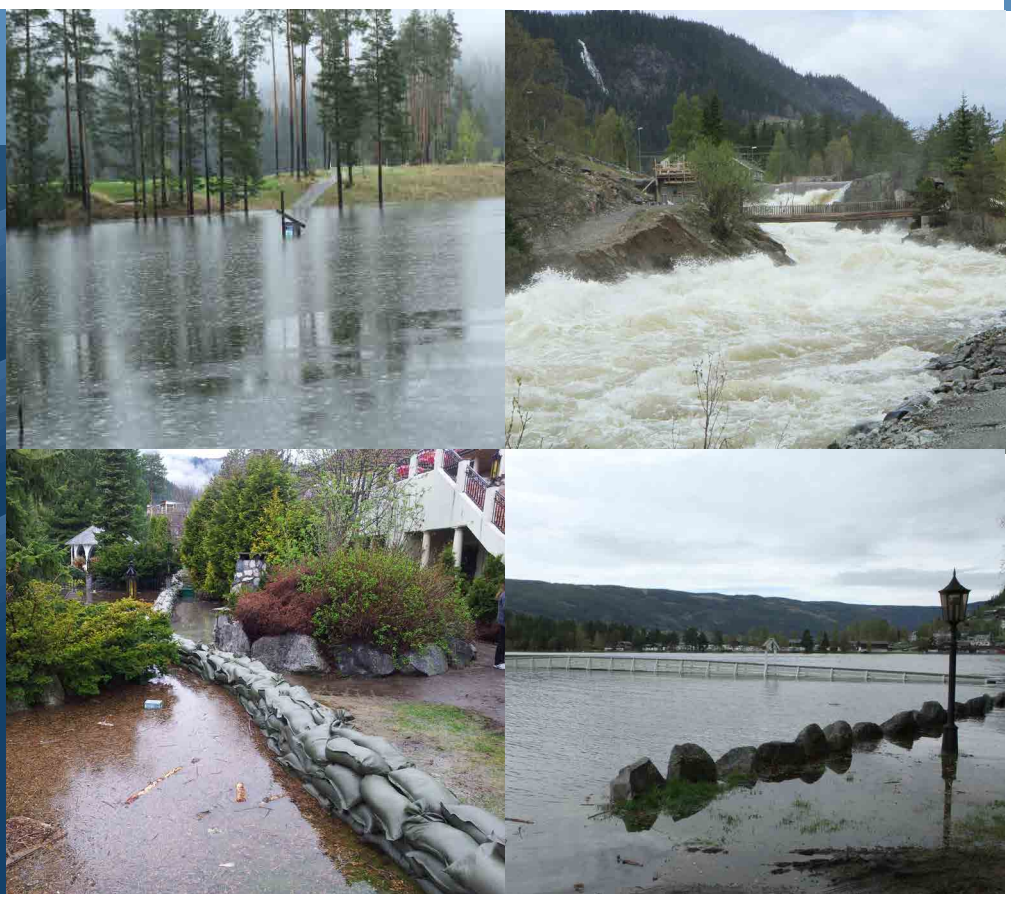
Flomsonekart

Delprosjekt Fagernes

Ahmed Reza Naserzadeh

Camilla Meidell Roald

69
2014



RAPPORT

Rapport nr 69/2014

Flomsonekart – Delprosjekt Fagernes

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Ahmed Reza Naserzadeh

Vannlinje: Ahmed Reza Naserzadeh

Kart: Camilla Meidell Roald

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 15
Forsidefoto: Flom 2011 i Fagernes. Foto: Geir Norling
ISBN: 978-82-410-1021-7

Sammendrag: Det er utarbeidet flomsonekart for Strondafjorden ved Fagernes og Neselva fra utløpet i Strondafjorden til Osen ved Sæbufjorden. Denne rapporten kartlegger dagens tilstand i vassdraget og er basert på flom-, flomvannstands- og flomsoneberegninger på de aktuelle strekninger.

Emneord: Fagernes, flomsone, flom, flomanalyse, flomareal, vannlinjeberegning

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

Telefon: 09575
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

September 2014

Innhold

Forord **5**

Sammendrag **6**

1 Innledning **1**

1.1 Bakgrunn 1
1.2 Avgrensing av prosjektet 1
1.3 Flomsonekart og klimaendringer 2
1.4 Prosjektgjennomføring 4

2 Metode og databehov **5**

2.1 Metode 5
2.2 Hydrologiske data 5
2.2.1 Nedbørsfeltet 5
2.2.2 Strondafjorden 7
2.2.3 Flomberegning 9
2.2.4 Flomberegningen for dam 9
2.3 Datagrunnlag 14
2.3.1 Tverrprofil 14
2.3.2 Terrengmodell 14
2.3.3 Kalibreringsdata 15
2.3.4 Vannstandsdata 16
2.3.5 Observerte flommer 16
2.3.6 Vannstand Strondafjorden 16

3 Vannlinjeberegning **17**

3.1 Kalibrering 18
3.2 Grensebetingelser 22
3.3 Resultat 22
3.4 Spesielt om bruer 25

4 Flomsonekart **27**

4.1 Resultater fra flomsoneanalysen 27
4.1.1 20-årsflom 27
4.1.2 200-årsflom 31
4.1.3 1000-årsflom 35
4.2 Lavpunkter 38
4.3 Områder med fare for vann i kjeller 38
4.4 Kartpresentasjon 39
4.4.1 Hvordan leses flomsonekartet? 39
4.4.2 Sluttprodukter 39

5 Usikkerhet **40**

5.1 Flomberegningen 40
5.2 Vannlinjeberegningen 40
5.3 Flomsonene 41

6 Andre faremomenter i området **42**

6.1 Erosjon og massetransport 42
6.2 Sikringstiltak..... 43

7 Veiledning for bruk 44

7.1 Unngå bygging på flomutsatte områder 44
7.2 Hvordan forholde seg til usikkerhet på kartet? 44
7.3 Arealplanlegging og byggesaker – bruk av flomsonene 45
7.4 Flomvarsling og beredskap – bruk av flomsonene 45
7.5 Generelt om gjentaksintervall og sannsynlighet 46

8 Vedlegg 47

9 Referanser 47

Forord

Et nasjonalt kartgrunnlag – flomsonekart – er under etablering for de vassdragene i Norge som har størst skadepotensial. Hovedmålet med kartleggingen er forbedret arealplanlegging, byggesaksbehandling og beredskap i flomutsatte områder, slik at skadene ved flom blir redusert.

Rapporten presenterer resultatene fra kartleggingen av Strondafjorden ved Fagernes og Neselva fra utløpet i Strondafjorden til Osen ved Sæbufjorden, en strekning på totalt 2,8 km. Grunnlaget for flomsonekartene er flomberegninger og vannlinjeberegninger.

En særlig takk til Nord-Aurdal kommune, som har vært engasjert og bidratt med lokalkunnskap og kontroll av de foreløpige kartene.

Oslo, september 2014

Anne Britt Leifseth

avdelingsdirektør

Eli K. Øydvin

seksjonssjef

Sammendrag

NVE har utarbeidet flomsonekart for Strondafjorden og Neselva, som viser oversvømt areal ved flommer med ulike gjentaksintervall for dagens situasjon.

Denne rapporten presenterer resultatene fra kartleggingen av Strondafjorden ved Fagernes og Neselva fra utløpet i Strondafjorden til Osen ved Sæbufjorden, en strekning på 2,8 km. Grunnlaget for flomsonekartene er tverrprofiler, flomberegninger og vannlinjeberegninger. Det er utført flomberegninger for flommer med gjentaksintervall middelflom, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000-årsflommer i vassdraget. Beregninger for klimafremskrivinger, viser at Neselva vil få 0 % økning i flomvannføringer frem mot år 2100.

Observerte vannstander fra 2011 flommen og normalvannstandsdata er brukt for å kalibrere modellen. Det er utført vannlinjeberegninger for normalvannføringen, middelflom og hhv. 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000-årsflom. Det er foretatt en frekvensanalyse av Strondafjorden ved Fagernes. Disse legges et horisontalt lokk over de beregnede vannlinjer slik at det blir noe høye fjordvannstander som satt inn som vannstand mot samløpet.

Ved store flommer kan elva rive med seg vegetasjon og erosjonssikringer som ligger langs elvekanten. Dette kan føre til tilstopping av bruer og kulverter med påfølgende oppstuing og oversvømmelser, selv ved mindre flommer. Under flomepisoder er det viktig at kommunen inspiserer bruer og kulverter i vassdraget, for kontinuerlig å kunne vurdere faren og muligheten for å sette inn avbøtende tiltak.

Flomsoneanalysen er utført med GIS. Denne omfatter flomsone med flomdybder for 20-, 200- og 1000-årsflommen. Analysen omfatter også sone med fare for vann i kjeller for 200-årsflommen.

I kommuneplanen kan en bruke flomsonene direkte for å identifisere områder, som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. I reguleringsplaner og ved dele- og byggesaksbehandling, må en ta hensyn til at også flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. Spesielt i områder nær flomsonegrensen, er det viktig at høyden på terrenget sjekkes mot de beregnede flomvannstandene i tverrprofilene. Primært må en ta utgangspunkt i de beregnete vannstander, og kontrollere terrenghøyden i felt mot disse. En må spesielt huske på at for å unngå flomskade, må dreneringen til et bygg ligge slik at avløpet også fungerer under flom.

Vannlinjeberegninger er basert på data fra ulike kilder som alle har feilkilder, i tillegg til usikkerheten i selve vannlinjeberegningene. NVE anbefaler derfor at det legges til en sikkerhetsmargin på 30 cm på de beregnede vannstander.

Områder som er utsatt for flomfare skal avsettes som *hensynssone - flomfare* på arealplankart, og tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Dette kan gjøres ved at det ikke tillates etablering av ny bebyggelse lavere enn nivå for en 200-årsflom, med mindre det utføres tiltak som sikrer bebyggelsen mot flom.

1 Innledning

Hovedmålet med kartleggingen er å bedre grunnlaget for vurdering av flomfare til bruk i arealplanlegging, byggesaksbehandling og beredskap mot flom. Kartleggingen vil også gi bedre grunnlag for flomvarsling og planlegging av flomsikringstiltak.

1.1 Bakgrunn

Etter den store flommen på Østlandet i 1995, kjent som Vesleofsen, ble det oppnevnt et utvalg, Flomtiltaksutvalget som utarbeidet NOU 1996:16 Tiltak mot flom[1]. Utvalget anbefalte at det skulle etableres et nasjonalt kartgrunnlag – flomsonekart – for vassdragene i Norge som har størst skadepotensial. Utvalget anbefalte en detaljert digital kartlegging.

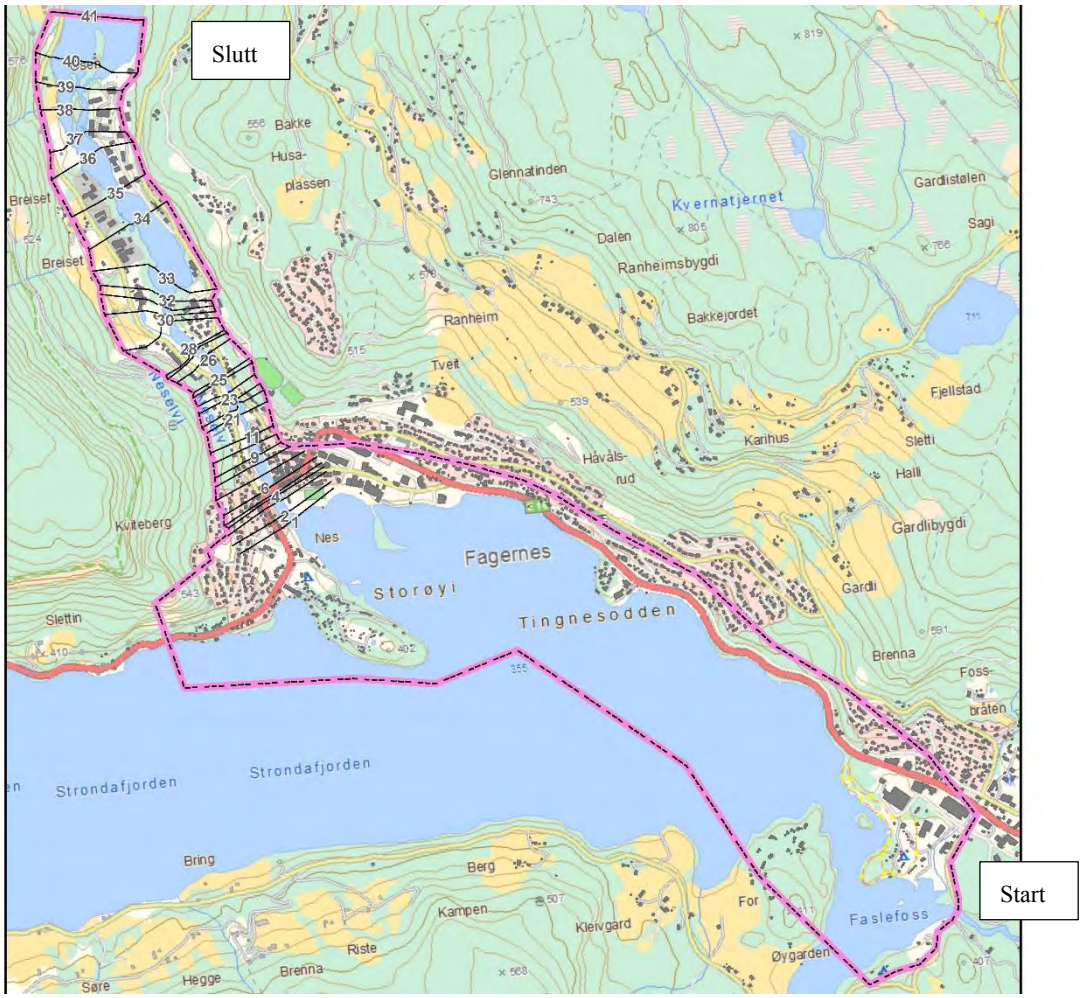
I stortingsmelding nr 15 (2011-2012)[2], ble det klart at regjeringen vil videreføre satsingen på flomsonekart fra stortingsmelding nr 42 (1996-97)[3]. Regjeringen fastholder, at styring av arealbruken er det absolutt viktigste tiltaket, for å holde risikoen for flomskader på et akseptabelt nivå. Stortingsmeldingen slår også fast, at ved nykartlegging og ajourføringer, skal kartene også vise endringer som følge av klimaframskrivinger.

Med grunnlag i stortingsmelding 42, ble det i 1998 satt i gang et 10-årsprosjekt for flomsonekartlegging i regi av NVE. Totalt er det gjennomført detaljert flomsonekartlegging av ca. 130 vassdragsstrekninger. Nær halvparten av de kartlagte strekningene munner ut i sjøen. For disse utløpsområdene, er oversvømming som følge av stormflod også kartlagt. Arbeidet med detaljert flomsonekartlegging er videreført, som en del av forvaltningen fra og med år 2008. I følge Stortingsmelding nr 15, skal NVE nå utarbeide en plan for flomfarekartlegging, som klargjør prioriteringene både for nykartlegging og ajourføring. Les mer om NVE sitt flomsonekartleggingsarbeid på www.nve.no.

1.2 Avgrensing av prosjektet

Området som er kartlagt strekker seg fra Strondafjorden ved Fagernes og Neselva fra utløpet i Strondafjorden til Osen ved Sæbufjorden, en strekning på totalt 2,8 km. Det er ikke utført analyse for sidevassdrag, slik at oversvømmelse som følge av flom i sidebekker beregnes ikke. Oversvømt areal beregnes som følge av flom i Neselva og Strondafjorden. Kart som viser prosjektets avgrensning er vist i Figur 1.1.

Det er primært oversvømte arealer som følge av naturlig høy vannføring som kartlegges. Virkningen av andre vassdragsrelaterte faremomenter som isganger, erosjon og utrasinger er ikke gjenstand for tilsvarende analyser, men kjente problemer av denne art er omtalt i tilknytning til flomsoneprosjektet, jf kapittel 6 Andre faremomenter i området.



Figur 1.1: Kart over analyseområder for Fagernes.

1.3 Flomsonekart og klimaendringer

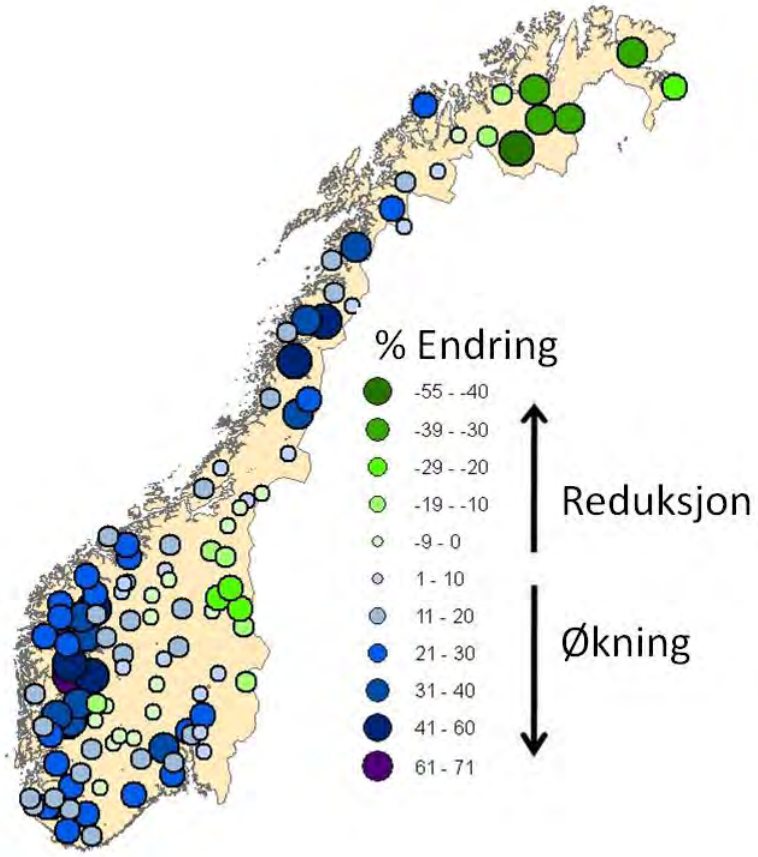
NVE utarbeider flomsonekart med grunnlag i flomberegninger og vannlinjeberegninger, i tillegg blir det tatt hensyn til stormflo for strekninger med utløp i sjø. Beregningene av flomstørrelser og stormflo, er basert på historiske data. Klimafremskrivninger er basert på resultater fra modeller for dagens og fremtidens klima, som er sammenlignet for å beregne forventet endring i f.eks. 200-årsflom. Alle beregninger er utført med utgangspunkt i det beste av data pr. dag dato.

