

Rapport nr 13/2006

Flomsonekart, Delprosjekt Hemsedal

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfattere: Siri Stokseth, Christine K. Larsen

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 70

Forsidefoto: Hemsedal turistkontor

ISSN: 1504-5161

Emneord: Hemsedal, Hemsil, flom, flomberegning,
vannlinjeberegning, flomsonekart

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95

Telefaks: 22 95 90 00

Internett: www.nve.no/flomsonekart

Forord

Det etableres nå et nasjonalt kartgrunnlag – flomsonekart – for vassdragene i Norge som har størst skadepotensial. Hovedmålet med kartleggingen er forbedret arealplanlegging og byggesaksbehandling i vassdragsnære områder, samt bedre beredskap mot flom.

Rapporten presenterer resultatene fra kartleggingen av Hemsil fra Trøim til Ulsåk, en strekning på ca 5 km. Grunnlaget for flomsonekartene er flomberegninger og vannlinjeberegninger.

Oslo, desember 2006



Anne Britt Leifseth

avdelingsdirektør



Eli K. Øydvin

prosjektleder

Sammendrag

Det er utarbeidet flomsonekart for 10-, 100-, 200- og 500-årsflom langs Hemsil gjennom Hemsedal fra Skogstad til nedenfor Ulsåk. Strekningen det er laget flomsonekart for er ca 5 km. Grunnlaget for flomsonekartene er flomberegninger og vannlinjeberegninger.

Det er beregnet maksimale flomvannføringer og vannstander for 10-, 20-, 50-, 100-, 200- og 500-årsflom. Det foreligger vannføringsdata for vassdraget, men vassdraget er regulert og dette kompliserer beregningene. De største flommene i området opptrer om våren, men sommer- og høstflommer forekommer også.

Oversvømt areal som beregnes er knyttet til flom i Hemsil. Vannstander i sidevassdrag og bekker er ikke beregnet.

Allerede ved en 10-årsflom oversvømmes store jordbruksarealer i hele det kartlagte området. Noen bygninger rett på nordsiden av Hemsil mellom profil 23 og 24, samt bygninger på flatene mellom profil 13 og 15, berøres så vidt ved en 10-årsflom. Enkelte mindre veier oversvømmes. Riksvei 52 blir flomutsatt rundt en 50-årsflom. Ved 200-årsflom er flere bygninger i området, samt større deler av riksvei 52 flomutsatt.

Ved oversiktsplanlegging kan en bruke flomsonekartene direkte for å identifisere områder som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. Ved detaljplanlegging 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 beregnede vannstander og kontrollere terreng høyden i felt mot disse.

En sikkerhetsmargin skal alltid legges til ved praktisk bruk. For dette prosjektet er sikkerhetsmarginen satt til 30 cm, og dette må legges til de beregnede vannstander.

Med grunnlag i flomsonekartet, må det innarbeides bestemmelser for byggehøyder for det kartlagte området når kommuneplanen for Hemsedal rulleres. Flomsonekartene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak; som evakuering, bygging av voller.

Innhold

1	INNLEDNING	1
1.1	BAKGRUNN	1
1.2	AVGRENSNING AV PROSJEKTET	1
1.3	PROSJEKTGJENNOMFØRING	1
2	METODE OG DATABASEHOV	2
2.1	METODE	2
2.2	SPESIELT OM VASSDRAGET	2
2.3	HYDROLOGISKE DATA	2
2.3.1	FLOMBEREGNING	2
2.3.2	KALIBRERINGSDATA	3
2.4	TOPOGRAFISKE DATA	4
2.4.1	TVERRPROFILER	4
2.4.2	DIGITALE KARTDATA	4
3	VANNLINJEBEREGNING	6
3.1	KALIBRERING AV MODELLEN	6
3.2	RESULTATER	6
4	FLOMSONEKART	9
4.1	RESULTATER FRA FLOMSONEANALYSEN	9
4.2	LAVPUNKTER	10
4.3	SONE MED FARE FOR OVERSVØMMELSE I KJELLER	10
4.4	KARTPRESENTASJON	11
4.4.1	HVORDAN LESES FLOMSONEKARTET?	11
4.4.2	FLOMSONEKART 200-ÅRSFLOM	11
4.4.3	FLOMSONEKART – ANDRE FLOMMER	11
4.5	KARTPRODUKTER	12
5	ANDRE FAREMOMENTER I OMRÅDET	19
5.1	INNDELING	19
5.2	IS	19
5.3	EROSJON, SIKRINGSTILTAK OG MASSETRANSPORT	19
6	USIKKERHET I DATAMATERIALET	20
6.1	FLOMBEREGNINGEN	20
6.2	VANNLINJEBEREGNINGEN	20
6.3	FLOMSONEN	20
7	VEILEDNING FOR BRUK	21

