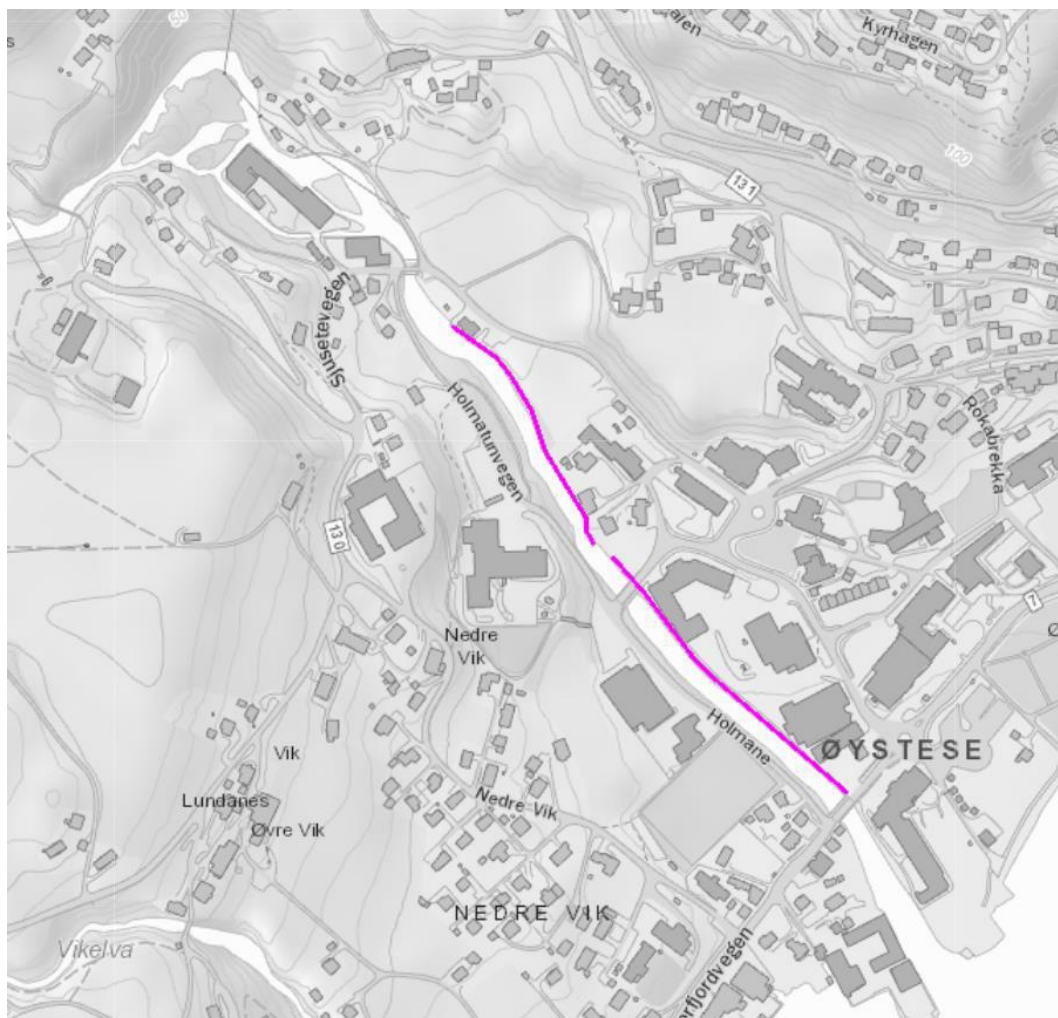
6 Andre faremoment i området

6.1 Is og isgang

I konsekvensutredninga Multiconsult¹¹ skreiv for Øystese Kraft AS i 2012, står det at isen normalt legg seg nedstraums Fitjadalsvatnet i januar. For at isen skal legge seg, er man avhengig av ein relativt lang kuldeperiode, noko som normalt først inntreff i januar. Isen ligg då vanligvis stabilt fram til mars/april. Isen går normalt i slutten av mars i nedre del av vassdraget, medan øvste del vert isfri i starten av april.

6.2 Massetransport, erosjon og sikringstiltak

NVE sin database over sikringstiltak syner at det er 2 sikringstiltak på strekninga som er kartlagt, som igjen er delt i 3 ulike parsellar. Samla lengde på erosjonssikringa er 480 m og den første erosjonssikringa vart ferdigstilt i 1932. I 1947 vart strekninga med erosjonssikringa forlenga med 310 m.



Figur 6-1: Oversikt over registrerte sikringstiltak i NVE sin database. Samla lengde på erosjonssikringa er 480 m.