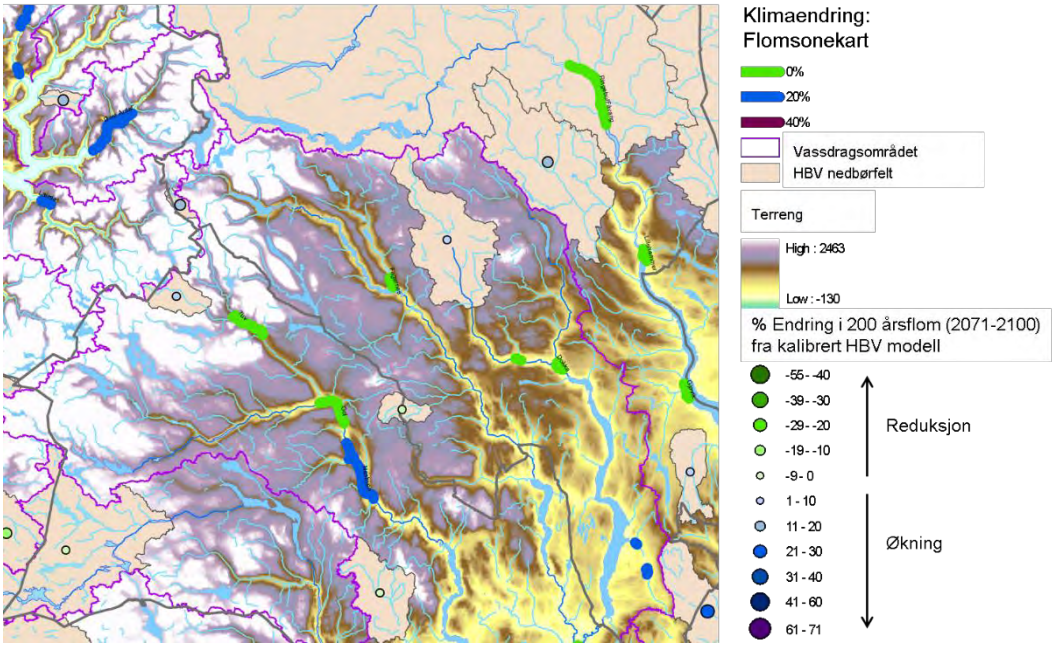
Forskning viser at klimaendringer vil føre til endringer i fremtidige flommer. NVE har for 115 nedbørfelt, estimert forventet endring i 200- og 1000-årsflom frem mot slutten av dette århundret. Beregningene[4] er basert på flere tilgjengelige klimafremskrivninger, kalibrerte hydrologiske modeller og flomfrekvensanalyser. Beregnet endring i fremtidige flommer er prosentvis endring fra perioden 1961-1990 til 2071-2100. Den fullstendige analysen inneholder 8000 scenarioer for hvert nedbørfelt, hvor medianverdien av alle resultatene er beregnet klimaendring. Medianverdi er den midterste verdien i en tallrekke.

Generelt er det forventet at ekstremnedbør og regnflommer kommer til å øke i hele landet, mens snøsmelteflommer i de større vassdragene vil avta, se Figur 1.2**.** Resultatet

av dette er økte flomstørrelser i alle vassdrag på Vestlandet, langs kysten og i små bratte vassdrag i hele landet. Også sideelver fra små, bratte nedbørsfelt vil få økte flomstørrelser, selv om flomfaren i hovedelven reduseres. I store vassdrag på Østlandet, i innlandet i Midt-Norge, i Troms og Finnmark forventes en reduksjon eller liten endring. I sistnevnte gruppe vil derfor eksisterende flomsonekart, gi et tilfredsstillende grunnlag for vurdering av flomfaren, også i forhold til fremtidige flommer. Dette gjelder imidlertid ikke munningsområdene, fordi havnivåstigning og økt stormfloaktivitet vil føre til forhøyede vannstander.

Effekter av klimaendringer på flom er kategorisert i tre inndelinger: ingen endring, 20 % økning og 40 % økning. Hvilken kategori en elvestrekning tilhører er avhengig av hvor i Norge en befinner seg, nedbørfeltets areal og høydefordelingen i nedbørfeltet. NVE vil tilpasse flomsonekartene til et endret klima der det er nødvendig, etter hvert som gode nok data og metoder foreligger. Dette inngår som en del av NVEs ajourføring av flomsonekart.





Figur 1.2: Endring i vannføring som følge av klimaendringer. Resultatet er basert på fremtidige klimascenarioer, regionale analyser og hydrologiske modelleringer av uregulerte nedbørfelt.

Klimafremskrivningene for Neselva gir 0 % økning i vannføringene fram mot år 2100. Fremskrivningene av klimaet viser at vi får ingen økning i regnflommer for mindre felt, og at dette også vil gjelde for sidevassdrag og bekker langs Neselva.

1.4 Prosjektgjennomføring

Prosjektet er gjennomført av NVE med Nord-Aurdal kommune som bidragsyter og diskusjonspart. Første utkast til reviderte flomsonekart ble presentert for kommunen 12. august 2014, for innspill og vurdering av flomutbredelse. Prosjektet er gjennomført i henhold *Prosjekthåndbok flomsonekartprosjektet* [5].

2 Metode og databehov

2.1 Metode

Metoden inkluderer detaljkartlegging av terreng og profiler i elva, flomberegning, vannlinjeberegning og beregning av flomflater vha. en terrengmodell.

I flomberegningen beregnes aktuelle vannføringer for flommer med gjentaksintervall hhv. 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000 år. I tillegg beregnes middelflom og normalvannføring basert på avrenningskart for Norge, med data fra 1961-1990. Data om vannføring og elveløpets egenskaper benyttes i en hydraulisk modell, som beregner vannstander (vannlinje) for hver vannføring. Kalibrering av modellen gjøres med utgangspunkt i sammenhørende verdier av vannstand og vannføring fra historiske flommer.

Av vannlinjen utledes en vannflate. Vannflaten kombineres med en digital terrengmodell i GIS, og ut fra dette beregnes oversvømt areal (flomsonen).

Resultatet i form at flomsoner, viser per definisjon oversvømt areal ved en eller flere flommer med gitte gjentaksintervall.

2.2 Hydrologiske data

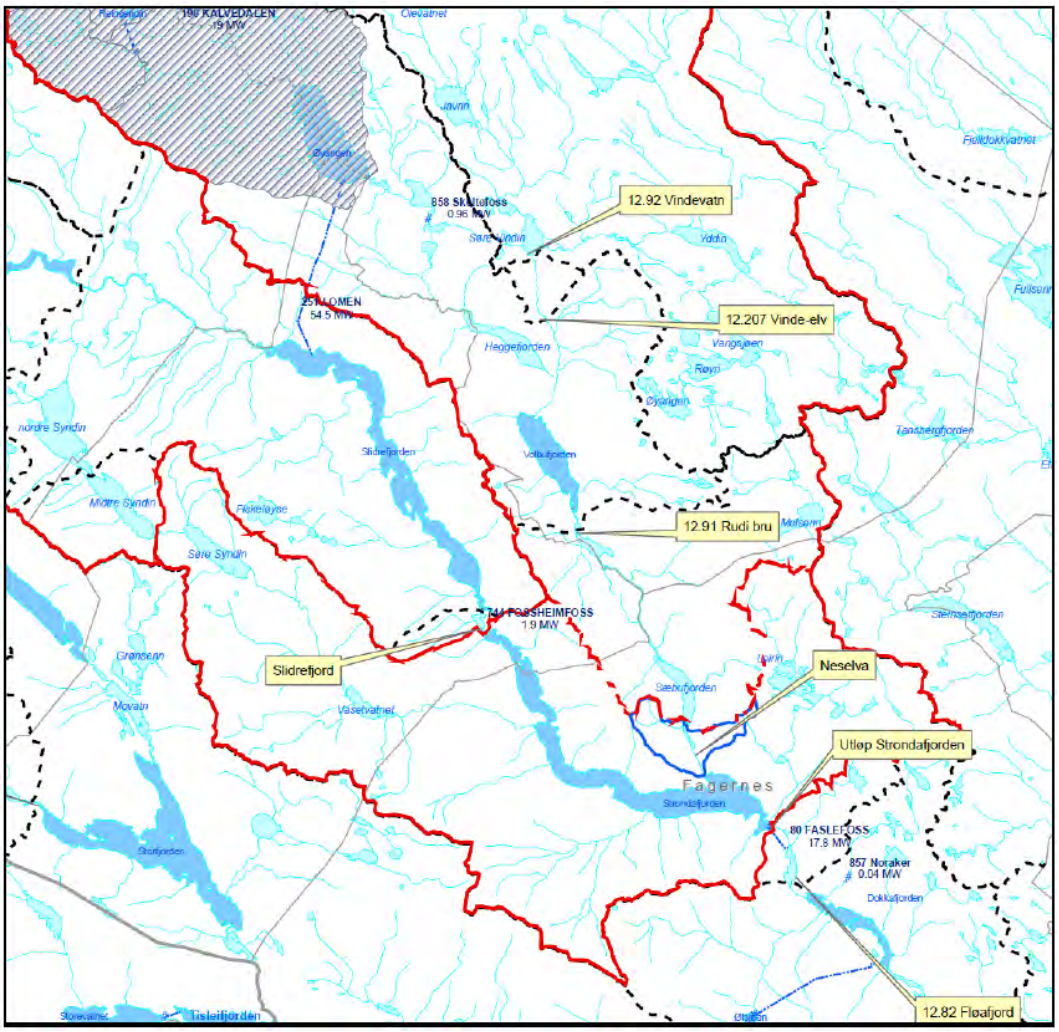
De følgende avsnittene er utdrag fra rapporten *Flomberegning for Fagernes (012.lZ)* (37/2012)[6], og det henvises derfor til den for en detaljert gjennomgang av det hydrologiske datagrunnlaget og beregningene, samt vurderinger av hydrologiske data som nedbørsfelt, målestasjoner og dataserier.

2.2.1 Nedbørsfeltet

Elva som renner ut av Heggefjorden, til Volbufjorden og videre gjennom Sæbufjorden, kalles Neselva. Elvestrekningen flomberegningen er utført for er relativt kort og går fra Sæbufjorden (379 moh) ned til Strondafjorden (355 moh) og er ca. 2,8 km lang.

Neselva og Strondafjorden ligger i Begnavassdraget som utgjør øvre del av Drammensvassdraget. Vassdraget grenser i nord mot Tyin, Bygdin og Vinstre i Jotunheimen, Hemsedalsfjella i vest og Huldreheimens roligere landskap i øst. I sør og langs innsjøene Strondafjorden, Slidrefjord og Vangsmjøsa er det landbruksområder og bebyggelse.

Nedbørfeltet til Neselva strekker seg fra 355 moh (Strondafjorden) til høyeste fjelltopp på 1776 moh (Vennisfjellet). Vassdraget som drenerer ned til Strondafjorden kan deles i en østre og vestre del, som i denne rapporten blir referert som Østre og Vestre Slidre. Den østre delen har utspring i Olefjorden og fjella som grenser mot Bygdin. Vassdraget har flere innsjøer i denne greina; Øyangen og Volbufjorden er de største i hovedelva, i tillegg til Olefjorden. Den vestre delen av vassdraget har utspring i Steinbusjøen og fjella som grenser mot Tyin. Denne delen av vassdraget har tre store sjøer i tillegg til Steinbusjøen (1211 moh); Vangsmjøsi (466 moh), Slidrefjord (366 moh) og Strondafjorden (355 moh). Kart over nedbørfeltet er vist i Figur 2.1



Figur 2.1: Oversikt over nedbørsfeltet og relevante vannføringsstasjoner for flomberegningen for Neselva til utløpet i Strondafjorden.

Nedbøren i området varierer fra 1500-2000 mm i året i høyfjellet til under 750 mm i året nede i dalførene (se figur 2-2).

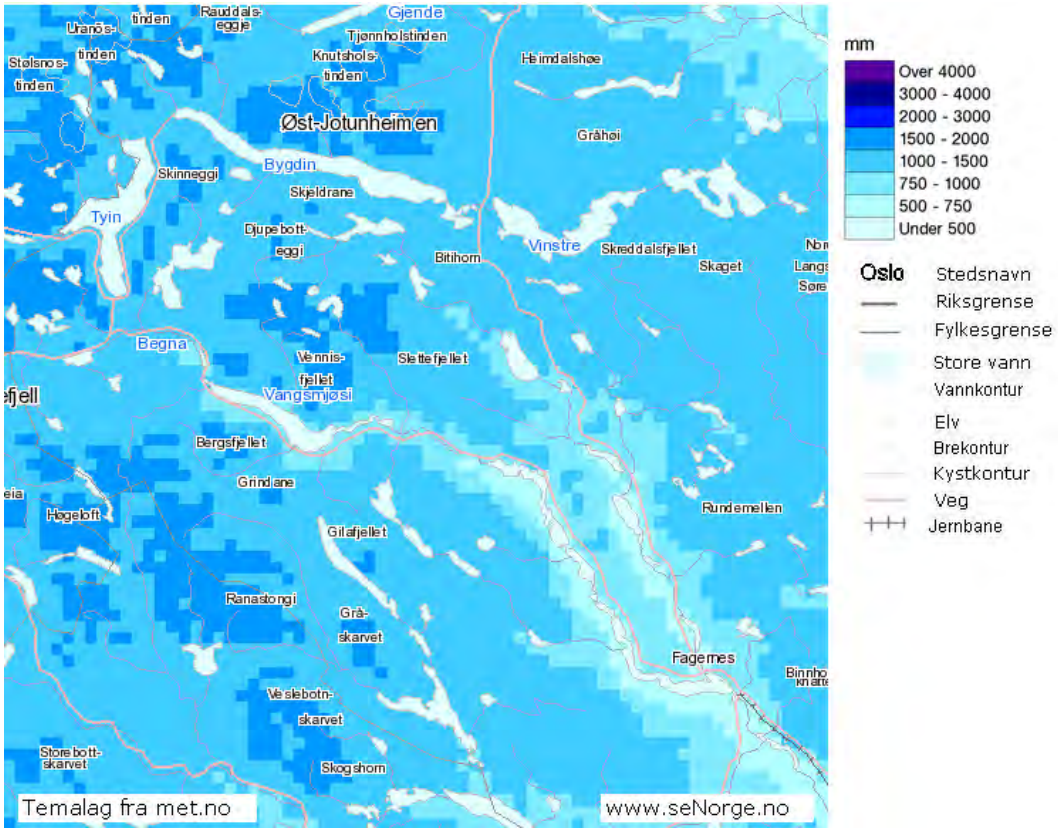
Tabell 2.1 viser feltparameter for nedbørfeltene det er beregnet flomstørrelser for.

Tabell 2.1: Feltparametere for Neselva og Strondafjorden sine naturlige* nedbørfelt.

	Areal (km^2)	**Eff. sjø** (%)	**Sjø** (%)	**Feltlengde** (km)	**Normalavløp, Q_N[1]** ($l/s \cdot km^2$)
Neselva, v/ innløp Strondafj.	784	1,5	7,4	69	20
Slidrefjord naturlig	778	3,2	9,2	56	23
Strondafjorden, v/utløp	1844	1,4	8,3	72	21

[1] Q_N er årsavrenning i normalperioden 1961-1990 hentet fra NVEs avrenningskart.

* Med naturlig nedbørfelt menes uregulert nedbørfelt. I dette tilfellet er overføringen av Rysntjern inkludert i det naturlige nedbørfeltet. Se kapittel 3, Reguleringer i vassdraget, og kapittel 4, Hydrometriske målestasjoner, for beskrivelse av denne overføring i NVE rapport nr. 37-2012 Flomberegning for Fagernes.

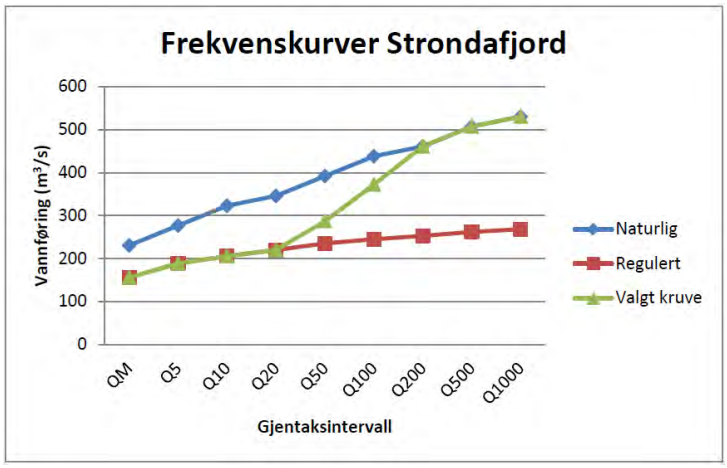


Figur 2.2 Normalnedbør for perioden 1961-1990, Valdres. Fra www.senorge.no.

2.2.2 Strondafjorden

Oversiktskartet i figur 2.1 viser nærliggende vannføringsstasjoner som er tatt med i flomberegningen for Neselva. Spesielt for Neselva er at den har utløp i Strondafjorden, som er et regulert magasin. For bestemmelse av nedre grensebetingelse i

vannlinjemodellen er det etablert frekvenskurver for situasjon før reguleringen og sammenlignet denne med den regulerte kurven, se figur 2.3.



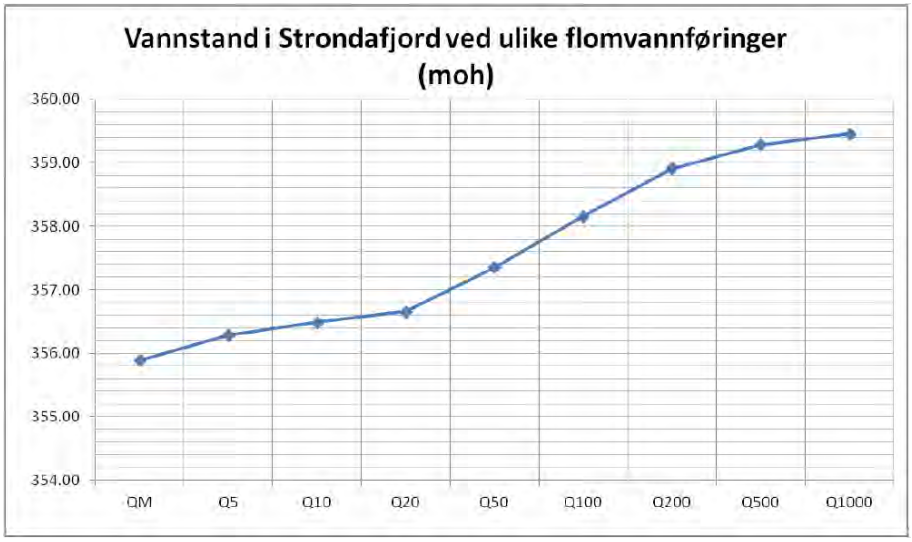
Figur 2.3 Frekvenskurver Strondafjorden.