7.1	UNNGÅ BYGGING PÅ FLOMUTSATTE OMRÅDER	21
7.2	HVORDAN FORHOLDE SEG TIL USIKKERHET PÅ KARTET?	21
7.3	AREALPLANLEGGING OG BYGGESAKER – BRUK AV FLOMSONEKART	21
7.4	FLOMVARSLING OG BEREDSKAP – BRUK AV FLOMSONEKART	22
7.5	GENERELT OM GJENTAKSINTERVALL OG SANNSYNLIGHET	22
REFERANSER		25
VEDLEGG		25

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

Flomtiltaksutvalget /1/ anbefalte at det etableres et nasjonalt kartgrunnlag – flomsonekart – for vassdragene i Norge som har størst skadepotensial. Utvalget anbefalte en detaljert digital kartlegging.

I Stortingsmelding nr 42 (1996-97) /2/ gjøres det klart at regjeringen vil satse på å utarbeide flomsonekart i tråd med anbefalingene fra Flomtiltaksutvalget. Regjeringen begrunner dette med at en bedre styring av arealbruken er det absolutt viktigste tiltaket for å holde risikoen for flomskader på et akseptabelt nivå. Denne vurderingen fikk sin tilslutning også ved behandlingen i Stortinget.

I 1998 ble det derfor satt i gang et større prosjekt for kartlegging av flomfare i regi av NVE. Det er utarbeidet en plan for Flomsonekartprosjektet som viser hvilke elvestrekninger som skal kartlegges /3/. Strekningene er valgt ut fra størrelse på skadepotensial. Totalt er det 123 delstrekninger som skal kartlegges. Dette utgjør ca. 1100 km elvestrekning.

1.2 Avgrensning av prosjektet

Det kartlagte området ligger i Hemsedal kommune i Buskerud (figur 2.1). Strekningen som det er beregnet flomhøyder for, ligger langs Hemsil fra litt ovenfor Trøim til litt nedenfor Ulsåk, en strekning på ca 5 km. Et oversiktskart over området er vist i figur 2.2.

Oversvømt areal som beregnes er knyttet til flom i Hemsil. Vannstander i sidebekker og sideelver og oversvømmelse som følge av flom i disse beregnes ikke.

Det er primært oversvømte arealer som følge av naturlig høy vannføring som skal kartlegges, andre faremomenter nevnes i den grad det er funnet opplysninger om det.

1.3 Prosjektgjennomføring

Prosjektet er gjennomført under ledelse av NVE med Hemsedal kommune som bidragsyter og diskusjonspart. Første utkast til flomsonekart ble sendt kommunen for innspill og vurdering av flomutbredelse. Prosjektet er gjennomført i henhold til prosjektets vedtatte rutiner for styring, gjennomføring og kvalitetskontroll /4/.

2 Metode og databehov

2.1 Metode

Et flomsonekart viser hvilke områder som oversvømmes ved flommer med ulike gjentaksintervall. I tillegg til kartene utarbeides det også lengdeprofiler for vannstand i elva.

Det gjennomføres en statistisk analyse av hvor store og hyppige flommer som kan forventes i vassdraget (flomberegning). Det beregnes vannføring for flommer med gjentaksintervall hhv. 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år. Vannføringsdata, oppmålte profiler av elveløpet og elveløpets egenskaper for øvrig benyttes i en hydraulisk modell som beregner hvor høy vannstand de ulike flommene gir langs elva (vannlinjeberegning). For kalibrering av modellen bør det fortrinnsvis finnes opplysninger om vannføringer og flomvannstander lokalt fra kjente historiske flommer.