6.3 Område med fare for vatn i kjeller

Også utanfor direkte flaumutsette område og lågpunkt vil det vere naudsynt å ta omsyn til flaumfaren, da flaum ofte vil føre til høgna grunnvasstand innover elvesletter. Uavhengig av flaumen, kan høgna grunnvasstand føre til vatn i kjellarar. For å analysere dette krevst inngåande analyser, mellom anna av grunntilhøva. Det ligg utanfor flaumsonekartprosjektet si målsetting å kartlegge såne tilhøve.

6.4 Andre farekart

På www.skrednett.no finn ein opplysningar om ev stein-, jord- og snøskred. Rasfare må, saman med flaumfare, takast omsyn til i byggje- og arealplanar. Ein gjennomgang av ev faremoment bør inngå som ein del av kommunen sin risiko- og sårbarheitsanalyse (ROS).

7 Rettleiing for bruk

Stortinget har føresett at tryggingssbehovet langs vassdrag ikkje skal auke som følgje av ny utbygging. Difor bør ikkje flaumutsette område takast i bruk om det finst alternative areal.

Tryggleikskrav til byggverk i høve flaum er gjeve i Byggteknisk forskrift, TEK10, § 7-2. Krava er differensiert i høve til type flaum og type bygg/infrastruktur. NVE si retningsline 2/2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar"¹² skildrar korleis tryggleikskrava i TEK 10 kan etterlevast i arealplanlegginga.

Fortetting i allereie utbygde område er heller ikkje tilleten, før tryggleiken er brakt opp på eit tilfredsstillande nivå i høve til TEK 10.

7.1 Arealplanlegging og byggjesaker - bruk av flaumsonekart

I kommuneplansamanheng kan ein nytte flaumsonene direkte for å identifisere område som ikkje bør byggast, utan nærmare vurdering av faren og moglege tiltak. Flaumsonene skal settast av som omsynssone på plankartet, jf. Plan- og bygningslova (PBL) § 11-8.

Ved detaljplanlegging og ved dele- og byggjesakshandsaming, må ein ta omsyn til at flaumsonekarta har avgrensa grannsemd. Primært må ein ta utgangspunkt i dei utrekna vasstandar og kontrollere terrenghøgda i felt mot desse. For å unngå flaumskade må dessutan dreneringa til eit bygg liggje slik, at avløpet også fungerer godt under flaum. Område som etter nærmare kontroll i felt er utsett for flaumfare, settast av som omsynssone på plankartet, jf. PBL § 12-6.

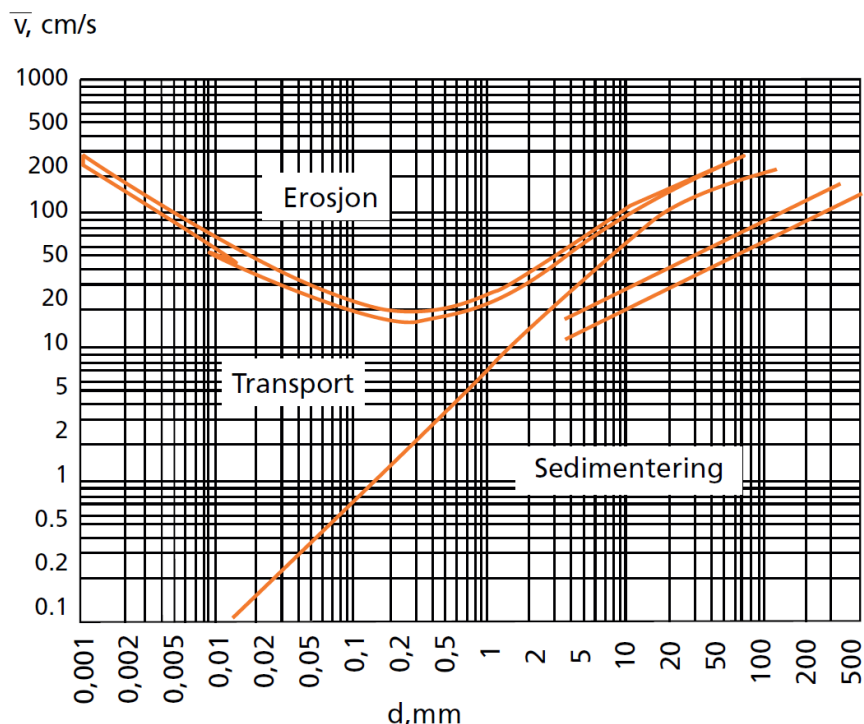
Til omsynssone på arealplankart vert det gjeve føresegnar, som avgrensar eller set vilkår for arealbruken, t.d. rekkefølgekrav. Dette kan vere at det ikkje vert gjeve løyve til etablering av ny busetnad som ligg lågare enn nivå for ein 200-årsflaum, med mindre det først vert utført tiltak som sikrar busetnaden mot flaum.