Det er antatt i beregningene at reguleringskapasiteten er brukt opp for en 20-årsflom og at flomforholdene vil nærme seg de uregulerte forholdene for flommer opp til en 200-årsflom. For større flommer vil ikke reguleringene virke flomdempende.

Vannstanden i Strondafjorden er avhengig av reguleringsreglementet ved Faslefoss kraftverk, der sammenhengen mellom vannføring og vannstand beskrives med formelen;

$Q = 19.4 * (h - 352.47)^{1.71}$

Med utgangspunkt i formelen over kan en beregne vannstanden i Strondafjorden ved ulike vannføringer, som vist i figur 2.4.



Figur 2.4: Vannstand i Strondafjorden ved ulike gjentaksintervall.

2.2.3 Flomberegning

Resultatet av beregningen er kulminasjonsvannføringer med forskjellige gjentaksintervall for Neselva, Slidrefjord og Strondafjorden. Flomberegningen er basert på flomfrekvensanalyser av observerte flommer i vassdraget og i nærliggende vassdrag, samt regionale flomformler. Resultatet av flomberegningen er:

Tabell 2.2: Flomverdier i Neselva og Strondafjorden, Kulminasjonsvannføring og vannstand

Punkt i vassdraget	Areal km^2	Q_{mom}/ Q_{mid}	Q_M m^3/s	Q_5 m^3/s	Q_{10} m^3/s	Q_{20} m^3/s	Q_{50} m^3/s	Q_{100} m^3/s	Q_{200} m^3/s	Q_{500} m^3/s	Q_{1000} m^3/s
Neselva	784	1,07	93	111	130	148	167	236	315	344	358
Slidrefjord	778	1,02	88	106	124	141	159	219	287	313	326
Strondafjorden	1844	1,02	159	192	209	224	292	379	469	516	539
NN1954		**moh.**	**moh.**	**moh.**	**moh.**	**moh.**	**moh.**	**moh.**	**moh.**	**moh.**	**moh.**
Strondafjorden vannstand		355.9	356.3	356.5	356.7	357.4	358.2	358.9	359.3	359.5	359.5

2.2.4 Flomberegningen for dam

Flomberegningen for Strondafjorden, som var godkjent i 1997, har en beregnet 1000-årsflom på hele 858 m^3/s. Flomberegning fra 2007 er utført med tanke på damsikkerhet og bygger på andre forutsetninger enn tilsvarende beregning for flomsonekart, og det er derfor ventet at en vil få et annet resultat. I dette tilfellet er forskjellen så stor at en har analysert datagrunnlaget for rapportene for å finne bakgrunnen for avviket.

Det er i de to rapportene gjort ulike vurderinger av tilsiget til Strondafjorden ved en flom. I flomberegningsrapporten for damsikkerhet er det tatt utgangspunkt i spesifikk flomvannføring (vannføring pr arealenhet) fra målestasjonen Vindeelv (268 km^2), som ligger i feltet som drenerer til Strondafjorden. Dette er så skalert opp til å gjelde hele Strondafjordens nedbørfelt (1844 km^2). Det gir et svært "konservativt" anslag.

I flomsonekartrapporten er det også benyttet data fra blant annet Strondafjorden og Slidrefjord fra før vassdraget ble regulert, for å vurdere flomforholdene. Dette viser at man må vente en lavere spesifikk tilløpsflom for Strondafjorden enn for Vindeelv. Dette virker rimelig fordi både nedbør og snømengder vil variere mer i Strondafjordens nedbørfelt enn for det mindre feltet til Vindeelv.

2.2.5 Observerte flommer

Vannstander og vannføringer i Strondafjorden ved fire store flommer i vassdraget er presentert i tabell 2.3. Vannstandene er gitt av FBR (regulanten) og vannføringen er beregnet ved avløpskurven for Strondafjorden. FBR har også oppgitt vannføring for 1967-flommen, som samsvarer med det vannføringskurva gir for denne vannstanden. For Strondafjorden er

HRV = 355,27 moh.

Tabell 2.3: Observerte og beregna flommer i Strondafjorden. Vannstander fra FBR.

Årstall	**Vannføring (m^3/s)**	**Vannstand (NN1954) (moh.)**
1927	314	357,56
1967	268	357,11
1995	203	356,43
2007	202	356,39

Tabell 2.3 illustrerer effekten av økt reguleringsgrad i vassdraget. Flommer som i naturlige vassdrag ville hatt høyere (sjeldnere) gjentaksintervall er redusert og fått et lavere (oftere) gjentaksintervall enn de ville hatt uten reguleringer.

I tabell 2.4 er også flomvannstander og tilhørende vannføring for Slidrefjord presentert. Data fra FBR. Q500 er beregna av Norconsult (2005). Q1000 er hentet fra flomberegning for damsikkerhet fra 1995.

Tabell 2.4: Observerte og tidligere beregna flommer i Slidrefjord. Tall fra FBR.

Årstall	**Vannføring** (m^3/s)	**Vannstand (NN1954)** (moh.)
1939	200	367,06
1967	105	366,73
2007	175	366,66
Beregna Q1000	347	367,06
Beregna Q500	323	367,02

I 1939 var vassdraget oppstrøm Slidrefjord uregulert, bortsett fra en mindre regulering i Ylja (Ylja Øyangen). Q1000 er beregnet for regulert vassdrag derfor er ikke tallene sammenlignbare.

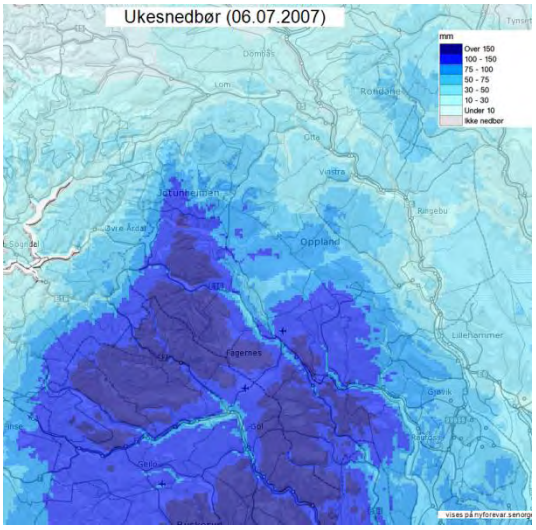
Se også kapittel 5 i NVE rapport nr. 37-2012 "Flomberegning for Fagernes" for beskrivelse av flommer i vassdraget (flomberegningen for Fagernes.)

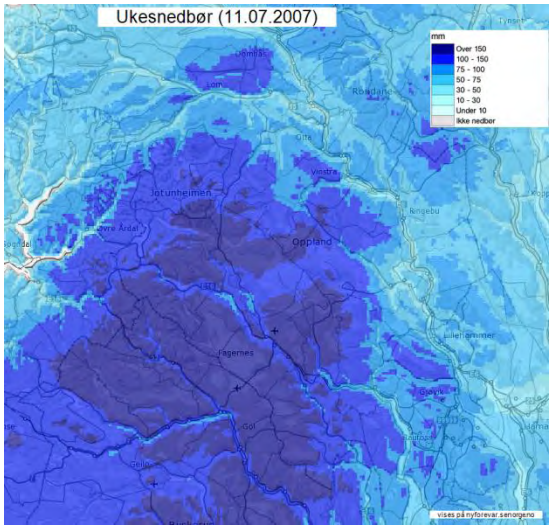
2007-flommen

I juli 2007 var det flom i store deler av Østlandet, som følge av langvarig og intens nedbør. Tabell 2.5 viser akkumulert nedbør for Valdres og omkringliggende områder ved to perioder i juli 2007. I nedbørfeltet til Slidrefjord, Neselva og Strondafjorden var observert vannføring som presentert i tabell 2.5. Figur 2.6 til **Feil! Fant ikke referansekilden.** viser bilder fra flommen, fra Neselva og Strondafjorden.

Tabell 2.5: Vannføring i vassdraget ved flomtopp under 2007-flommen.

2007	Dato	Vannføring (m^3/s)
Neselva – 12.91 Rudi bru	11. juli	66
Slidrefjord (FBR)	7. juli	175
Strondafjord (FBR)	11.juli	201





Figur 2.5: Akkumulert nedbør over 7 døgn for Østre og Vestre Slidre. Til venstre vises akkumulert ukesnedbør 6.juli og til høyre tilsvarende for 11.juli. Dette forklarer at vestre deler av vassdraget (Slidrefjord) nådde flomtopp tidligere enn østre og nedre deler av vassdraget (Neselva og Slidrefjord).

Figur 2.6: Flomstøtta i Fagernes 8. juli 2007, med vannstand 356,18 moh i Strondafjorden. Foto: FBR.

Figur 2.7: Brua over utløpet av Strondafjorden, 11.juli 2007. Vannstand i Strondafjorden 356,41 moh. Foto: FBR

Figur 2.8: E6-brua over Neselva, ved utløp til Strondafjorden. 11.juli 2007. Vannstand Strondafjorden 356,41 moh. Vannføring ved 12.91 Rudi bru ca 13 km oppstrøms Strondafjorden, var mellom 58-72 m^3/s den dagen. Foto: FBR

Figur 2.9: Neselva, 11.juli 2007. Vannstand i Strondafjorden 356,41 moh. Foto: FBR

Figur 2.10 Normal og Flom 2011. Vannstand i Strondafjorden 355,86 moh. Foto: Geir Norling (flombilde)

2.3 Datagrunnlag

Flomsonene er bygget på data fra flere kilder. Den hydrauliske modellen er for eksempel basert på oppmålte data i kombinasjon med data fra en terrengmodell.

2.3.1 Tverrprofil

Det ble i 2010 målt opp 23 tverrprofiler av Mjøsplan på oppdrag fra Nord-Aurdal kommune[7]. I tillegg ble det målt opp 11 tverrprofiler av Novatek AS[8] i 2008 på oppdrag for NVE. Dette omfatter en strekning fra utløpet av Sæbufjorden ved Døvresøygarden, ned til Neselvas utløp i Strondafjorden. Tilsvarende en strekning på ca. 2,8 km. Profilene er valgt ut for å beskrive elvas geometri i horisontal- og vertikalplanet.

2.3.2 Terrengmodell

Det er generert terrengmodell i GIS med laserdata hentet fra Statens Kartverket i 2013. Programvaren som er brukt er ArcGis 10.2

2.3.3 Kalibreringsdata

For å kalibrere vannlinjeberegningsmodellen er vi avhengig av samhørende verdier av vannføring og vannstand

Observerte vannstander fra flommen i 2011 er vist i tabell 2.6. Nedre delen av modellen er kalibrert ut fra flomobservasjoner dette året. Flommen i 2011 er beregnet til å være en 2 til 3-årsflom. Den øvrige delen av modellen er kalibrert mot en lav vannstand med vannføringer 4,3-13,5 m3/s.

Tabell 2.6. Observerte vannstander ved flommen i 2011 (P1-P10,2) i Strondafjorden.

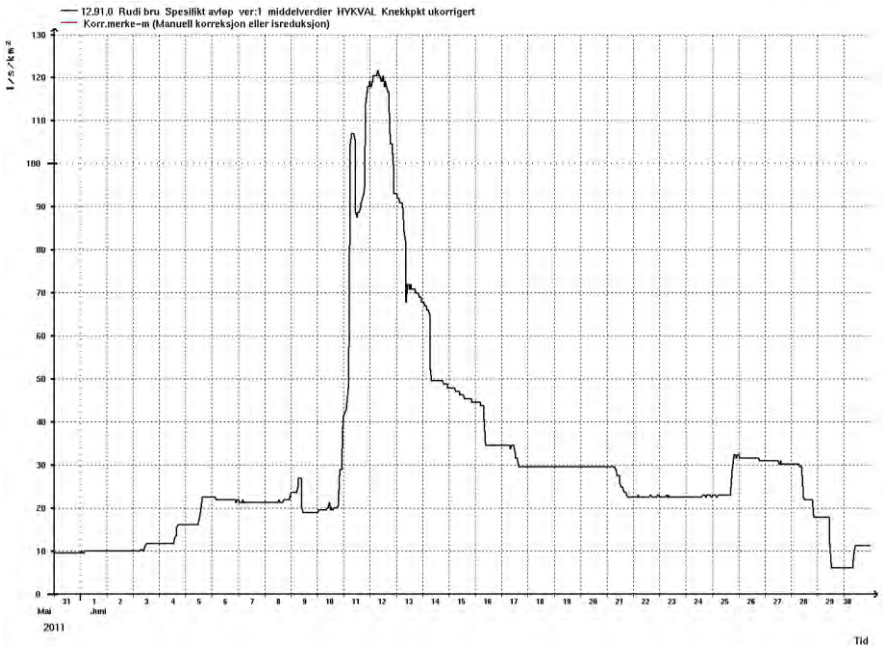
	Kalibrering	
Profil	Vannføring	Vannstand
	(m^3/s)	NN1954 (moh)
1	93	355,86
5,5	93	357,23
7,5	93	357,45
10,2		359,26
22	4,3	373,5
23	4,3	373,82
24	4,3	373,98
25	4,3	374,82
26	4,3	375,05
27	4,3	375,53
28	4,3	376,05
29	4,3	376,06
30	4,3	376,11
31	4,3	376,1
32	4,3	376,12
33	4,3	376,15
34	13,5	376,4
35	13,5	376,4
36	13,5	376,4
37	13,5	376,6
38	13,5	377,5
39	13,5	378,27
40	13,5	378,4
41	13,5	378,4

2.3.4 Vannstandsdata

NVE hadde en representant fra RØ som registrerte vannstandene i terrenget for nedre delen av Neselva under flommen i 2011. Vannstandene ble innmålt i ettertid.

2.3.5 Observerte flommer

Vannføringene er beregnet ut fra en arealskalering av vannstandsregistreringer ved NVE sin målestasjon 12.91 Rudi bru. Det spesifikke avløpet under flommen i 2011 kulminerte på 121.5 l/s/km^2. Dette tilsvarer en kulminasjonsvannføring ved utløpet av Neselva på ca. 95 m^3/s.



Figur 2.11: Spesifikk vannføring ved 12.91 Rudi bru i juni 2011. Flommen kulminerte ved en spesifikk vannføring på 121.5 l/s/km^2

2.3.6 Vannstand Strondafjorden

Vannstanden i Strondafjorden er avhengig av hvordan kraftverket reguleres og om det slippes vann via omløpstunneler. I *Flomberegning for Fagernes, rapport 37-2012* er sammenhengen mellom vannføring og vannstanden i Strondafjorden definert som $Q=19.4*(h-352.47)^{1.71}$. Denne er benyttet for å beregne nedre grensebetingelse.

3 Vannlinjeberegning

Programvaren HEC-RAS (4.1.0) er benyttet til vannlinjeberegningene. Det er beregnet vannstander for 10-, 20-, 50-, 100-, 200-, 500 og 1000-årsflom. Hec-Ras er et dataprogram som er utviklet av U.S. Army, som benytter energimetoden eller momentmetoden for å beregne vannlinjen fra et tverrsnitt til det neste. Modellen beregner vannlinjen ved hjelp av energimetoden der det er en gradvis varierende vannlinje.

Samme vannmengde kan strømme rolig eller strykende, med to forskjellige vanndyp avhengig av bunnhelning, forholdene oppstrøms og nedstrøms, samt energiforholdene. Rolig strømning kalles også underkritisk, mens strykende strømning kalles overkritisk. Ved en overgang mellom disse to situasjonene sier vi gjerne at ”dybden går gjennom kritisk.” Dersom vannlinjen går gjennom kritisk vil modellen bytte til momentmetoden, som benytter seg av kraftbalanse og kontinuitet mellom to tverrsnitt. I likhet med energimetoden tas det utgangspunkt i at dybden i et tverrsnitt er kjent.

Dersom vannføringen ikke endrer seg (eller endrer seg langsomt) og elva ikke er bratt, vil vannstanden i nedstrøms ende påvirke vannstanden oppover i elven. Denne situasjonen kalles for stasjonær strømning. Det er motsatt for eksempel ved et dambrudd (ikke-stasjonær strømning). Da vil trykk og hastighet og volum endres raskt, og vannstanden i nedstrøms ende vil kun i begrenset omfang påvirke vannstanden oppover i elven, fordi de ikke-stasjonære forholdene (dambruddsbølgen) vil være dominerende. I beregningene er det forutsatt stasjonære forhold.

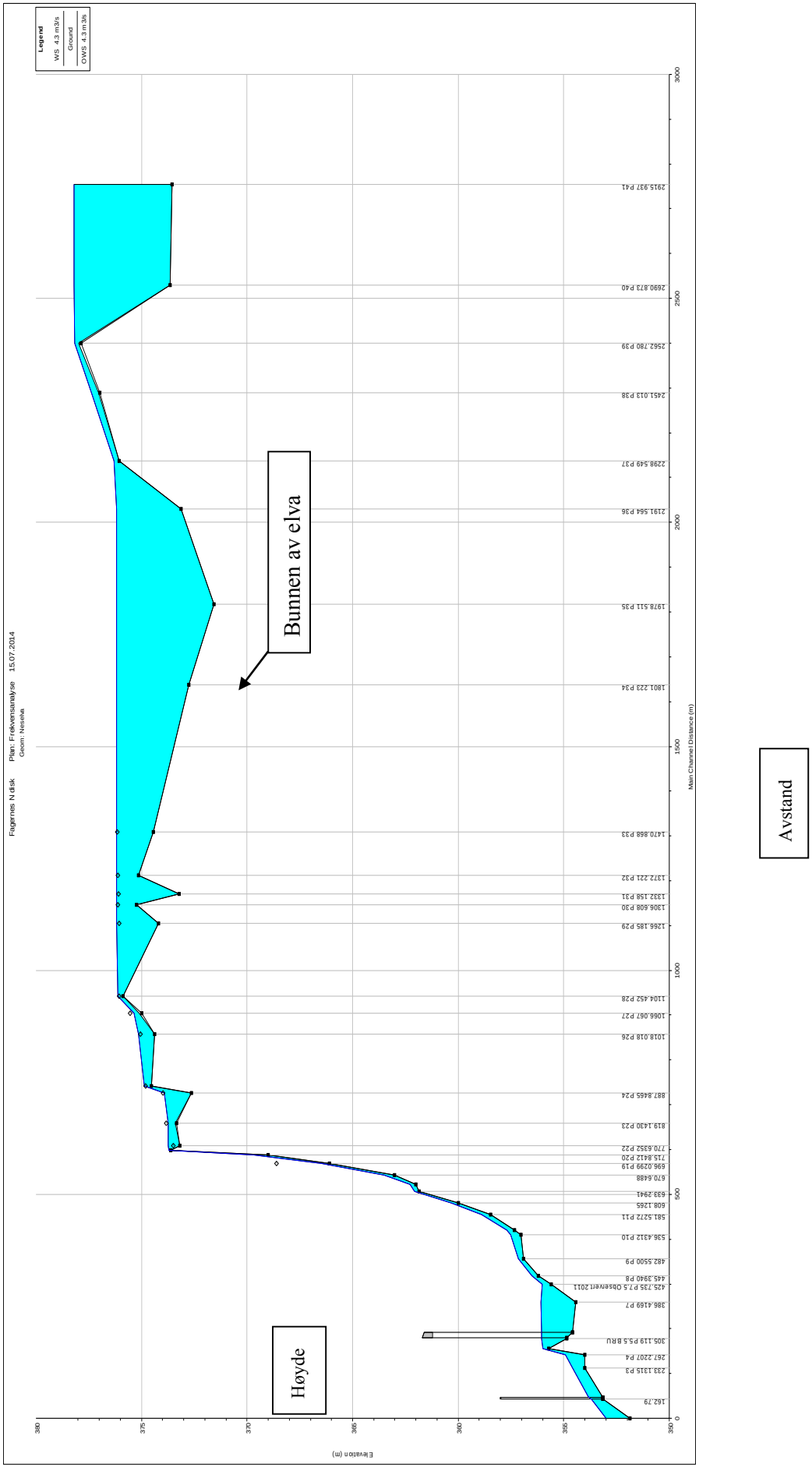
Nødvendige inngangsdata er tverrprofilgeometri, ruhet, nedstrøms grensebetingelse og vannføring, der ruheten er friksjonen mellom elvebunnen og vannet i elven. Ruheten beskrives ved Mannings tall n, der lave n-verdier representerer lav ruhet. Detaljert gjennomgang av beregningsgrunnlaget for vannlinjen er omtalt i vannlinjenotatet[9].