Ut fra kartgrunnlaget genereres en digital terrengmodell i GIS. Programvaren ArcGIS er benyttet. I tillegg til koter og terrengpunkter er det benyttet andre høydebærende data som terrenglinjer, veikant, elvekant og innsjø med høyde til oppbygging av terrengmodellen. Av vannlinjen utledes en digital vannflate. Denne kombineres med terrengmodell i GIS til å beregne oversvømt areal (flomsone).

2.2 Spesielt om vassdraget

Hallingdalsvassdraget strekker seg fra de nordlige deler av Hardangervidda og østlige deler av Hemsedalsfjella til utløpet av Krøderen. Etter samløpet med Trømsåi er Hemsils nedbørsfelt ca 656 km².

Fra omkring 1950 har det vært en rekke kraftutbygginger i vassdraget, dette påvirker sterkt vannføringen og også flomstørrelsene i Hemsil.

2.3 Hydrologiske data

2.3.1 Flomberegning

Flomberegningen er dokumentert i *Flomberegning for Hallingdalsvassdraget. Hemsedal, Gol og Nesbyen* /5/.

Flomberegningen omfatter tre delprosjekter i NVEs Flomsonekartprosjekt: Nesbyen, Hemsedal og Gol. Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall er beregnet for Hemsil ved skiheisene og ved Dokki som ligger ca 4 km sørøst for Ulsåk. Vannføringene er vist i tabell 2.1.

Reguleringene i Hemsil har ført til en kraftig reduksjon av vannføringen i vassdragene. Størst reduksjon i antall m³/s er antatt for flommer med gjentaksintervall på 50 år. For mer sjeldne flommer antas det at reguleringene gradvis har mindre innflytelse, slik at ved en 500-årsflom regnes vassdraget som om det var uregulert.



Figur 2.1 Kart over Hallingdalsvassdraget

Tabell 2.1 Flomverdier (kulminasjon) for Hemsil ved Hemsedal sentrum

Beregningspunkt	Qm	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Hemsil ved skiheisene (oppstrøms Trømsåi)	175	225	267	324	410	564	675	864
Hemsil ved Dokki	195	249	296	358	450	610	725	923

2.3.2 Kalibreringsdata

For å kalibrere vannlinjeberegningsmodellen er vi avhengig av samhørende verdier av vannføring og vannstand. Det er benyttet data fra flommen som opptrådte rundt 7.mai 2004 i Hemsil. Flomhøyder fra kulimineringsvannføringen (flomtopp) ble delvis registrert samme dag som flomtoppen inntraff og delvis i ettertid, ved å måle inn merker i terrenget som viste hvor høyt flomvannet hadde stått. Som grunnlag for kalibrering av vannlinjemodellen finnes kun denne ene flommen, men siden denne flommen er omtrent på størrelse med en 50-årsflom, er høydene veldig nær de viktigste flomstørrelsene som vises på flomsonekartene. Flomhøydene er vist i tabell 2.2.

Tabell 2.2 Kalibreringsvannstander (NN54) og estimert samhørende flomvannføring i Hemsil for flommen 7. mai 2004

Profil	7.5.2004 vannstand (NN54) 300 m ³ /s
25	618.4
22	615.54
14	607.24
5	599.05