Ein tryggleiksmargin bør leggjast til ved praktisk bruk. For delprosjekt Øystese tilrår NVE at ein nyttar 40cm tryggleiksmargin ved praktisk bruk av vasslina. Tryggleiksmarginen dekker opp uvisse i grunnlagsmateriale og utrekningar.

Med grunnlag i flaumsonekarta, må det innarbeidast omsynssoner med føresegnar, som ivaretek tilstrekkeleg tryggleik mot flaum når kommuneplanen for Kvam herad vert rullert.

7.2 Korleis forholde seg til vassfart?

Hastigheitskartet er meint å vere til hjelp i arealplanlegging og beredskap, for å identifisere område med fare for erosjon eller stor vasstransport ved flaum. Desse områda bør difor viast ekstra merksemd. Erosjonsfaren er avhengig av fleire faktorar enn berre vassfart, der mellom anna vegetasjonstype, profilfasong, kornform og korngradering er viktige faktorar. Sjølv elveløpet vil i nokre tilfelle kunne ha vesentleg høgare fart enn 2 m/s, utan at det gir problem med erosjon. Tilsvarande vil det i område med til dømes fin silt/sand, der det til vanleg ikkje strømmar vatn, kunne oppstå erosjon allereie ved vassfart på 0,2 m/s, ifølge Hjulstrøms diagram, jf. Figur 7-1. På flaumsletter bør ein generelt vere merksam på erosjon i område med vassfart i storleikssorden 2 m/s.



Figur 7-1: Hjulstrøms diagram¹³ for grense mellom erosjon og avleiring.

For meir inngåande informasjon om erosjon, massetransport og dimensjonering av erosjonssikringstiltak, vert det vist til revidert utgåve av *Vassdragshåndboka*¹³.

7.3 Flaumvarsling og beredskap – bruk av flaumsonekart

Eit flaumvarsel fortel kor stor vassføring som er venta, sett i høve til tidlegare flaumsituasjonar i vassdraget. Det er ikkje nødvendigvis eit varsel om skade. For å kunne varsle skadeflaum, må ein ha detaljert kunnskap om eit område. I dag vert flaumvarsla gjeve i form av ein firetrinns skala for aktsemdsnivå for alle fylka i heile landet. Aktsemdsnivå grønt (1) tilseier ingen spesiell fare. Aktsemdsnivå gult (2), oransje (3) og raudt (4) gir varsel om flaum og fortel kor stor flaumstorleik og skadeomfang som er venta. Ved kontakt med flaumvarslinga vil ein ofte kunne få meir detaljert informasjon. Varsel om naturfare vert lagt ut fortløpande på www.varsom.no.

Flaumsonekart gir detaljkunnskap i form av utrekna vasstandar over ei lengre strekning ved flaum, og ein kan sjå kva område og kva type verdier som vert overfløymd. Ein har i tillegg til flaumsone definert flaumdjupne i ulike areal. Beredskapsmynde bør innarbeide denne informasjonen i sine planar. Ved å lage kart tilsvarande dei som er vist i kapittel 4.1, kan ein finne kva bygningar som vert råka av dei ulike flaumane. Kopling mot adresseregister kan gi lister over eigedomar som vert råka. På dette grunnlaget vil dei beredskapsansvarlege betre kunne planleggje evakuering, omkøyringsveggar, bygging av vollar og andre krisetiltak.

På grunn av uvisse både i flaumvarsel og flaumsonekarta, må ein legge på tryggleiksmargin ved planlegging og gjennomføring av tiltak.

7.4 Korleis forhaldea seg til usikre moment på kartet?

NVE lagar flaumsonekart med høgt presisjonsnivå som for mange føremål skal kunne nyttast direkte. Det er likevel viktig å vere bevisst at flaumsonene si utbreiing vert utleia av attomliggjande datagrunnlag og analysar.

Spesielt i område nær flaumsonegrensa er det viktig at høgda på terrenget vert sjekka mot dei utrekna flaumvasstandane. På tross av god grannsemd på terrengmodellen, kan det vere område som på kartet er markert å liggje utanfor flaumsona, som ved detaljmåling i felt kan vise seg å liggje lågare enn det aktuelle flaumnivået. Tilsvarande kan det vere mindre område innanfor flaumområdet som ligg høgare enn den aktuelle flaumvasstanden. Ved detaljplanlegging og plassering av byggverk er det viktig å vere klar over dette.