3.1 Kalibrering

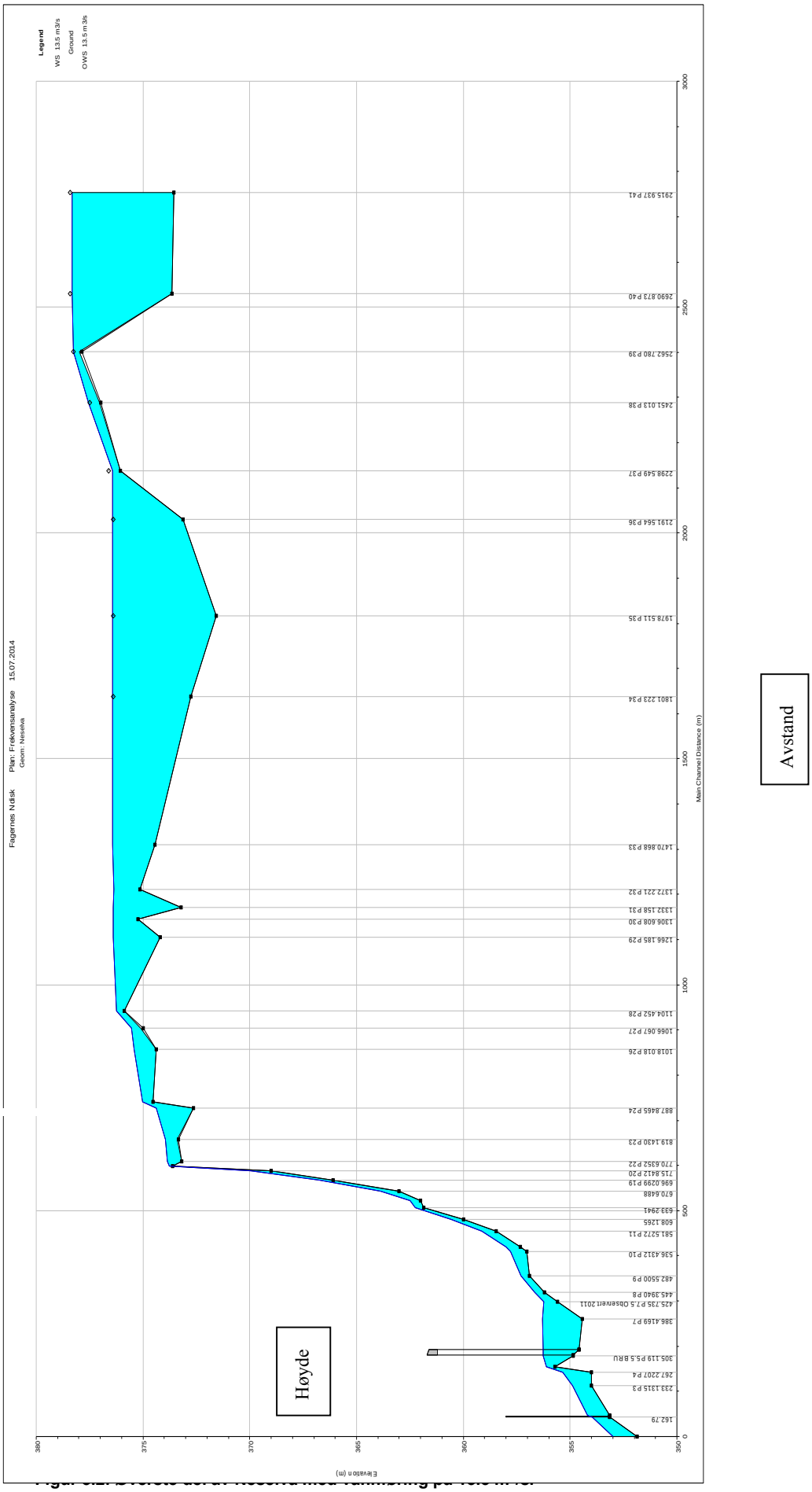
Vannlinjeberegningene samsvarer bra med kalibreringsdata. I enkelte områder var det likevel større avvik, som kan relateres til lokale forhold og begrensninger i modellen. Vann som strømmer utenfor elveløpet, raske overganger fra slakt til bratt parti, skarpe svinger i elveløpet og bakevjer er typiske hydrauliske forhold som vanskelig lar seg modellere Konstruksjoner i vassdraget, slik som bruer og kulverter, er også krevende å modellere og gir ofte større avvik mellom observert og beregnet vannlinje enn for resten av modellen.

Normalvannføring

Øvre del av elva er kun kalibrert mot en lav vannstand, som ble innmålt samtidig med tverrprofilene. Vannføringen under innmålingen er beregnet til 4,3-13,5 m^3/s. Kalibreringer fra øvre del av Neselva gir et avvik i størrelsesorden 0,02-0,24 m.

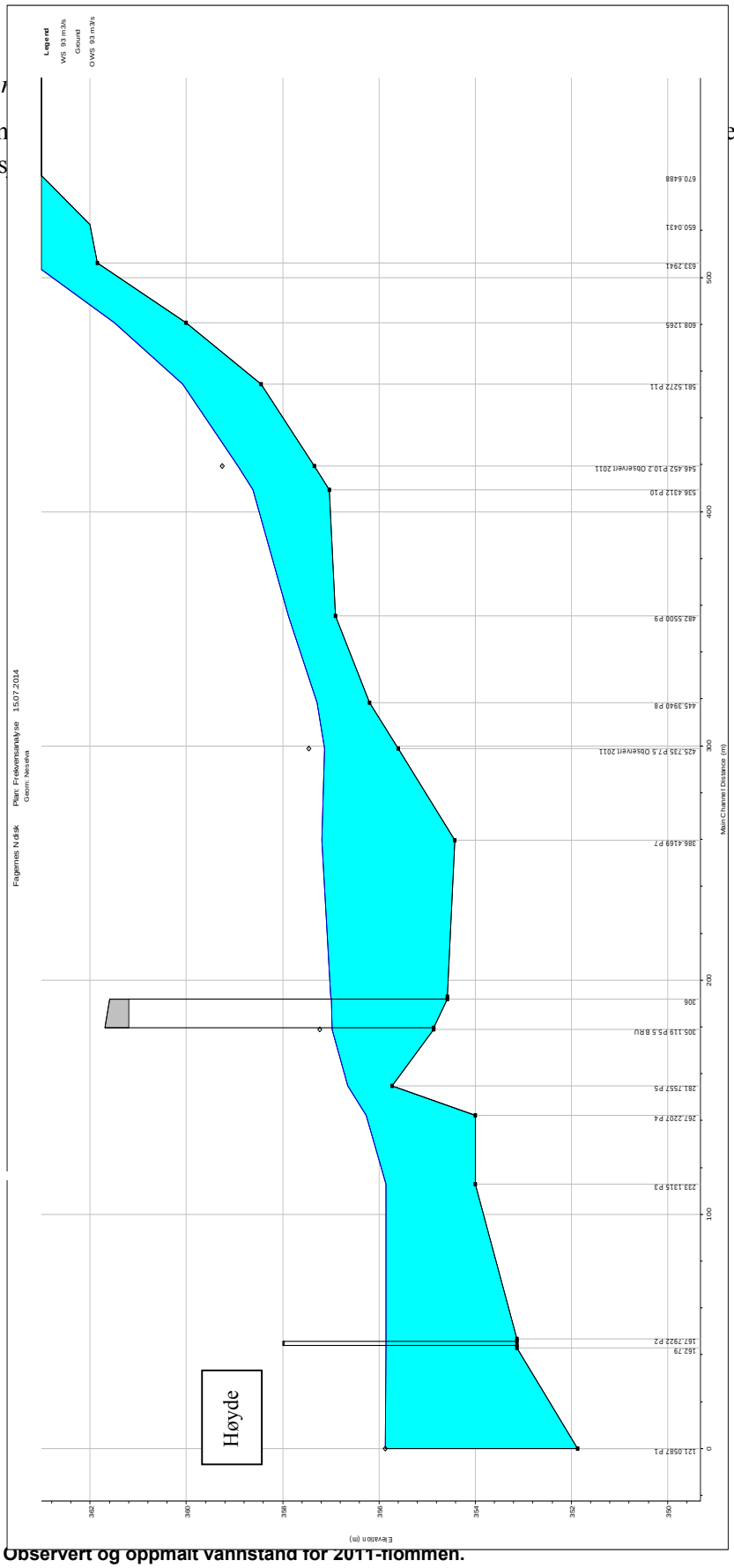


Figur 3.1: Midterste del av Neselva med normalvannføring på 4.3 m³/s.


Fagernes N disk
Plan: Frekvensanalyse 15.07.2014
Geom: Neselva
Legend
WS 13.5 m3/s
Ground
OWS 13.5 m3/s
Høyde
Avstand
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
360
365
370
375
380
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
162.79
233.1315 P.3
267.2207 P.4
305.119 P.5.5 BRU
386.4169 P.7
425.735 P.7.5 Observert 2011
445.3940 P.8
482.5500 P.9
536.4312 P.10
581.5272 P.11
608.1265
639.2941
670.6488
696.0299 P.19
715.8412 P.20
770.6352 P.22
819.1430 P.23
887.8465 P.24
1018.018 P.26
1066.067 P.27
1104.452 P.28
1266.185 P.29
1306.608 P.30
1332.158 P.31
1372.221 P.32
1470.868 P.33
1801.223 P.34
1978.511 P.35
2191.564 P.36
2298.549 P.37
2451.013 P.38
2562.780 P.39
2690.873 P.40
2915.937 P.41

2011-flo

De oppm eregnet
kulminas



Figur 3.3: Observert og oppmålt vannstand for 2011-flommen.

Den kalibrerte modellen beregner lavere vannstander for alle de 3 oppmålte punktene. Avvikene ble på henholdsvis på 0.26 m, 0.32 m og 0.33 m. Avvikene kan skyldes flere forhold, der oppmålingsfeil, pendlende vannstand, ulik vannstand i yttersving og innersving og beregningen av vannføringen er blant de mest sannsynlige. Det er ikke uvanlig med avvik mellom beregnet og observert vannstand i denne størrelsesorden for bratte og forholdsvis små vassdrag.

Et annet moment er at flommen som modellen er kalibrert mot er i størrelsesorden en middelsflom, som er en forholdsvis liten flom. At en også har få kalibreringspunkter gjør resultatet fra kalibreringen mer usikkert.

3.2 Grensebetingelser

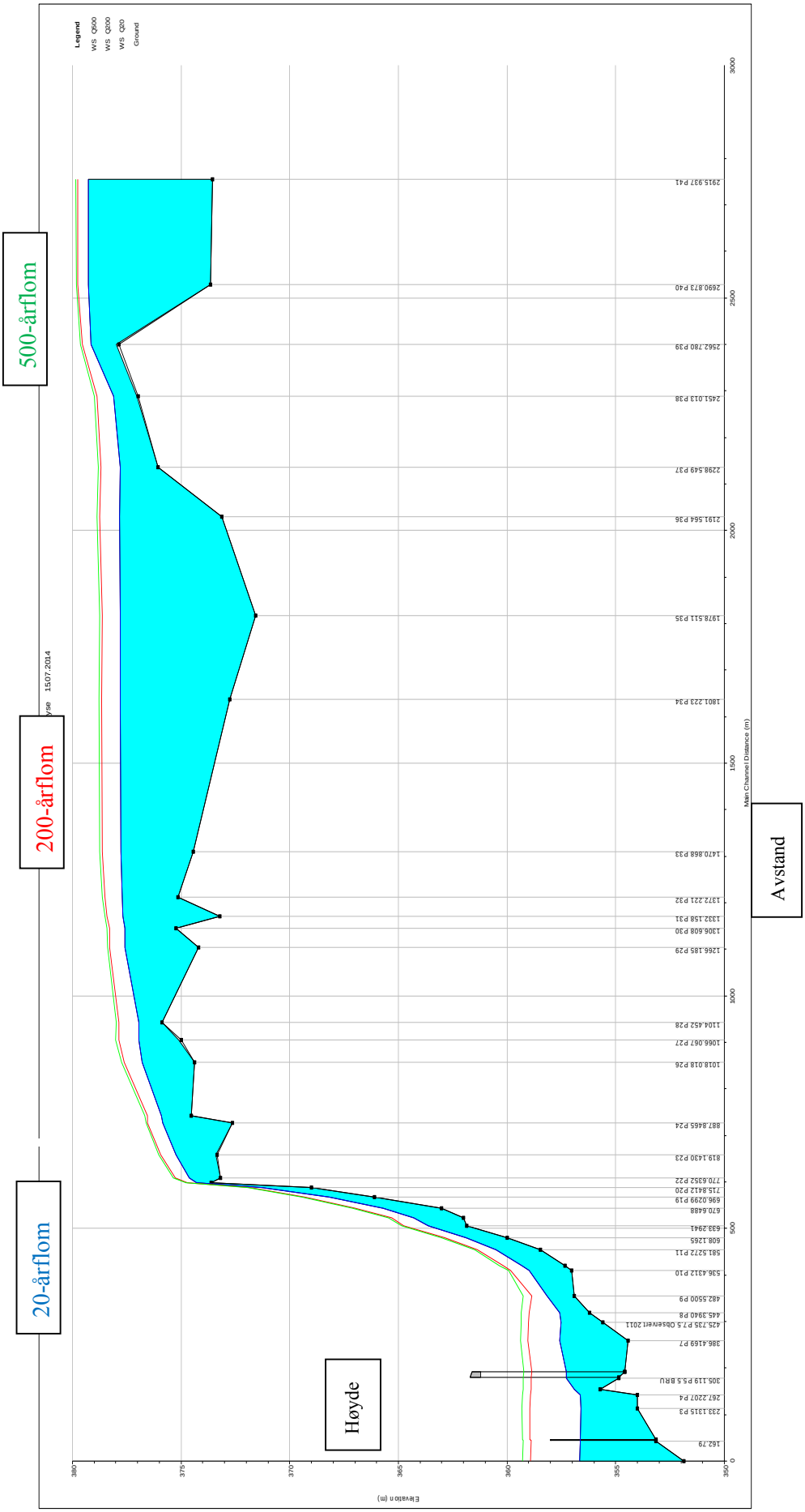
For de beregnede flomvannstander/vannføringskurver for Neselva er Strondafjorden benyttet som nedstrøms grensebetingelse. Verdiene for grensebetingelser er tatt noen cm lavere enn beregnet på grunn av at flommen i fjorden ikke treffer samtidig.

3.3 Resultat

Modellen har beregnet den stasjonære vannstanden for flommer med 10-, 20-, 50-, 100-, 200-, 500- og 1000-års gjentaksintervall. I tillegg er det beregnet vannlinjer for normalvannføringen.

Den ferdig kalibrerte modellen benyttet til å beregne høyden på vannspeilet. For hvert profilnr. er det beregnet vannstander for 9 forskjellige Q2-3, Q5, Q10, Q20, Q50, Q100, Q200, Q500, Q1000. Figur 3.4 og Tabell 3.1 viser resultatene fra vannlinjeberegningene. Tabell?? Viser beregnede vannstander ved hver tverrprofil. De nedre grenseberegningene er vannstanden i Strondafjorden.

Det er underkritisk strømning i størstedelen av Neselva, men ved Kvitvellafossen går den overkritisk. Vannhastighetene er i størrelsesorden 0,16 m/s til 5,75 m/s ved en 200-årsflom. I figur 3.4 under er lengdeprofilet for 20-, 200- og 500-årsflom presentert.