2.4 Topografiske data

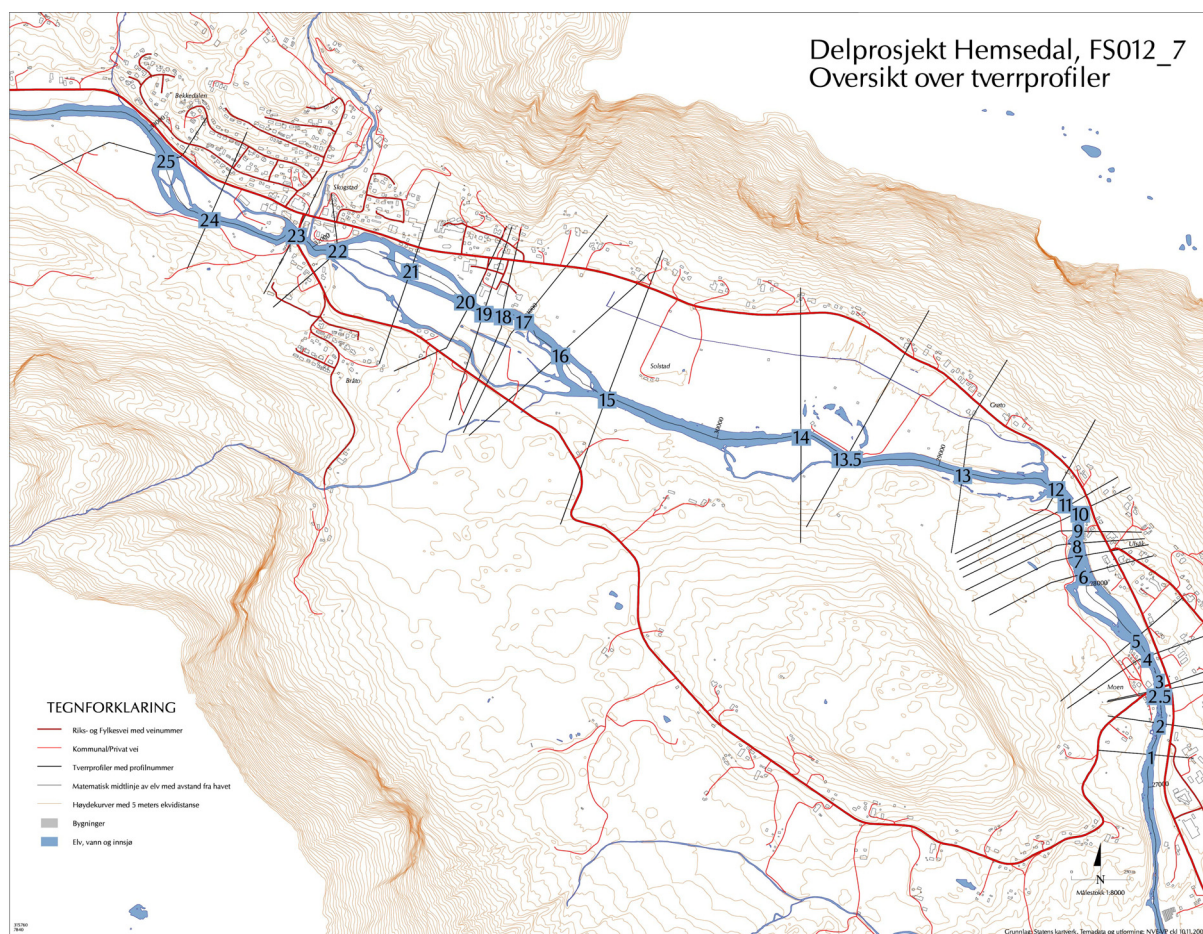
2.4.1 Tverrprofiler

Strekningen ble profilert av Novatek as 2005 (27 profiler) /7/. Profilene er nummerert i stigende rekkefølge med start i nedstrøms ende. Profilene er valgt ut for å beskrive elvas geometri i horisontal- og vertikalplanet.

2.4.2 Digitale kartdata

NVE har benyttet digitale data i målestokk 1:1000 anskaffet gjennom GEOVEKST

Det er generert en terrengmodell i ArcGIS. Til oppbygging av terrengmodellen er det i tillegg til 1 meters høydekurver, også benyttet andre høydebærende data (veikant, elvekant og vannkant).



Figur 2.2 Kart som viser plassering av benyttede tverrprofiler for Hemsedal

3 Vannlinjeberegning

Programvaren HEC-RAS er benyttet til vannlinjeberegning. Det er forutsatt stasjonære forhold. Da opptrer endringene i vannføring så langsomt at de ikke-stasjonære trykk-, hastighets- og volumendringene er neglisjerbare.