Ein måte å forhalde seg til uvisse på, er å leggje tryggleiksmargar til dei utrekna flaumvasstandane. Kor store desse skal vere vil avhenge av kva tiltak det er snakk om. For byggetiltak har vi i kapittel 7.1 lagt fram konkret forslag til påslag på vasstandane. I samband med beredskapssituasjonar, vil ofte uvisse i flaumvarsla langt overstige uvisse i vasslinene og flaumsonene. Det må difor gjerast påslag som tek omsyn til alle element.

Geometrien i elveløpet kan verte endra, spesielt som følge av store flaumar eller ved menneskelege inngrep, slik at vasstandstilhøva vert endra. Tilsvarande kan terrenginngrep inne på elveslettene, så som oppfyllingar, føre til at terrengmodellen ikkje lenger er gyldig i alle område. Over tid kan det difor verte naudsynt å gjennomføre revisjon av utrekningane og produsere nye flaumsonekart.

Så lenge karta vert sett på som den beste tilgjengelege informasjonen om flaumfare i eit område, føreset ein at dei vert lagt til grunn for arealbruk og flaumtiltak.

7.5 Generelt om gjentakintervall og sannsyn

Gjentaksintervall er det tal år som gjennomsnittleg går mellom kvar gong ein får ein like stor eller større flaum. Dette intervallet seier noko om kor sannsynleg det er å få ein flaum av ein viss storleik. Sannsynet for t.d. ein 50-årsflaum er $1/50$, dvs. 2 % kvart einaste år. Om ein 50-årsflaum nettopp har vore i eit vassdrag vil det ikkje seie at det vil gå 50 år til neste gong dette nivået vert overskride. Den neste 50-årsflaumen kan kome allereie i inneverande år, om to, 50 eller kan hende først om 200 år. Det er viktig å vere klar over at sjansen for å få t.d. ein 50-årsflaum er like stor kvart år, men den er liten - berre 2 prosent.

Eit aktuelt spørsmål ved planlegging av verksemd i område utsett for flaum er følgjande: Kva er akseptabelt sannsyn for flaumskade i høve til gjentakintervall og levetid? Gjeve ein konstruksjon med forventa (økonomisk) levetid på 50 år som skal sikrast mot ein 100-årsflaum. I følge Tabell 7-1 vil det vere 40 % sjanse for å få flaumskadar på konstruksjonen i løpet av ein 50-årsperiode. Tek ein utgangspunkt i eit "akseptabelt sannsyn for flaumskade" på t.d. 10 % i ein 50-årsperiode, syner tabellen at konstruksjonen må sikrast mot ein 500-årsflaum!

Tabell 7-1: Sannsyn for overskriding i % ut frå forventa økonomisk levetid og gjentaksintervall.

Gjentaksintervall (T)	Periodelengde år (L)					
	10	50	100	200	500	1000
10	65 %	99 %	100 %	100 %	100 %	100 %
50	18 %	64 %	87 %	98 %	100 %	100 %
100	10 %	39 %	63 %	87 %	99 %	100 %
200	5 %	22 %	39 %	63 %	92 %	99 %
500	2 %	10 %	18 %	33 %	63 %	86 %
1000	1 %	5 %	10 %	18 %	39 %	63 %

8 Referansar

¹ NOU (Norsk offentlig utredning) 1996: *Tiltak mot flaum*

² Stortingsmelding 2011-2012: melding nr.15: Hvordan leve med farene– om flom og skred

³ Stortingsmelding 1996-1997: melding nr.42: Tiltak mot flaum

⁴ Hydrological projections for floods in Norway under a future climate (2011), NVE Report No. 5-2011.

⁵ Væringstad, Thomas: *Flomberegning for Øysteseelvi (052.6Z)*. Norges vassdrags- og energidirektorat 2009.

⁶ Novatek AS. *Flomsonekartlegging – Tverrprofileringer 2007; Øysteelva i Kvam (Hordaland)*.

⁷ Notat frå Tore Dolvik, kommunegeolog Kvam Herad (P-360 201005148-10)

⁸ SeHavnivå.no, Kartverkets ressursnettsted om havnivå og vannstand (5.mars 2014).

⁹ Havnivåstigning, *Estimer av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner, Revidert utgave (2009)*.

¹⁰ CM Consulting AS: *Flomvurdering Øystese*. Notatnr 2007P1510-N01. 18.10.2007

¹¹ Multiconsult 2012, *Konsekvensutredning for Øystese kraftverk*, Kvam herad. Tema: Hydrologi, Øystese Kraft AS.

¹² Retningsline nr 2-2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar", Revidert 22. mai 2014, NVE.

¹³ Fergus, T., Hoseth, K.A. & Sæterbø, E. 2010. Vassdragshåndboka. Tapir akademisk forlag. 428 s.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no