Figur 3.4: Beregnede vannstander for Q_{20}, Q_{200} og Q_{500} -årsflommen

Beregnede vannstander i Neselva vist i tabell 3.1. Tallene i rødt angir at ekstreme fjord vannstander er dominerende hendelse (lokkmetoden)

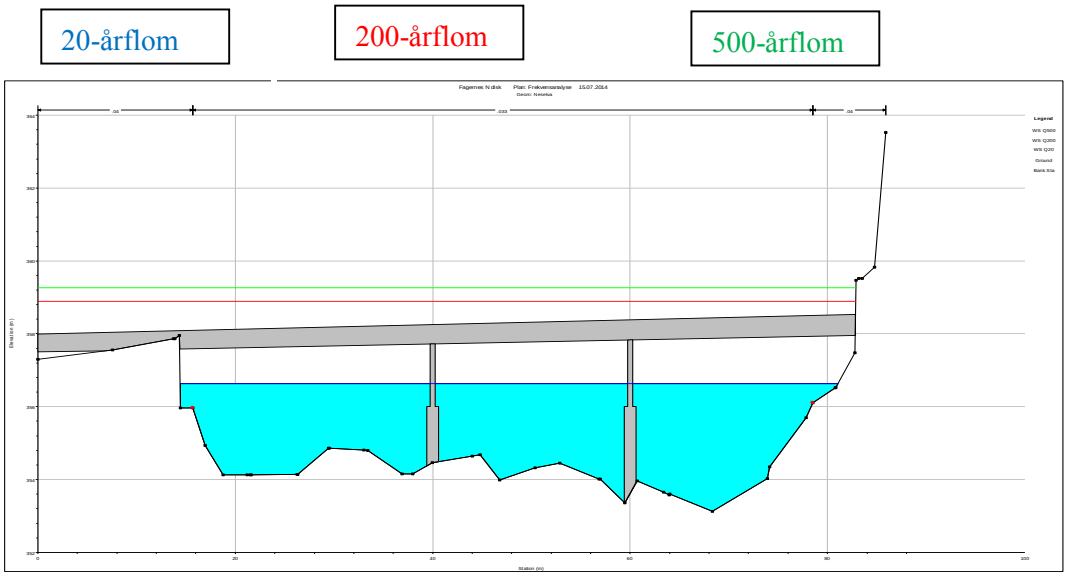
Tabell 3.1. Vannstand ved hvert profil for ulike gjentaksinterv

Tverrprofil	Avstand	Qm	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500	Q1000
P1	121	355.89	356.29	356.49	356.65	357.35	358.16	358.91	359.28	359.46
Bru	163	355.89	356.29	356.49	356.65	357.35	358.16	358.91	359.28	359.46
P2	168	355.89	356.29	356.49	356.65	357.35	358.16	358.91	359.28	359.46
P3	233	355.89	356.29	356.49	356.65	357.35	358.16	358.91	359.28	359.46
P4	267	356.27	356.34	356.50	356.65	357.35	358.16	358.91	359.28	359.46
P5	282	356.65	356.74	356.82	356.90	357.35	358.16	358.91	359.28	359.46
Bru	305	356.97	357.07	357.17	357.26	357.37	358.16	358.91	359.28	359.46
P6	320	356.99	357.10	357.20	357.28	357.39	358.16	358.91	359.28	359.46
P7	386	357.19	357.32	357.46	357.57	357.70	358.34	359.03	359.28	359.46
P7.5	426	357.13	357.26	357.39	357.51	357.64	358.30	359.01	359.28	359.46
P8	445	357.29	357.38	357.51	357.57	357.66	358.27	358.99	359.28	359.46
P9	483	357.87	357.98	358.08	358.17	358.25	358.56	358.86	359.28	359.46
P10	536	358.62	358.74	358.86	358.98	359.10	359.46	359.83	359.94	360.00
P10.2	546	358.93	359.07	359.20	359.32	359.43	359.84	360.18	360.35	360.41
P11	582	360.08	360.24	360.39	360.51	360.63	361.07	361.38	361.48	361.53
P15	608	361.49	361.64	361.76	361.89	362.07	362.48	362.86	363.02	363.06
P16	633	363.20	363.36	363.50	363.64	363.76	363.90	364.75	364.86	364.90
p17	650	363.70	363.91	364.15	364.30	364.45	364.87	365.32	365.45	365.51
P18	671	365.16	365.34	365.53	365.70	365.85	366.59	366.98	367.12	367.18
P19	696	367.73	367.89	368.06	368.18	368.31	368.84	369.31	369.43	369.49
P21	726	374.14	374.19	374.25	374.30	374.35	374.52	374.69	374.74	374.77
P22	771	374.27	374.38	374.54	374.63	374.77	375.03	375.27	375.35	375.38
P23	819	374.82	374.97	375.08	375.23	375.32	375.62	375.94	376.03	376.08
P24	888	375.47	375.61	375.74	375.85	375.96	376.27	376.54	376.62	376.65
P25	903	375.60	375.70	375.80	375.90	375.99	376.27	376.56	376.66	376.71
P26	1018	376.38	376.55	376.69	376.79	376.90	377.25	377.61	377.74	377.80
P27	1066	376.50	376.69	376.83	376.94	377.06	377.46	377.86	378.00	378.06
P28	1104	376.71	376.79	376.86	376.94	377.06	377.46	377.85	377.98	378.05
P29	1266	377.26	377.37	377.48	377.58	377.66	377.96	378.28	378.39	378.44
P30	1307	377.28	377.39	377.50	377.59	377.67	377.96	378.29	378.40	378.45
P31	1332	377.33	377.45	377.57	377.67	377.76	378.08	378.40	378.50	378.55
P32	1372	377.34	377.48	377.60	377.71	377.81	378.15	378.51	378.62	378.67
P33	1471	377.40	377.53	377.67	377.78	377.89	378.25	378.62	378.74	378.80
P34	1801	377.41	377.55	377.68	377.80	377.90	378.27	378.65	378.77	378.83
P35	1979	377.41	377.55	377.68	377.80	377.90	378.27	378.64	378.75	378.81
P36	2192	377.43	377.58	377.72	377.84	377.95	378.34	378.74	378.87	378.93
P37	2299	377.40	377.54	377.68	377.80	377.92	378.30	378.70	378.82	378.88
P38	2451	377.85	377.93	378.01	378.10	378.22	378.48	378.86	378.98	379.04
P39	2563	378.93	379.01	379.09	379.16	379.20	379.38	379.56	379.62	379.65
P40	2691	379.01	379.10	379.18	379.26	379.31	379.54	379.75	379.83	379.86
P41	2916	379.01	379.10	379.19	379.26	379.32	379.54	379.76	379.84	379.87

all

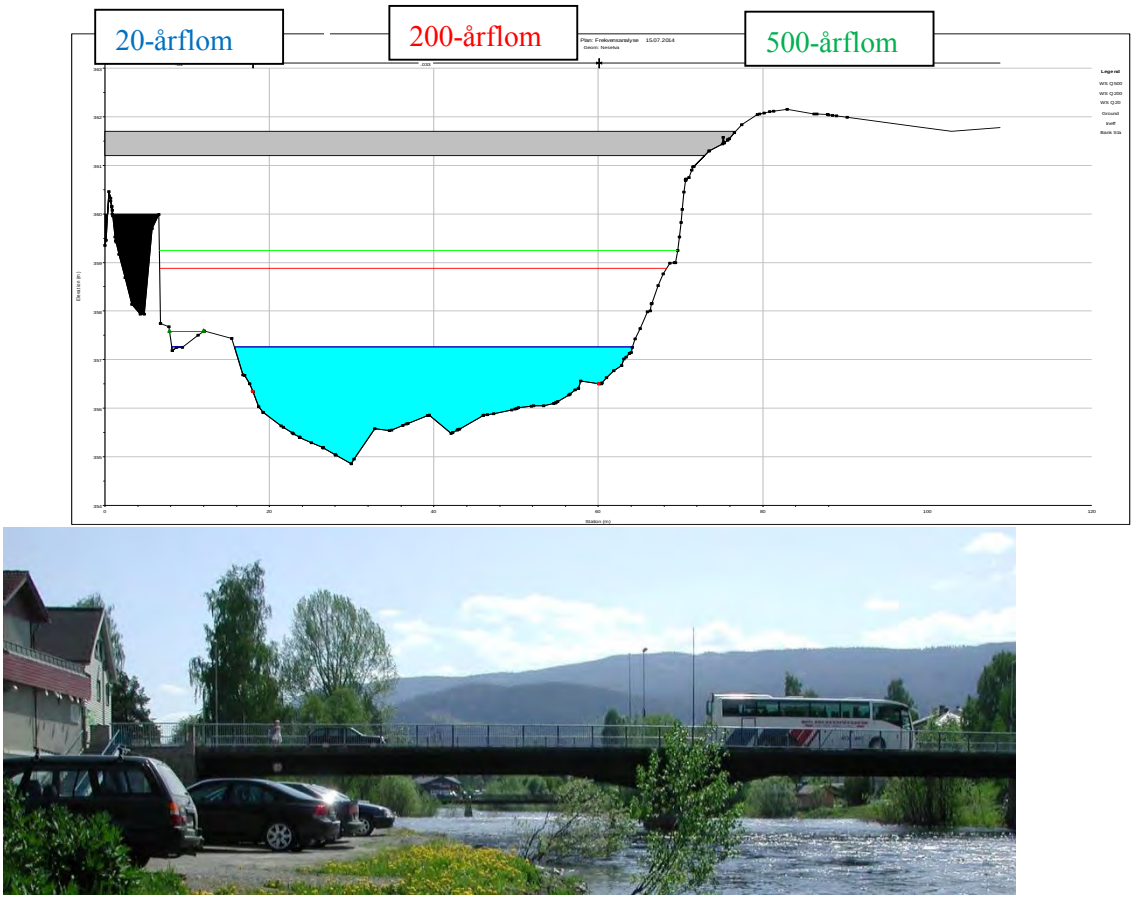
3.4 Spesielt om bruer

Det er 2 bruer på den kartlagte strekningen. Kapasiteten til den nederste bruen bestemmes av vannstanden i Strondafjorden. Den har kapasitet for flommer med gjentaksintervall til og med 50-årsflom. se Figur 3.7

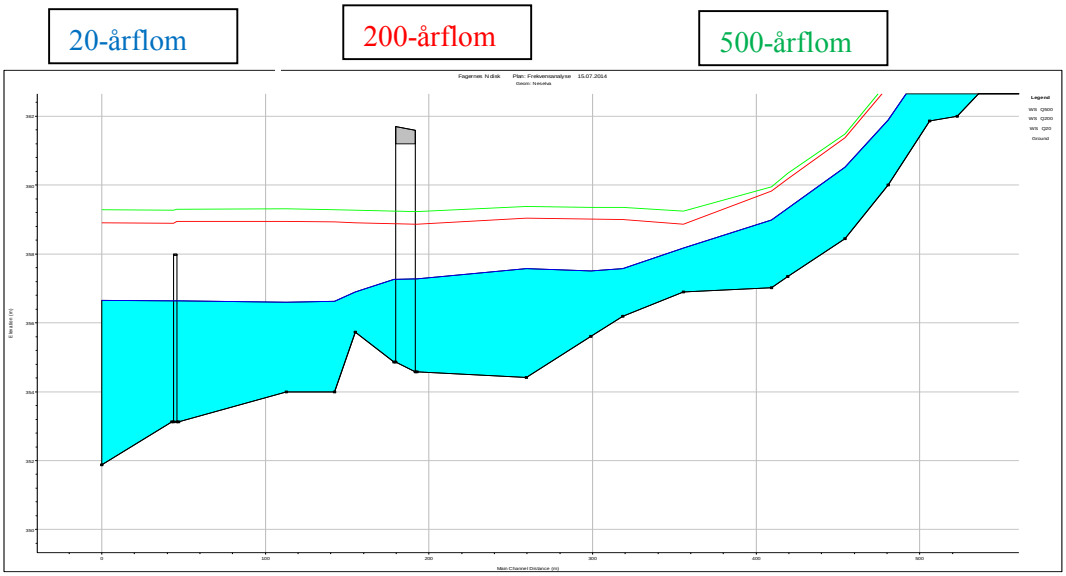


Figur 3.5: Gangbru ved profil 2.

Nes bruen har god kapasitet for alle beregnede flomstørrelser, se Figur 3.6. Beregnede vannstander for Q_{20}, Q_{200}, Q_{500}-årsflommen viser lengdeprofilet for de to bruene, se Figur 3.7.



Figur 3.6: Nesbru ved profil 5



Figur 3.7: Vannstander i nedre del av modellen for flommer med 20-, 200- og 500 års gjentaksintervall.

4 Flomsonekart

Flomsonekartene presenterer de høyeste vannstandene for et gitt gjentaksintervall, som skyldes flom i elva.

4.1 Resultater fra flomsoneanalysen

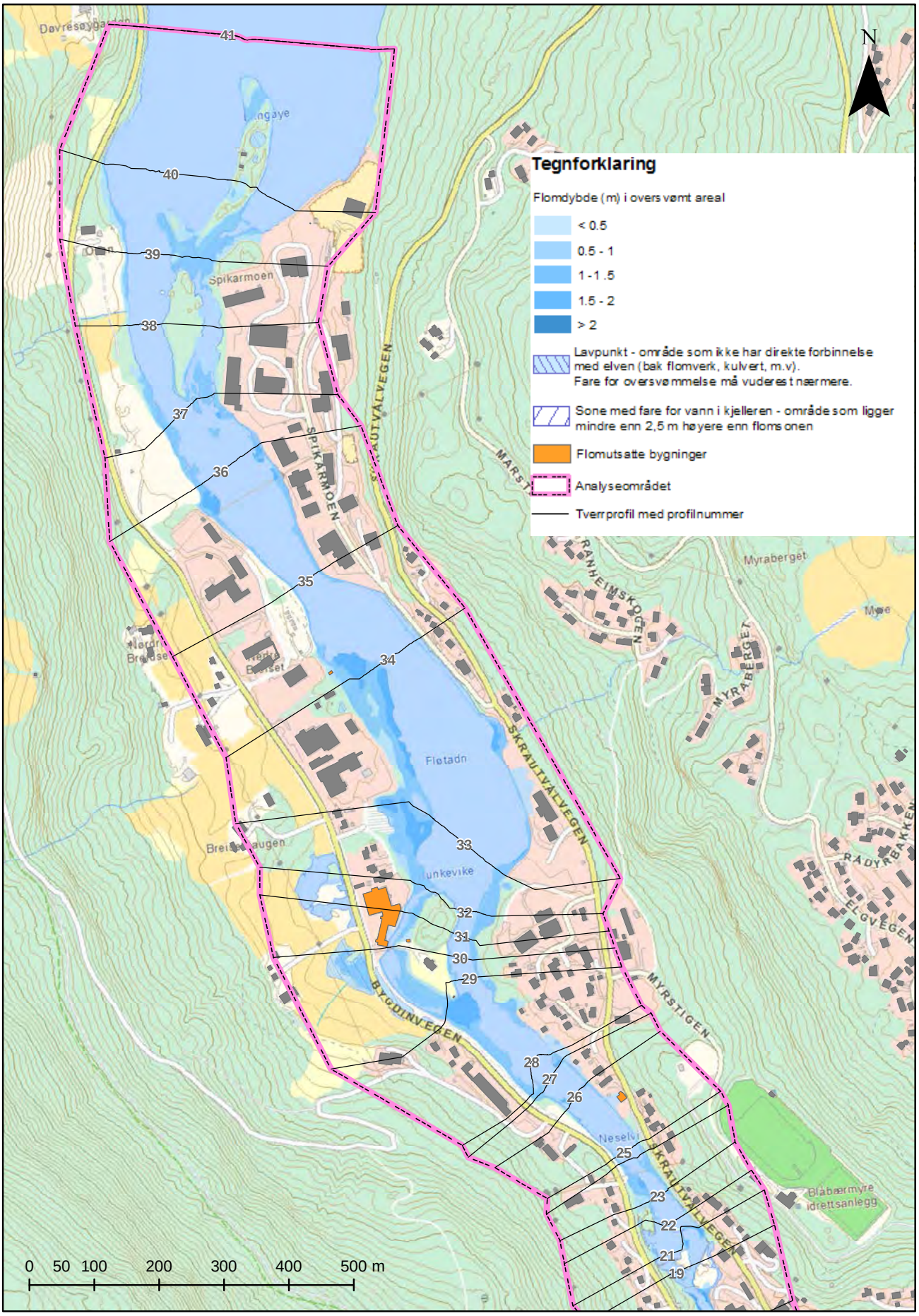
Nord-Aurdal kommune har hatt foreløpige flomsonekart til gjennomsyn. Kommunens tilbakemelding var at utbredelsen av flommene ser ut til å stemme bra med lokale erfaringer.

4.1.1 20-årsflom

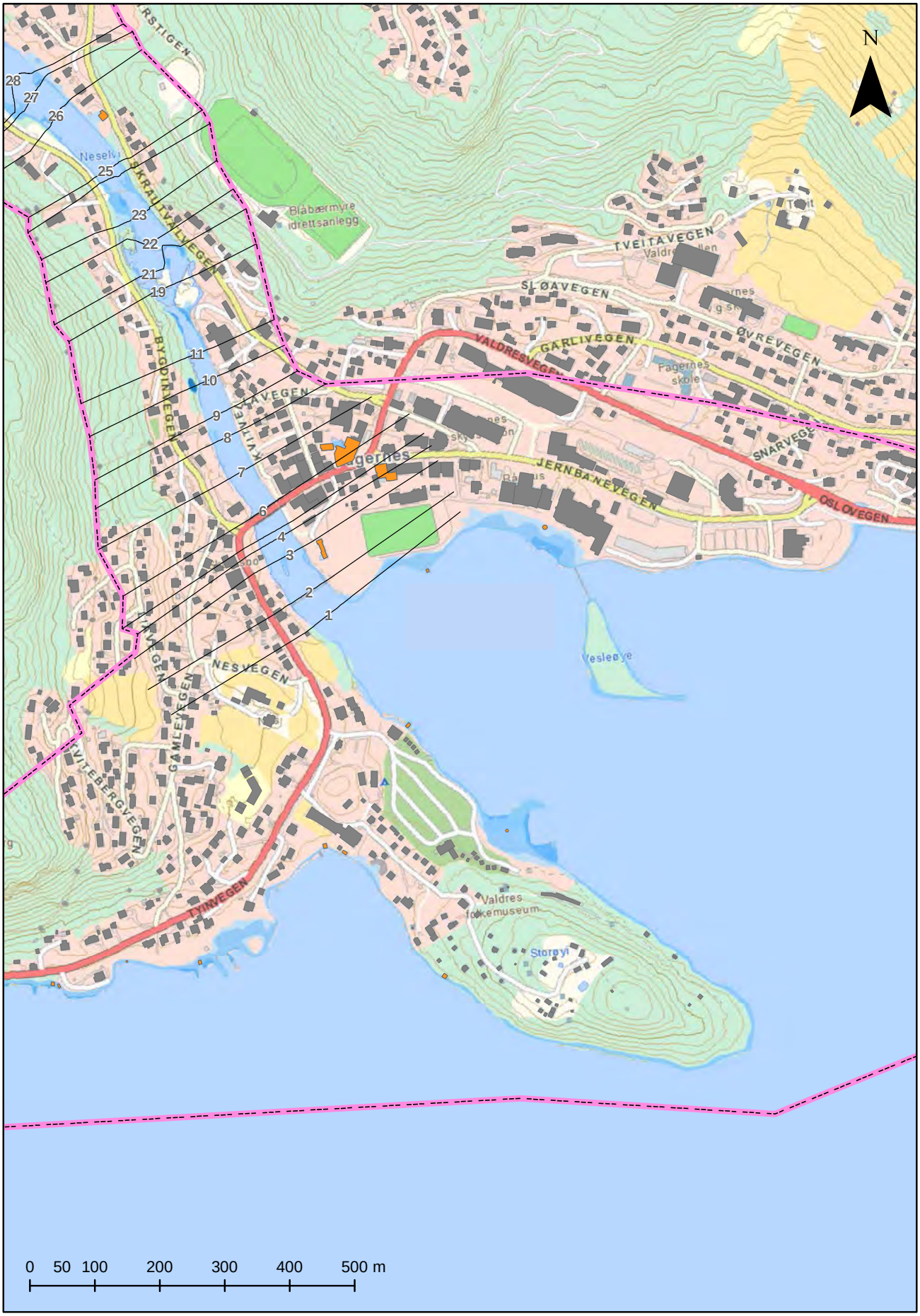
Tabell 4.1 og figur 4.1-3 viser flomutsatte områder ved en 20-årsflom.