Dersom vannføringen ikke endrer seg (eller endrer seg langsomt) og elva ikke er bratt, vil vannstanden i nedstrøms ende påvirke vannstanden oppover i elven. 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 ikke påvirke vannstanden oppover i elven noe større, fordi de ikke-stasjonære forholdene (dambruddsbølgen) vil være dominerende.

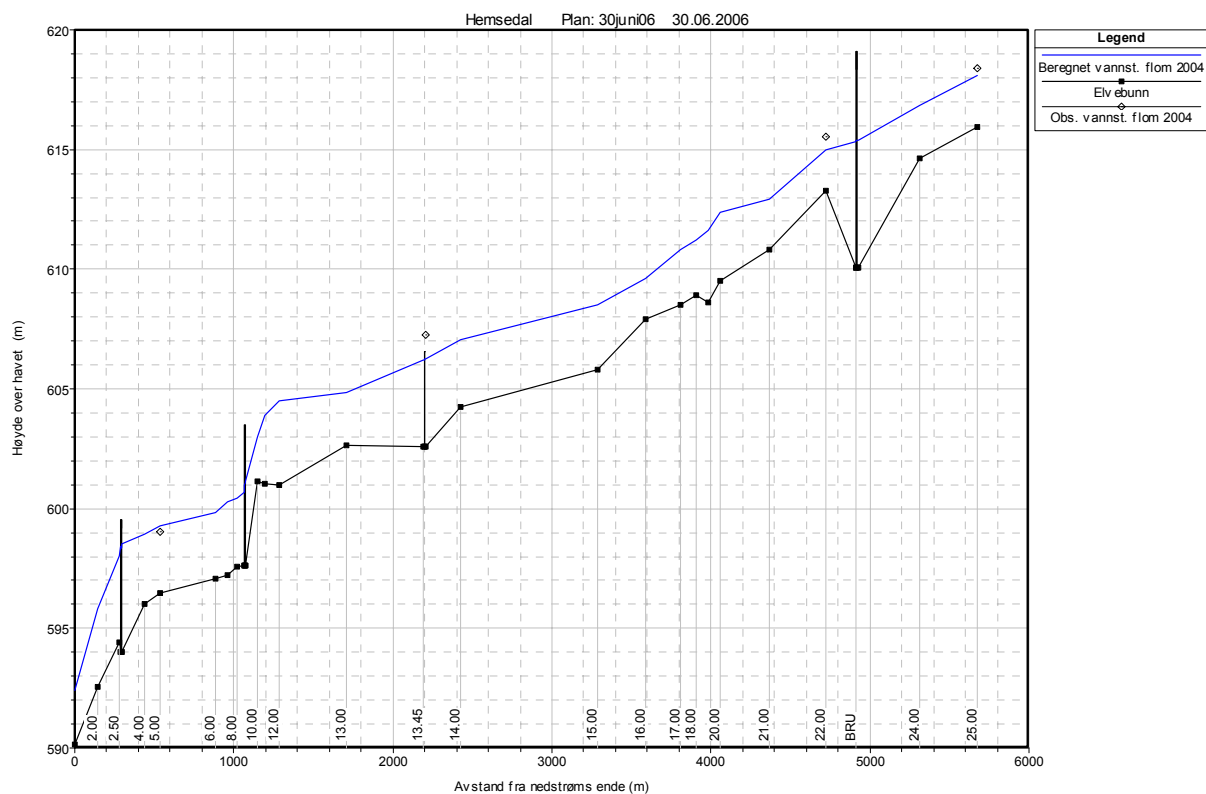
I Hemsil er det slik at vannstanden i nedstrøms ende, påvirker vannføringen oppover i elva. Derfor er det tatt opp profiler og beregnet vannstand så langt nedstrøms Hemsedal sentrum som Moen.

3.1 Kalibrering av modellen

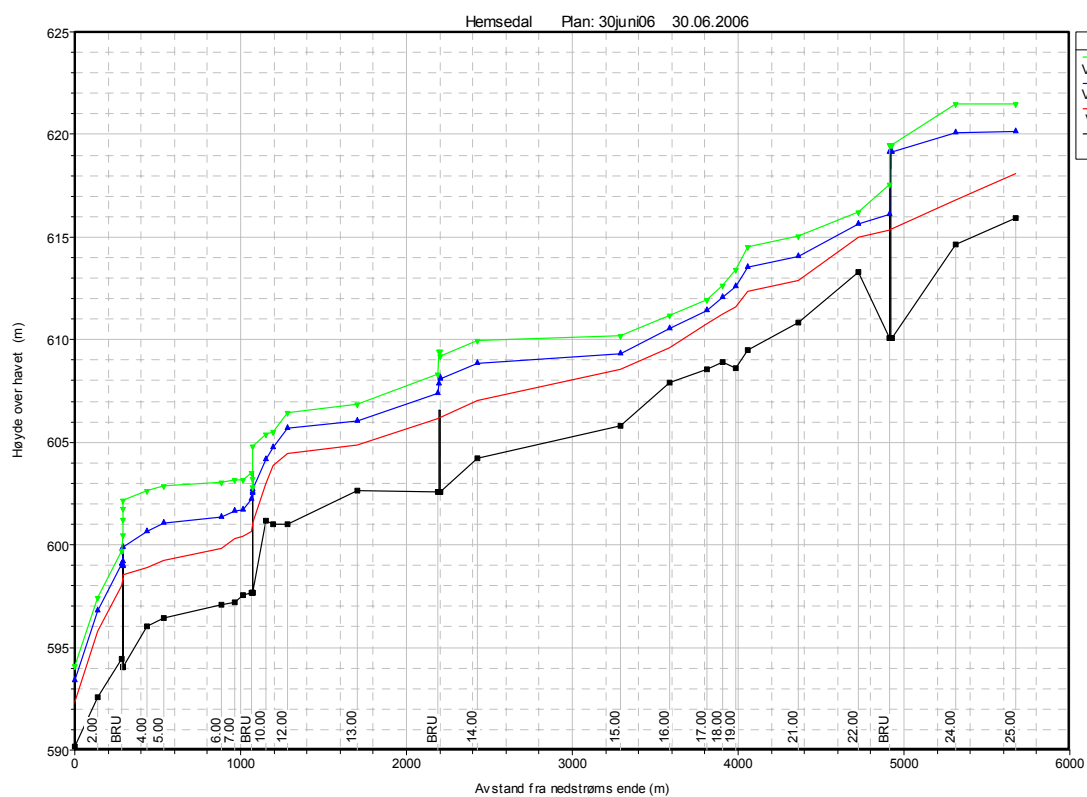
Modellen er kalibrert med data fra flommen 7.5.2004. Foreløpig kart ble sendt Hemsedal kommune for å vurdere hvor godt den modellerte flommen stemte med virkelig utbredelse for 2004-flommen. Kommunens tilbakemelding var at vannstanden var for høy og at for store områder ble vist som oversvømt på kartet. Derfor ligger endelig modellert vannlinje noe i underkant av observert vannstand i figur 3.1.

3.2 Resultater

Det er beregnet vannstander for 10-, 20-, 50-, 100-, 200- og 500-årsflom. Figur 3.2 viser lengdeprofilen for 3 av de beregnede flommene. Vannhøyder i de ulike profilene er gitt i tabell 3.1 For nærmere beskrivelse av vannlinjeberegningene vises til notatet *Dokumentasjon av vannlinjeberegning* /8/.