Tabell 4.1. Oversikt over utsatte områder ved 20-årsflom

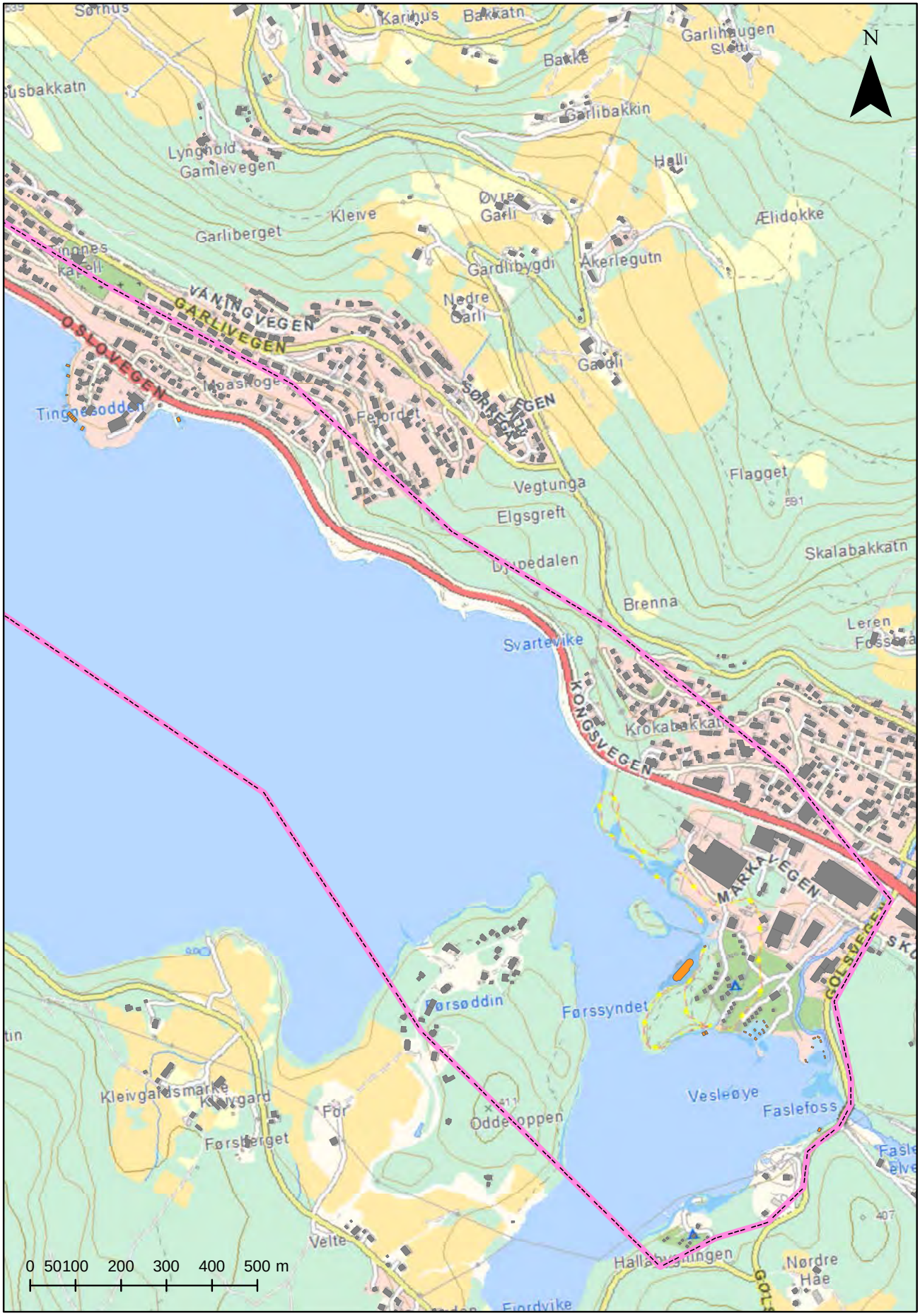
Sted	Utsatt
Valdresvegen og Jernbanevegen (lavpunkt)	2 bygninger
Neselv utløp – østside	1 bygning
Førssyndet	1 bygning
Hunkevike	1 bygning



Figur 4 1: Flomsonekart for Fagernes med 20-års gjentaksintervall ovenfor Kvitvellafossen.



Figur 4 2: Flomsonekart for Fagernes med 20-års gjentaksintervall sentrum Fagernes.



Figur 4 3: Flomsonekart for Fagernes med 20-års gjentaksintervall ved Leir

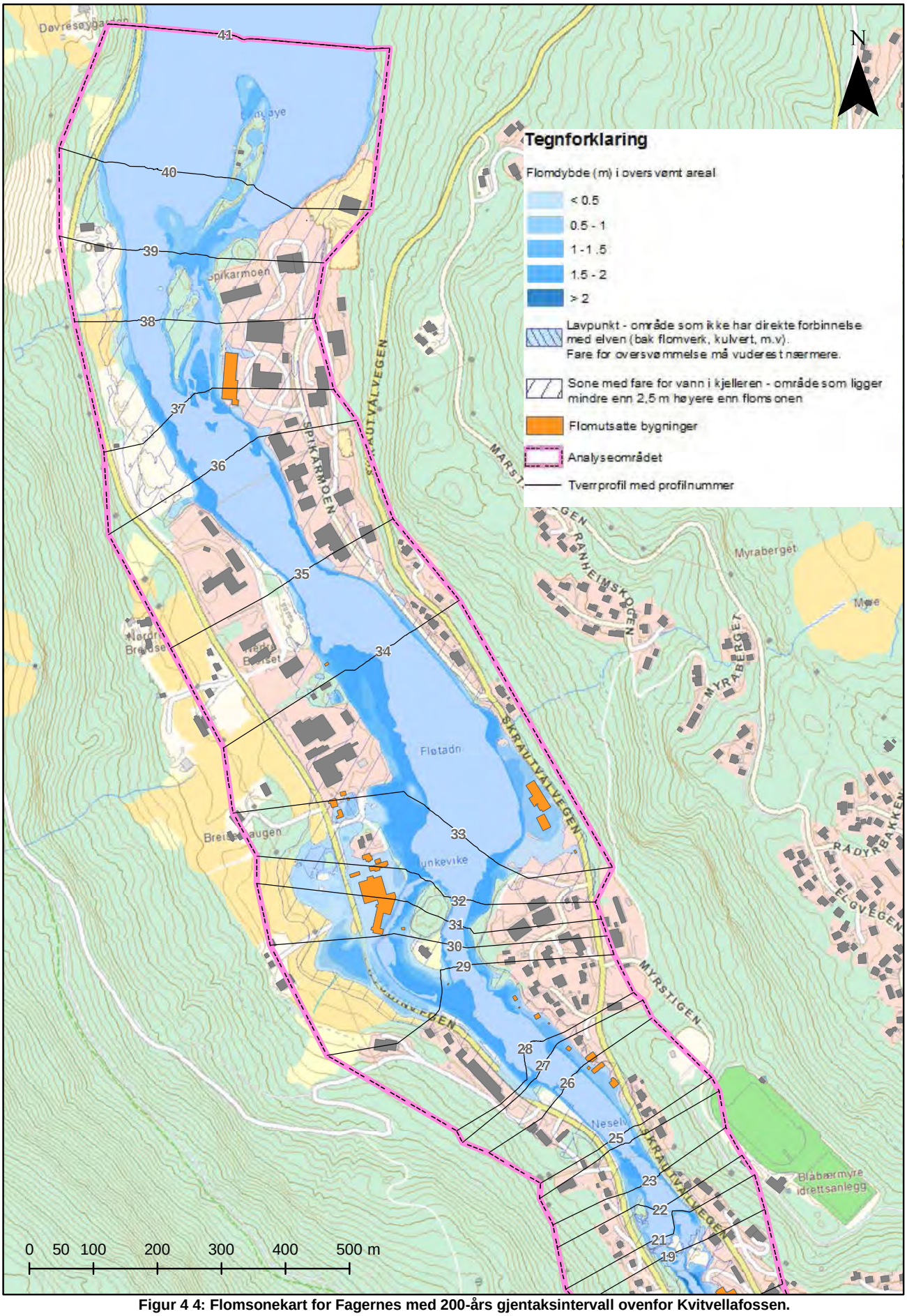
4.1.2 200-årsflom

Store deler av Fagernes og Leira vil bli berørt av en 200-årsflom.

Viktig infrastruktur som er utsatt er rådhuset. Fagernes hotell og bensinstasjon, se tabell 4.2 og figur 4.4 - 4.6

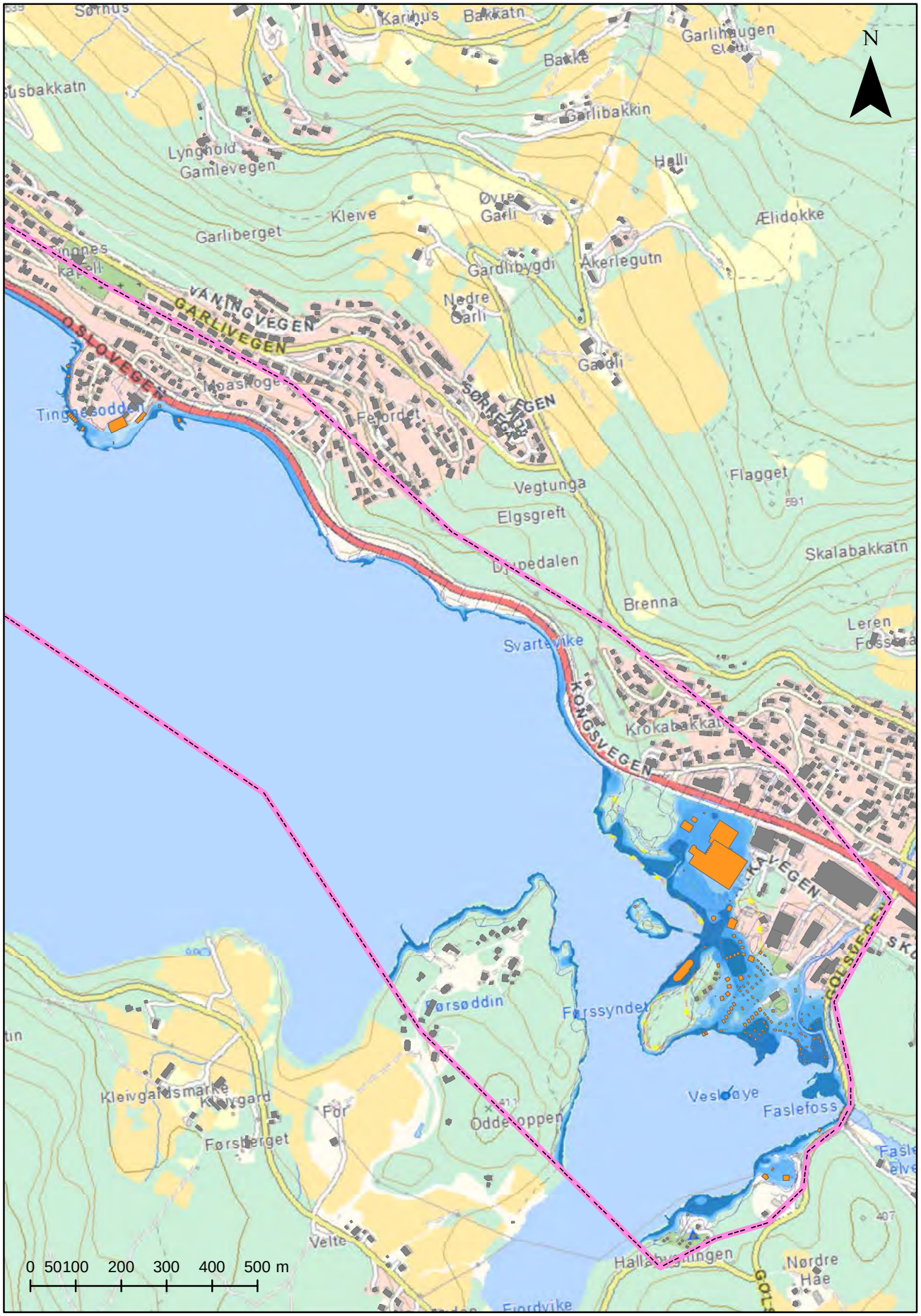
Tabell 4.2. Oversikt over utsatte områder ved 200-årsflom

Sted	Utsatt
Spikarmoen	1 bygning blir berørt av flommen
Hunkevika	Noen bygninger er flomutsatt på begge sider av elva
Skrautvatsvegen 47-45	To eneboliger og noen få små bygninger langs Neselva
Fagernes sentrum	Deler av sentrum ved strandsonen-Fagernes hotell, Rådhus og bensinstasjon
Nes	Deler av kampingsplass, noen få bygginger av Valdres folkemuseum og noen bebyggelser på strandsonen ved Tyinvegen
Tingnesodden	Noen få bygninger er flomutsatt
Leira	Hele kampingsplass er flomutsatt, samt en stor bygging og noen få bygninger.
Faslefoss	Noen få bygninger er flomutsatt



Figur 4 4: Flomsonekart for Fagernes med 200-års gjentaksintervall ovenfor Kvitvellafossen.

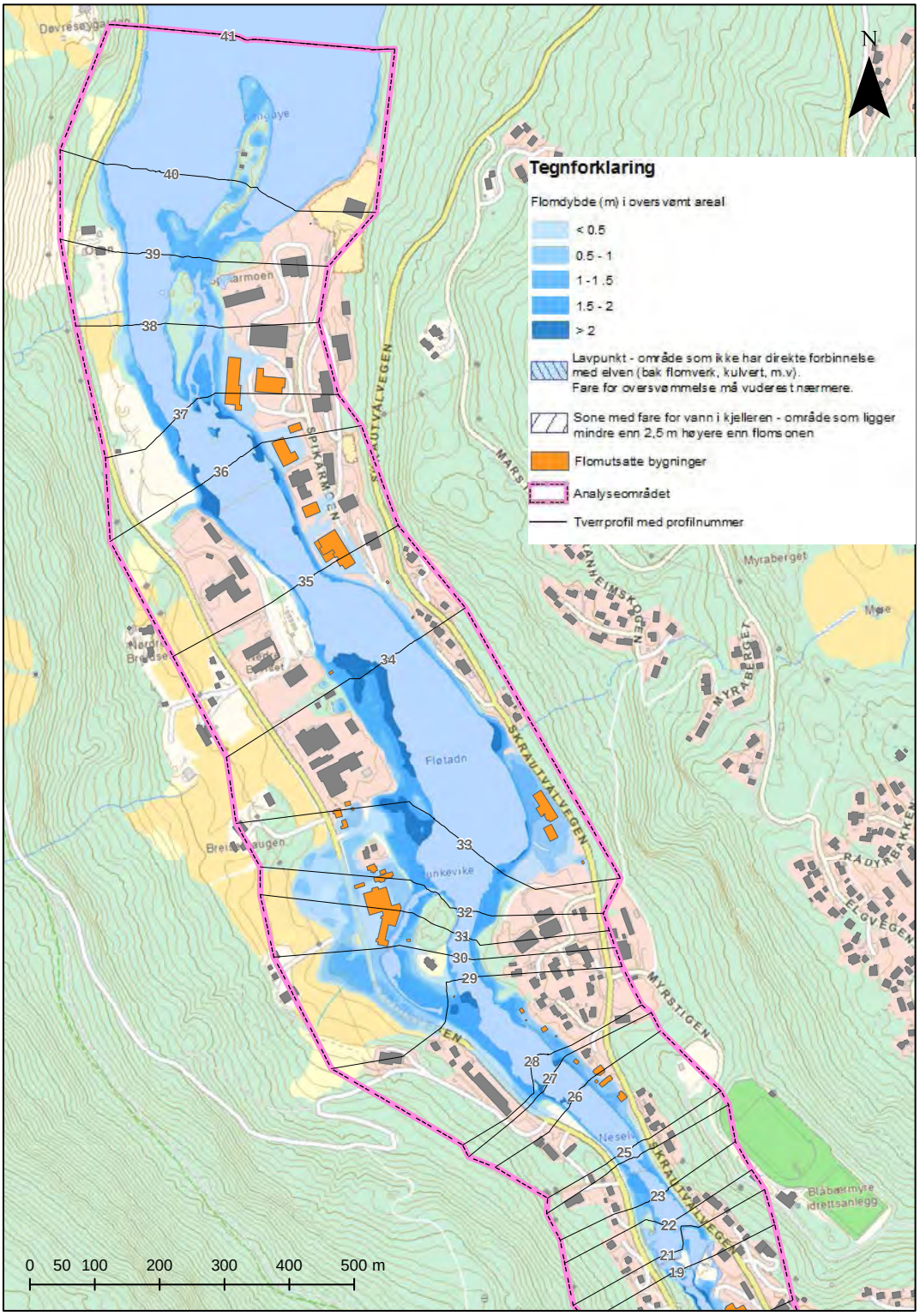
Figur 4 5: Flomsonekart for Fagernes med 200-års gjentaksintervall sentrum Fagernes.



Figur 4 6: Flomsonekart for Fagernes med 200-års gjentaksintervall ved Leira.

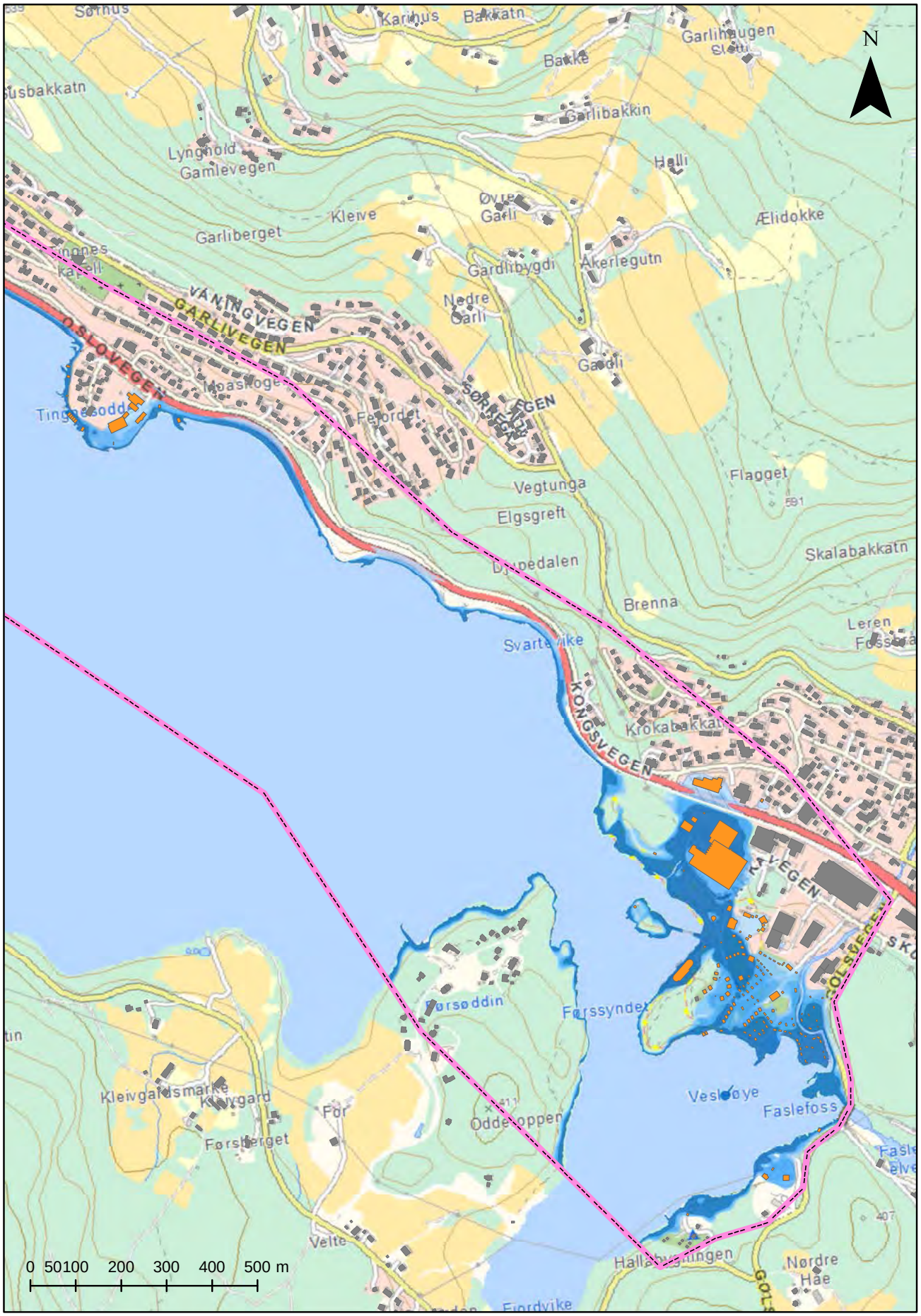
4.1.3 1000-årsflom

Ved en 1000-årsflom vil en får store oversvømmelser ved sentrum Fagernes og Leira, se figur 4.7 - 4.9.



Figur 4 7: Flomsonekart for Fagernes med 1000-års gjentaksintervall ovenfor Kvitvellafossen.

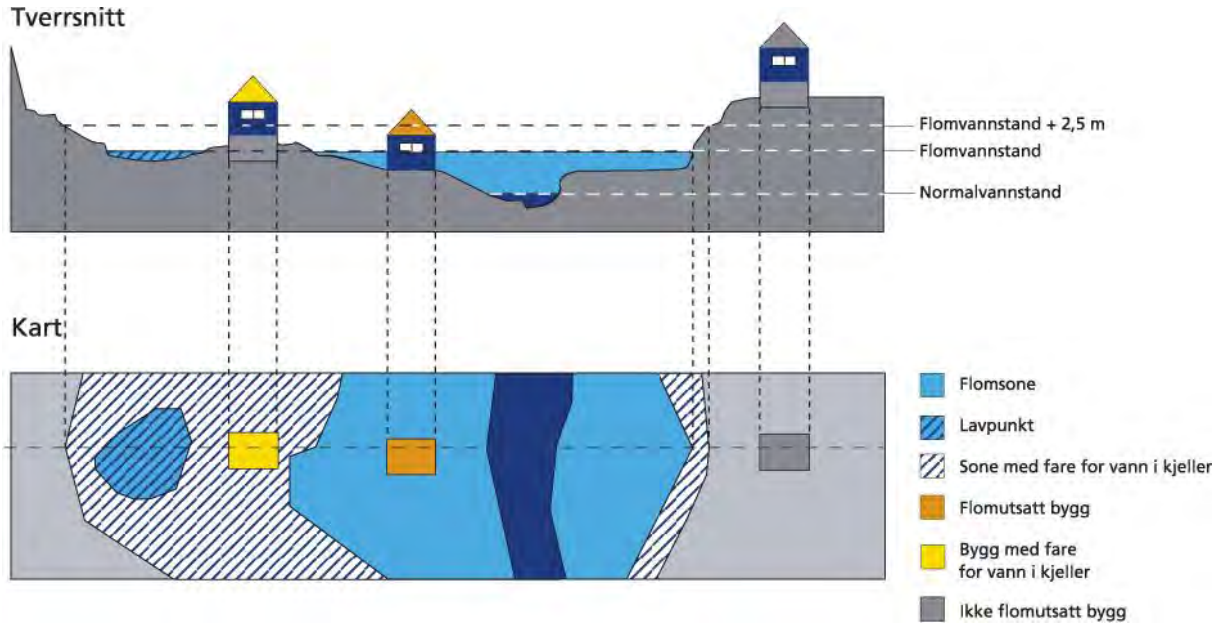
Figur 4 8: Flomsonekart for Fagernes med 1000-års gjentaksintervall sentrum Fagerne



Figur 4 9: Flomsonekart for Fagernes med 1000-års gjentaksintervall ved Leira.

4.2 Lavpunkter

En del steder vil det finnes arealer som ligger lavere enn den beregnede flomvannstanden, men uten direkte forbindelse til elva. Dette kan være områder som ligger bak flomverk, men også lavpunkter som har forbindelse via en kulvert eller via grunnvannet, se **Figur 4-10**. Disse områdene er markert med en egen skravur fordi de vil ha en annen sannsynlighet for oversvømmelse og må behandles særskilt. Spesielt utsatt vil disse områdene være ved intenst lokalt regn, ved stor flom i sidebekker eller ved gjentetting av kulverter.



Figur 4-10: Prinsippskisse som viser definisjonen av lavpunkt og områder med fare for vann i kjeller.

4.3 Områder med fare for vann i kjeller

Også utenfor direkte flomutsatte områder og lavpunkter vil det være nødvendig å ta hensyn til flomfaren, da flom ofte vil føre til forhøyet grunnvannstand innover elvesletter.

Det er gjort analyse ved at areal som framkommer opp til 2.5 m over flomflaten for 200-årsflom, identifiseres som områder med fare for vann i kjeller. Innenfor denne sonen vil det være fare for at bygg som har kjeller får oversvømmelse i denne, som følge av flommen Figur 4-10. Disse områdene er markert med skravur på hvit bunn. Uavhengig av flommen, kan forhøyet grunnvannstand føre til vann i kjellere. For å analysere dette kreves inngående analyser blant annet av grunnforhold. Det ligger utenfor flomsonekartprosjektets målsetting å kartlegge slike forhold.

4.4 Kartpresentasjon

4.4.1 Hvordan leses flomsonekartet?

Flomsonekartet viser utbredelsen av flomsoner med en fargeskala for vanndybdene for den aktuelle flomstørrelsen. Kartet viser plasseringen av tverrprofilene, som er utgangspunktet for den GIS genererte flomsonen. Det er ved disse profilene vannstander er beregnet. Vannstanden mellom tverrprofilene anses å variere lineært og kan derfor finnes ved interpolasjon.

På kartet presenteres flomutsatte bygninger med oransje farge. Disse ligger helt eller delvis innenfor flomsonen eller lavpunktsområdene.

Flomutsatte områder er markert med en blå fargeskala der den mørkeste blåfargen tilsvarer den største flomdybden. Dette er nyttig informasjon i forhold til arealplanprosesser, fordi det indikerer hvor store oppfyllinger som er nødvendig dersom flomutsatte områder skal kunne utnyttes til byggeformål. Vanndyp er også en viktig parameter å vurdere med tanke på hvor farlig det vil være å oppholde seg i disse områdene under en flomsituasjon.

4.4.2 Sluttprodukter

Sluttprodukter som er utarbeidet omfatter:

Digitale flomsoner for 20-, 200- og 1000-årsflommen, samt sone med fare for vann i kjeller for 200-årsflommen. Dataene blir levert på formatene SOSI og shape og er kodet i henhold til SOSI-standarden i UTM sone 32 og 33.

Tverrprofiler med flomvannstander for alle beregnede flommer i UTM sonene 32 og 33, på formatene SOSI og shape.

Rasterbaserte data for flomdybder på formatet ASCII.

Presentasjon av 20-, 200- og 1000-årsflommen vil kunne finnes i en kartbasert innsynsløsning på NVEs nettsider.

Rapport på pdf-format, som vil gjøres tilgjengelig på NVEs nettsider.

5 Usikkerhet

5.1 Flomberegningen

Det hydrologiske datagrunnlaget er hentet fra målestasjoner, der det måles vannstand. Vannføringen finnes ved hjelp av en kurve, som viser sammenhengen mellom vannstand og vannføring (vannføringskurve). Her ligger usikkerhet både i vannstandsavlesningen og i vannføringskurven. Usikkerheten i vannføringskurven øker normalt ved økende vannføring, da de fleste vannføringskurver er ekstrapolert for å dekke sjeldne vannføringshendelser.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Datagrunnlaget for denne beregningen er relativt godt og beregningen er klassifisert til klasse 2, på en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

5.2 Vannlinjeberegningen

Kvaliteten på vannlinjeberegningene avhenger av flere faktorer hvor disse er de mest avgjørende:

- kalibreringen av vannlinjeberegningsmodellen

- hvor nøyaktig tverrprofilene er oppmålt og modellert

- usikkerhet i flomberegningen

- erosjon og masseavlagring i en fremtidig flom

Vannstand nær kompliserte geometrier som bruer og kulverter kan også gi økt usikkerhet lokalt. I Levangerelva er nøyaktigheten i tverrprofilene som dekker selve elveleiet god. Erosjon og masseavlagring under en fremtidig flom representerer generelt et betydelig usikkerhetsmoment i kartene, som er utenfor vår kontroll. Spesielt ved store flommer kan det skje store endringer i elveløpet.

Nøyaktighet i tverrprofiler, avstand mellom tverrprofiler, usikkerhet i estimat av ruhet (Manningtall) og helning på elva (brattere elver krever kortere profilavstand) er blant de viktigste faktorene.

Kalibreringen viser, at en ikke alltid klarer å tilpasse den beregnede vannlinjen til observerte vannstander ved å benytte teoretisk riktige verdier. Dette skyldes at n-verdiene i modellen brukes for å beskrive falltap som skyldes andre forhold enn ruhet, og at en ikke alltid har strømning som lar seg beskrive med en 1D-vannlinjemodell. Dette gjelder spesielt rundt konstruksjoner i vassdraget.

En annen faktor som påvirker utbredelsen av flomsonen, er forutsetningene som ligger til grunn for modellen. Disse forutsetningene er de en anser som mest sannsynlig skal inntreffe ved en fremtidig flomhendelse, men det er ikke gitt at dette alltid stemmer. Det er uansett viktig å påpeke at flomsonekartene er et verktøy som bygger på best tilgjengelige kunnskap og data fra fortiden og nåtiden, for slik å kunne forutsi hvordan en fremtidig flom mest sannsynlig vil opptre.

Med bakgrunn i usikkerhetene i prosjektet, anbefaler NVE at det legges til en sikkerhetsmargin på 0.3 m på de beregnede vannstander.

5.3 Flomsonene

Nøyaktigheten i de beregnete flomsonene er avhengig av usikkerhet i hydrologiske data, flomberegninger og vannlinjeberegninger. I tillegg kommer usikkerheten i terrengmodellen.

6 Andre faremomenter i området

I flomsonekartprosjektet vurderes også andre faremomenter i vassdraget, men som ikke uten videre inngår i eller tas hensyn til i flomsonekartleggingen. Andre faremomenter kan være flom i sideelver/ bekker, isgang, massetransport, erosjon og lav kapasitet på kulverter. Flomsonekartprosjektet har ikke som mål å kartlegge slik fare fullstendig, men skal forsøke å samle inn eksisterende informasjon og presentere kjente flomrelaterte problemer langs vassdraget. En gjennomgang av disse faremomenter bør inngå som en del av kommunens risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS).

Bekker og sidevassdrag i tilknyting til busetting, som ofte kan være lagt i rør, kan være årsak til store lokale skader flomsituasjoner. De forventa klimaendringene vil føre til økt fare for lokale nedbørsflommer, og dermed økt fare for skade langs mindre elver og bekker, samt overvann i tettbygde strøk. Dette tilsier økt vekt på kartlegging av slike vassdrag, og på kartlegging av oversvømming fra overvann. Generelt bør alle kommuner kartlegge flomforholdene tilknytt bekker og overvann i områder med tett busetting, som grunnlag for planlegging av framtidsretta løsninger for flom- og overvasshandtering. Dette gjelder også Levanger kommune, for område uten flomsonekart.

6.1 Erosjon og massetransport

Neselva har lite fall på strekningen fra Kvitvellafossen til Sæbofjorden, men på grunn av høy hastighet like nedstrøms fossen kan skråningen på venstre bredd få erosjon/utvasking (ved P11). Det er ikke observert massetransport i analyseområdet, se **Figur 6.1**

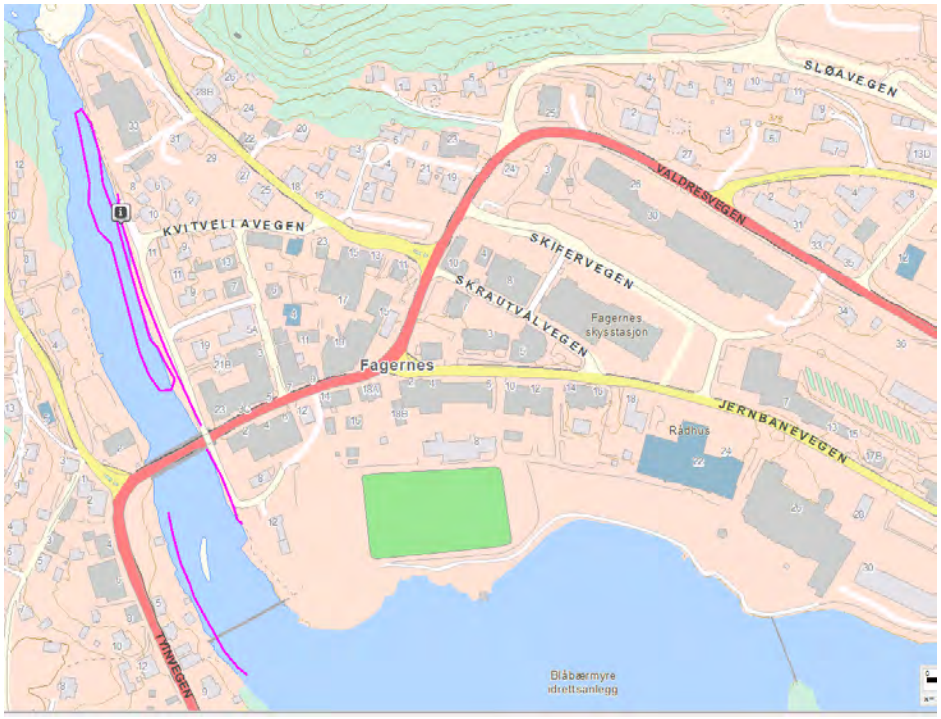
Figur 6.1: Elven er steinsatt på begge sider ved utløpsområdet og oppover langs turveien langs elva. Foto: Ahmed R. Naserzadeh , NVE.

6.2 Sikringstiltak

NVE har gitt bistand til erosjonssikringstilak i Neselva fra utløpet til Kvitvilla. Tiltakene er innenfor den flomsonekartlagte strekningen, se detaljert oversikt i Tabell 6.1 og kartfremstilling i Figur 6.2.

Tabell 6.1: Oversikt over erosjonssikringer i Neselva.

TILTAKS NUMMER	TILTAKSNAVN	TILTAK-UTSTREKNING	LENGDEPARSELL	ELVESIDEPARSELL
1334	Neselv ved utløpet	450 meter	450meter	Begge sider
4263	Neselv nedstrøms Nesbru	65 meter	65 meter	Venstre side



Figur 6.2: Oversiktskart over erosjonssikringer i Neselva. Kartutsnitt er tatt fra NVEaltas

7 Veiledning for bruk

7.1 Unngå bygging på flomutsatte områder

Stortinget har forutsatt at sikringsbehovet langs vassdragene ikke skal øke, som følge av ny utbygging. Derfor bør ikke flomutsatte områder tas i bruk, om det finnes alternative arealer.

Sikkerhetskrav for byggverk i forhold til flom er gitt i byggteknisk forskrift, TEK10, § 7-2. Kravene er differensiert i forhold til type flom og type byggverk/infrastruktur. NVEs retningslinje 2/2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar"[10], beskriver hvordan sikkerhetskravene i TEK10 kan oppfylles i arealplanleggingen.

Fortetting i allerede utbygde områder, skal heller ikke tillates før sikkerheten er brakt opp på et tilfredsstillende nivå, i henhold til TEK10.

7.2 Hvordan forholde seg til usikkerhet på kartet?

NVE lager flomsonekart med høyt presisjonsnivå, som for mange formål skal kunne brukes direkte. Det er likevel viktig å være bevisst at flomsonenes utbredelse avhenger av bakenforliggende datagrunnlag og analyser.

Spesielt i områder nær flomsonegrensen er det viktig at høyden på terrenget sjekkes mot de beregnete flomvannstandene. På tross av god nøyaktighet på terrengmodell kan det være områder, som på kartet er angitt å ligge utenfor flomsonen, men som ved detaljmåling i felt kan vise seg å ligge lavere enn det aktuelle flomnivået. Tilsvarende kan det være mindre områder innenfor flomområdet, som ligger høyere enn den aktuelle flomvannstand. Ved detaljplanlegging og plassering av byggverk er det viktig å være klar over dette.

En måte å forholde seg til usikkerheten på, er å legge sikkerhetsmarginer til de beregnede flomvannstander. Hvor store disse skal være vil avhenge av hvilke tiltak det er snakk om. For byggetiltak har vi i kapitel 7.3 angitt konkret forslag til påslag på vannstandene. I forbindelse med beredskapssituasjoner, vil usikkerheten i flomvarslene langt overstige usikkerheten i vannlinjene og flomsonene.