Figur 3.1 Beregnede og observerte vannstander for flommen i 2004



Figur 3.2 Lengdeprofil av beregnede vannstander for 10- 100- og 500-årsflom

Tabell 3.1 Vannstand (NN54) ved hvert profil for ulike gjentaksintervall

Profil nr.	Middel-flo	5-årsflo	10-årsflo	20-årsflo	50-årsflo	100-årsflo	200-årsflo	500-årsflo
1	592.39	591.92	592.17	592.37	592.6	592.92	593.38	593.66
2	595.82	595.4	595.63	595.81	596.03	596.33	596.79	597.04
2.5	598.01	597.52	597.79	597.99	598.23	598.55	599.05	599.39
3	598.55	597.93	598.28	598.53	598.79	599.1	599.91	600.85
4	598.93	598.23	598.61	598.9	599.24	599.69	600.67	601.48
5	599.3	598.56	598.96	599.27	599.65	600.16	601.06	601.76
6	599.83	599.3	599.57	599.81	600.12	600.56	601.36	602.01
7	600.3	599.81	600.07	600.28	600.56	600.94	601.63	602.2
8	600.43	599.94	600.2	600.41	600.67	601.06	601.71	602.25
9	601.12	600.43	600.78	601.09	601.54	601.99	602.69	603.47
10	603	602.63	602.8	602.98	603.17	603.54	604.19	604.49
11	603.9	603.57	603.77	603.89	604.07	604.23	604.73	605.05
12	604.48	603.96	604.24	604.46	604.74	605.13	605.67	605.99
13	604.87	604.34	604.6	604.85	605.15	605.43	606.01	606.36
13.5	606.25	605.8	606.07	606.24	606.46	607.12	608.09	608.62
14	607.05	606.19	606.62	607.02	607.46	608.05	608.84	609.31
15	608.53	608.33	608.49	608.53	608.6	608.86	609.32	609.59
16	609.62	609.25	609.46	609.61	609.84	610.15	610.56	610.83
17	610.81	610.5	610.67	610.8	610.95	611.16	611.45	611.66
18	611.23	610.82	611.03	611.22	611.41	611.71	612.06	612.28
19	611.64	611.09	611.42	611.62	611.84	612.15	612.6	612.91
20	612.35	611.79	612.1	612.33	612.62	612.99	613.55	613.91
21	612.92	612.42	612.71	612.91	613.15	613.49	614.05	614.43
22	614.98	614.7	614.84	614.97	615.11	615.33	615.64	615.89
23	615.4	615.12	615.27	615.39	615.52	615.77	619.16	619.39
24	616.84	616.42	616.62	616.82	617.11	617.78	620.1	620.63
25	618.09	617.75	617.94	618.08	618.19	618.33	620.16	620.68

4 Flomsonekart

Flomsonene er generert ved bruk av GIS. For hver flom er vannstanden i tverrprofilene gjort om til en flomflate. I tillegg er det lagt inn hjelpelinjer mellom de oppmålte profilene for å sikre en jevn flate mellom profilene. Metoden for å finne flomarealer er å beregne skjæring mellom en vannflate generert fra aktuell flomhøyde med terrengmodellen. Ved denne analysen markeres alle terrengområder som ligger lavere enn aktuell flomhøyde.

4.1 Resultater fra flomsoneanalysen

Oversikten under gir en grov oversikt over hvilke verdier som blir utsatt. Det er ikke utført analyse i sideelver.

10-årsflom:

Store jordbruksarealer i hele det kartlagte området er flomutsatt. Noen bygninger i Trøim rett på nordsiden av Hemsil mellom profil 23 og 24, samt bygninger på flatene mellom profil 13 og 15, berøres så vidt ved en 10-årsflom. Enkelte mindre veier oversvømmes (fig. 4.4 og 4.5).

50-årsflom:

Riksvei 52 blir trolig først flomutsatt rundt en 50-årsflom. I Trøim øker antall bygninger som er flomutsatt.

200-årsflom:

Ved 200-årsflom er et større antall bygninger i hele det kartlagte området enten direkte flomutsatt eller utsatt for fare for vann i kjeller. Store deler av riksvei 52 er flomutsatt (fig. 4.6 og 4.7)