Geometrien i elveløpet kan bli endret, spesielt som følge av store flommer eller ved menneskelige inngrep, slik at vannstandsforholdene endres. Tilsvarende kan terrenginngrep inne på elveslettene, så som oppfyllinger, føre til at terrengmodellen ikke lenger er gyldig i alle områder. Over tid kan det derfor bli behov for å gjennomføre nye revisjoner av beregningene og flomsonekartene.

Så lenge kartene anses å utgjøre den best tilgjengelige informasjon om flomfare i et område, forutsettes de lagt til grunn for arealbruk og flomtiltak.

7.3 Arealplanlegging og byggesaker – bruk av flomsonene

I kommuneplansammenheng kan en bruke flomsonene direkte for å identifisere områder som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. Flomsonene skal avsettes som hensynssoner på plankartet jf. pbl § 11-8.

Ved detaljplanlegging og ved dele- og byggesaksbehandling, må en ta hensyn til at også flomsonene har begrenset nøyaktighet. Primært må en ta utgangspunkt i de beregnede vannstander og kontrollere terrenghøyden i felt mot disse. En sikkerhetsmargin bør legges til ved praktisk bruk. Områder som etter nærmere kontroll i felt er utsatt for flomfare, avsettes som hensynssoner på plankartet jf. pbl § 12-6.

For å unngå flomskade må dessuten dreneringen til et bygg ligge slik at avløpet fungerer under flom. I dette prosjektet er grunnlagsmaterialet vurdert som godt. NVE anbefaler et påslag med 0.3 m på de beregnete vannstandene for å dekke opp usikkerheter i beregningene.

Til hensynssonene gis det bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken, f.eks ved at det ikke tillates etablering av ny bebyggelse lavere enn nivå for en 200-års flom, med mindre det utføres tiltak som sikrer bebyggelsen mot flom.

Med grunnlag i flomsonekartene, må det innarbeides hensynsoner med bestemmelser som ivaretar stilstrekkelig sikkerhet mot flom når kommuneplanen for Levanger kommune rulleres.

7.4 Flomvarsling og beredskap – bruk av flomsonene

Et flomvarsel forteller hvor stor vannføring som ventes, sett i forhold til tidligere flomsituasjoner i vassdraget. Det er ikke nødvendigvis et varsel om skade. For å kunne varsle skadeflom, må man ha detaljert kjennskap til et område. I dag gis flomvarslene i form av en firetrinns aktsomhetsnivåskala for alle fylker i landet. Aktsomhetsnivå grønt (1) tilsier ingen spesiell fare. Aktsomhetsnivå gult (2), oransje (3) og rødt (4) gir varsel om flom og angir hvor stor flomstørrelse og skadeomfang som er forventet. Ved kontakt med flomvarslingen vil en ofte kunne få mer detaljert informasjon. Varsel om naturfare blir lagt ut forløpende på www.varsom.no.

Flomsonekart gir detaljkunnskap i form av beregnede vannstander over en lengre strekning ved flom, og man kan se hvilke områder og hvilke typer verdier som blir oversvømt. Beredskapsmyndighetene bør innarbeide denne informasjonen i sine planer. Kartene viser hvilke bygninger som blir berørt av de ulike flomstørrelsene. Kobling mot adresseregistre kan gi lister over berørte eiendommer. På dette grunnlaget vil de beredskapsansvarlige bedre kunne planlegge evakuering, omkjøringsveger, bygging av voller og andre krisetiltak.

7.5 Generelt om gjentaksintervall og sannsynlighet

Gjentaksintervall er det antall år som gjennomsnittlig går mellom hver gang en får en like stor eller større flom. Dette intervallet sier noe om hvor sannsynlig det er å få en flom av en viss størrelse. Sannsynligheten for eksempelvis en 50-årsflom er 1/50, dvs. 2 % hvert eneste år. Dersom en 50-års flom nettopp er inntruffet i et vassdrag betyr dette ikke at det vil gå 50 år til neste gang dette nivået overskrides. Den neste 50-årsflommen kan inntreffe allerede i inneværende år, om to, 50 år eller kan hende først om 200 år. Det er viktig å være klar over at sjansen for eksempelvis å få en 50-årsflom er like stor hvert år men den er liten - bare 2 prosent.

Et aktuelt spørsmål ved planlegging av virksomhet i flomutsatte områder er følgende: Hva er akseptabel sannsynlighet for flomskade i forhold til gjentaksintervall og levetid? Gitt en konstruksjon med forventet (økonomisk) levetid på 50 år som sikres mot en 100-årsflom. I følge tabellen vil det fremdeles være 40 % sjanse for å få flomskader i løpet av en 50-årsperiode. Tar man utgangspunkt i en ”akseptabel sannsynlighet for flomskade” på eksempelvis 10 % i en 50-årsperiode, viser tabellen at konstruksjonen må være sikker mot en 500-årsflom!

Tabell 7-1: Sannsynlighet for overskridelse ut fra periodelengde og gjentaksintervall.

	Periodelengde år (L)					
Gjentaksintervall (T)	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 Vedlegg

Digitale flomsoner for 20-, 200- og 1000-årsflommene.

9 Referanser

[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] Hallvard Berg og Øyvind Høydal 2000. Prosjekthåndbok flomsonekartprosjektet. (Doculivenr 200003038)

[6] NVE, *Flomberegning for Fagernes (012.LZ)Ingeborg Kleivane*, rapport nr 37- 2012 (sak nr 200702125).

[7] Mjøsplan. Oppmålte tverrprofiler for Nord-Aurdal kommune, 2010 (sak nr 200900038-2).

[8] Novatek AS. Oppmålte tverrprofiler for NVE, 2008 (sak nr 200900038).

[9] NVE-notat. *Dokumentasjon av vannlinjeberegninger delprosjekt Fagernes*, 2013 (sak nr 200900038-2)

[10] Retningslinje nr 2-2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar, Revidert 22. mai 2014", NVE.

Flomsonekartrapportene gis ut fra 2012 i NVEs Rapportserie

NVEs Flomsonekartserie opphørte etter 2011.

2000

Nr 1 Ingebrigt Bævre: Delprosjekt Sunndalsøra

Nr 2 Siri Stokseth: Delprosjekt Trysil

Nr 3 Kai Fjelstad: Delprosjekt Elverum

Nr 4 Øystein Nøtsund: Delprosjekt Førde

Nr 5 Øyvind Armand Høydal: Delprosjekt Otta

Nr 6 Øyvind Lier: Delprosjekt Rognan og Røkland

2001

Nr 1 Ingebrigt Bævre: Delprosjekt Støren

Nr 2 Anders J. Muldsvor: Delprosjekt Gaupne

Nr 3 Eli K. Øydvin: Delprosjekt Vågåmo

Nr 4 Eirik Traae: Delprosjekt Høyanger

Nr 5 Ingebrigt Bævre: Delprosjekt Melhus

Nr 6 Ingebrigt Bævre: Delprosjekt Trondheim

Nr 7 Siss-May Edvardsen: Delprosjekt Grodås

Nr 8 Øyvind Høydal: Delprosjekt Rena

Nr 9 Ingjerd Haddeland: Delprosjekt Flisa

Nr 10 Ingjerd Haddeland: Delprosjekt Kirkenær

Nr 11 Siri Stokseth: Delprosjekt Hauge

Nr 12 Øyvind Lier: Delprosjekt Karlstad, Moen, Rundhaug og Øverbygd

2002

Nr. 1 Øyvind Espeseth Lier: Delprosjekt Karasjok

Nr. 2 Siri Stokseth: Delprosjekt Tuven

Nr. 3 Ingjerd Haddeland: Delprosjekt Liknes

Nr. 4 Ahmed Reza Naserzadeh: Delprosjekt Åkrestrømmen

Nr. 5 Ingebrigt Bævre: Delprosjekt Selbu

Nr. 6 Eirik Traae: Delprosjekt Dalen

Nr. 7 Øyvind Espeseth Lier: Delprosjekt Storslett

Nr. 8 Øyvind Espeseth Lier: Delprosjekt Skoltefossen

Nr. 9 Ahmed Reza Naserzadeh: Delprosjekt Koppang

Nr. 10 Christine Kielland Larsen: Delprosjekt Nesbyen

Nr. 11 Øyvind Høydal: Delprosjekt Selsmyrene

Nr. 12 Siss May Edvardsen: Delprosjekt Lærdal

Nr. 13 Søren Elkjær Kristensen: Delprosjekt Gjøvik

2003

Nr. 1 Ingebrigt Bævre, Jostein Svegården: Delprosjekt Korgen

Nr. 2 Siss-May Edvardsen: Delprosjekt Dale

Nr. 3 Siss-May Edvardsen: Delprosjekt Etne

Nr. 4 Siss-May Edvardsen: Delprosjekt Sogndal

Nr. 5 Siri Stokseth: Delprosjekt Søgne

Nr. 6 Øyvind Høydal og Eli Øydvin: Delprosjekt Sandvika og Vøyenenga

Nr. 7 Siri Stokseth og Jostein Svegården: Delprosjekt Hønefoss

Nr. 8 Ingebrigt Bævre og Christine K. Larsen: Delprosjekt Røssvoll

Nr. 9 Søren E. Kristensen: Delprosjekt Kongsvinger

Nr. 10 Paul Christen Røhr: Delprosjekt Alta og Eiby

2004

Nr. 1 Beate Sæther, Christine Kielland Larsen: Delprosjekt Verdalsøra

Nr. 2 Beate Sæther, Christine K. Larsen: Delprosjekt Hell

Nr. 3 Siss-May Edvardsen, Christine Kielland Larsen Delprosjekt Sande

Nr. 4 Ingebrigt Bævre,Eli K. Øydvin: Delprosjekt Batnfjord

Nr. 5 Ingebrigt Bæ vre, Jostein Svegården: Delprosjekt Meldal

Nr. 6 Ahmed Naserzadeh, Christine Kielland Larsen: Delprosjekt Fetsund

Nr. 7 Siri Stokseth, Eli K. Øydvin: Delprosjekt Ålgård

Nr. 8 Ingebrigt Bævre,Christine Kielland Larsen: Delprosjekt Misvær

Nr. 9 Turid Bakken Pedersen,Christine K. Larsen: Delprosjekt Moi

Nr. 10 Siri Stokseth, Linmei Nie,Eli K. Øydvin: Delprosjekt Skien

Nr. 11 Siri Stokseth, Eli K. Øydvin: Delprosjekt Mandal

Nr. 12 Siri Stokseth, Eli K. Øydvin: Delprosjekt Kongsberg

Nr. 13 Siss-May Edvardsen, Eli K. Øydvin: Delprosjekt Myklemyr og Fossøy

Nr. 14 Siss-May Edvardsen, Øystein Nøtsund, Jostein Svegården: Delprosjekt Ørsta

Nr. 15 Ahmed Reza Naserzadeh, Christine Kielland Larsen: Delprosjekt Ringebu/Fåvang

2005

Nr 1 Ingebrigt Bævre, Julio Pereira: Delprosjekt Kotsøy

Nr 2 Siri Stokseth, Jostein Svegården: Delprosjekt Drammen

Nr. 3 Ahmed Naserzadeh, Julio Pereira: Delprosjekt Hamar

Nr. 4 Ingebrigt Bævre og Christine K. Larsen: Delprosjekt Beiarn

Nr. 5 Ahmed Naserzadeh, Jostein Svegården: Delprosjekt Alvdal og Tynset

Nr. 6 Siss-May Edvardsen, Eli K. Øydvin: Delprosjekt Rauma

Nr. 7 Siss-May Edvardsen, Christine K. Larsen: Delprosjekt Molde

Nr. 8 Siri Stokseth, Julio Pereira: Delprosjekt Øyslebø

Nr. 9 Turid Bakken Pedersen, Eli K. Øydvin, Jostein Svegården: Delprosjekt Flakksvann

Nr. 10 Christine K. Larsen, Ingebrigt Bævre: Delprosjekt Mosjøen

Nr. 11 Christine K. Larsen, Ingebrigt Bævre: Delprosjekt Bærums Værk

Nr. 12 Turid Bakken Pedersen, Jostein Svegården: Delprosjekt Mosby

Nr. 13 Ahmed Reza Nasersadeh, Julio Pereira: Delprosjekt Lillestrøm

Nr. 14 Siss-May Edvardsen, Jostein Svegården: Delprosjekt Eidfjord

Nr. 15 Beate Sæth er, Christine K. Larsen: Delprosjekt Orkdal

Nr. 16 Siss-May Edvardsen, Christine Kielland Larsen: Delprosjekt Vikøyri

2006

Nr. 1 Siss-May Edvardsen, Christine K. Larsen: Delprosjekt Bondalen

Nr. 2 Siss-May Edvardsen, Julio Pereira: Delprosjekt Oltedal

Nr. 3 Siss-May Edvardsen, Jostein Svegården: Delprosjekt Sylte

Nr. 4 Siss-May Edvardsen, Eli K. Øydvin: Delprosjekt Voss

Nr. 5 Ahmed Reza Naserzadeh, Jostein Svegården: Delprosjekt Fjellhamar

Nr. 6 Ahmed Reza Naserzadeh, Jostein Svegården: Delprosjekt Lillehammer

Nr. 7 Ahmed Reza Naserzadeh, Julio Pereira Delprosjekt Fredrikstad og Sarpsborg

Nr. 8 Anders Bjordal, Christine K. Larsen: Delprosjekt Masi / Oasseprošeakta Máze

Nr. 9 Ingebrigt Bævre, Christine K. Larsen, Knut Aune Hoseth: Delprosjekt Bonakas, Seida og Polmak / Oasseprošeakta Bonjákas, Sieiddá ja Buolbmát

Nr. 10 Ingebrigt Bævre, Christine K. Larsen: Delprosjekt Hattfjelldal

Nr. 11 Ingebrigt Bævre, Christine K. Larsen: Delprosjekter Trofors-Grane

Nr. 12 Siri Stokseth, Christine Kielland Larsen: Delprosjekt Gol

Nr. 13 Siri Stokseth, Christine Kielland Larsen: Delprosjekt Hemsedal

Nr. 14 Ingebrigt Bævre, Eli K. Øydvin: Delprosjekt Ulefoss

2007

Nr. 1 Siss-May Edvardsen, Eli K. Øydvin: Delprosjekt Stryn

Nr. 2 Ahmed Reza Naserzadeh, Julio Pereira: Delprosjekt Eidsvoll

Nr. 3 Ingebrigt Bævre, Anders Bjordal, Christine K. Larsen: Delprosjekt Kautokeino / Oasseprošeakta Guovdageaidnu

Nr. 4 Siss-May Edvardsen, Christine Kielland Larsen Eli Katrina Øydvin: Delprosjekt Ogna

Nr. 5 Ahmed Reza Naserzadeh, Jostein Svegården: Delprosjekt Brandbu-Gran

Nr. 6 Siri Stokseth, Julio Pereira: Delprosjekt Lier

Nr. 7 Siri Stokseth, Ivar Olaf Peereboom: Delprosjekt Årdal

Nr. 8 Ingebrigt Bævre, Ivar Olaf Peereboom: Delprosjekt Sauda

Nr. 9 Siss-May Edvardsen, Ivar Olaf Peereboom: Delprosjekt Sykkylven

Nr. 10 Ingebrigt Bævre, Eli K. Øydvin: Delprosjekt Surnadal

Nr. 11 Ingebrigt Bævre, Julio Pereira: Delprosjekt Rjukan

Nr. 12 Ahmed Reza Naserzadeh, Ivar Olaf Peereboom: Delprosjekt Leirsund og Frogner

Nr. 13 Siri Stokseth, Ivar Olaf Peereboom Delprosjekt Seljord

Nr 14 Siss-May Edvardsen, Eli K. Øydvin Delprosjekt Hjelle

Nr 15 Siri Stokseth, Eli K. Øydvin: Delprosjekt Sauland

Nr 16 Beate Sæther, Julio Pereira: Delprosjekt Namsos

Nr 17 Beate Sæther, Julio Pereira: Delprosjekt Grong

2008

Nr. 1 Ahmed Reza Naserzadeh, Ivar Olaf Peereboom:
Delprosjekt Skarnes

Nr. 2 Ingebrigt Bævre, Ivar Olaf Peereboom:
Delprosjekt Spjelkavik

Nr. 3 Asbjørn Osnes, Ivar Olaf Peereboom:
Delprosjekt Steinkjer

Nr. 4 Kjartan Orvedal, Ivar Olaf Peereboom:
Delprosjekt Flatdal

2009

Nr. 1 Turid Bakken Pedersen, Julio Pereira
Delprosjekt Konsmo

2010

Nr. 1 Ahmed Reza Naserzadeh, Julio Pereira
Delprosjekt Ellingsrud

Nr. 2 Kjartan Orvedal, Ivar Olaf Peereboom
Delprosjekt Vikeså

Nr. 3 Kjartan Orvedal, Ivar Olaf Peereboom
Delprosjekt Egersund

Nr. 4 Ahmed Reza Naserzadeh, Ivar Olaf Peereboom
Delprosjekt Moss

Nr. 5 Siss-May Edvardsen, Camilla Meidell Roald
Delprosjekt Os

Nr. 6 Ahmed Reza Naserzadeh, Julio Pereira
Delprosjekt Sørkedalen

2011

Nr. 1 Kjartan Orvedal, Julio Pereira
Delprosjekt Overhalla

2012 (i Rapportserien)

Nr. 11 Kjartan Orvedal, Julio Pereira
Delprosjekt Ålen

Nr. 23 Siss-May Edvardsen, Camilla Meidell Roald
Delprosjekt Naustdal

Nr. 29 Per Ludvig Bjerke, Julio Pereira
Delprosjekt Vigeland

Nr. 76 Anders Bjordal
Ivar Olaf Peereboom
Delprosjekt Tromsdalselva

2013 (i Rapportserien)

Nr. 10 Kjartan Orvedal, Julio Pereira
Delprosjekt Levanger

Nr. 36 Flaumsonekart Delprosjekt Årdal i Sogn.
Siss-May Edvardsen, Camilla Roald

Nr. 67 Flomsonekart. Delprosjekt Sunndalsøra.
Kjartan Orvedal, Camilla Meidell Roald

Nr. 74 Flomsonekart. Delprosjekt Nesttun
Kjartan Orvedal, Camilla Meidell Roald

2014 (i Rapportserien)

Nr. 23 Flomsonekart. Delprosjekt Tuv
Kjartan Orvedal, Julio Pereira

Nr. 45 Flomsonekart. Delprosjekt Hemsedal.
Martin Jespersen, Rengifo Ortega,
Julio H. Pereira Sepulveda

Nr. 61 Flaumsonekart Delprosjekt Førde.
Kjartan Orvedal, Ivar Olaf Peereboom

Nr. 69 Flomsonekart Delprosjekt Fagernes.
Ahmed Reza Naserzadeh, Camilla Meidell Roald

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no