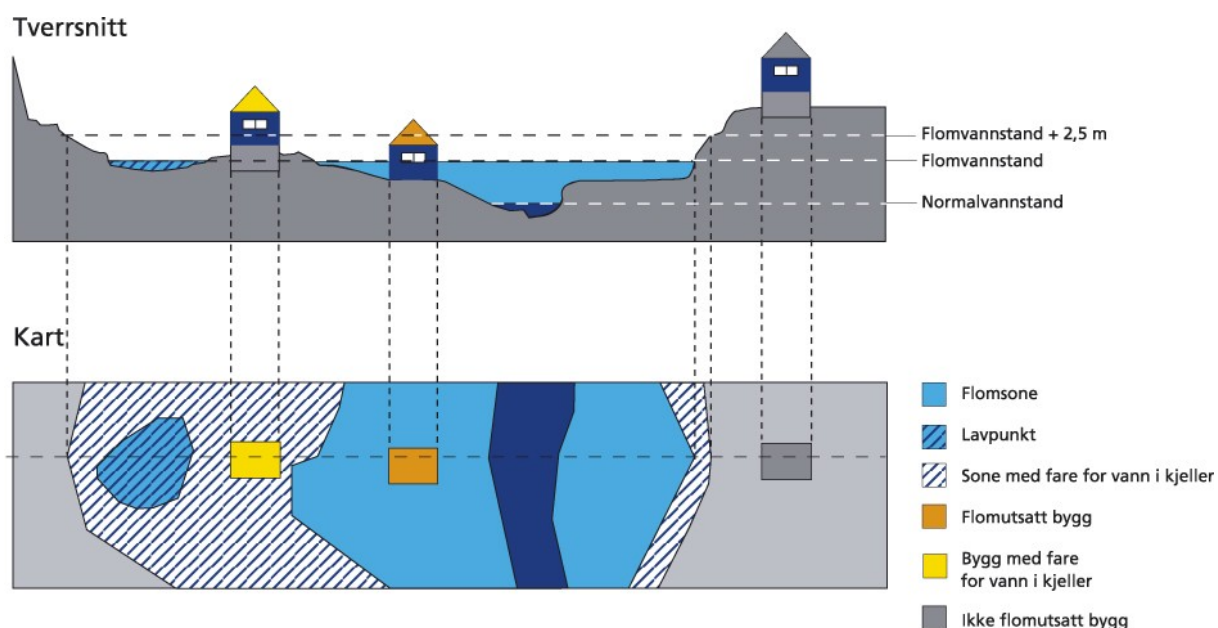
Tabell 4.1 Flomareal innenfor analyseområdet og andel lavpunkter av totalareal

Gjentaksintervall	Flomutsatt areal inkludert lavpunkter (daa)	Lavpunkter (daa)
10-årsflom	1277	29
100-årsflom	1668	6
200-årsflom	1934	4
500-årsflom	2032	0
Sone med fare for vann i kjeller (200 år)	2372	

4.2 Lavpunkter

På nordsiden av riksvei 52, mellom profil 38 og 36, dannes et lavpunktområde ved 10-årsflom. Terrenget ligger her lavere enn vannstanden i elva, men det er uvisst om området virkelig vil bli oversvømt ved en 10-årsflom. Ved 100- og 200-årsflom er det kun mindre lavpunktsoner.

Lavpunkt er områder som ligger lavere enn den beregnede flomvannstanden, men området er uten direkte forbindelse med vannet i elva. Dette kan være områder som ligger bak flomverk el veier. Disse kan bli matet av vannet i elva via for eksempel en kulvert eller grunnvannet, se figur 4.1. Lavpunktene 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 4.1 Prinsippskisse som viser definisjonen av lavpunkt og sone med fare for vann i kjeller

4.3 Sone med fare for oversvømmelse 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 en kartanalyse ved at areal som framkommer opp til 2,5 meter over flomflaten for 200-årsflom identifiseres som "sone 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 4.1). Denne sonen er kun beregnet for 200-årsflommen. Områdene er markert med skravur på hvit bunn på kartet. Uavhengig av flommen, kan forhøyet grunnvannstand føre til vann i kjellere. Det er ikke gjort noen vurdering av om grunnforholdene er slik at det er en reell fare for vann i kjeller.

4.4 Kartpresentasjon

4.4.1 Hvordan leses flomsonekartet?

Oversvømt areal som beregnes er knyttet til flom i Hemsil. Vannstander i sidebekker/-elver og oversvømmelse som følge av flom i disse beregnes ikke.

En tabell viser flomhøyder tilknyttet tverrprofilene for de beregnede flommene. Flomsonekartet i målestokk 1:15 000 viser hvor tverrprofilene er plassert. Det er ved disse profilene vannstander er beregnet. Vannstanden mellom tverrprofilene anses å variere lineært og kan derfor finnes ved interpolasjon. Avstander langs midtlinjen er vist både på selve kartet og i lengdeprofilen.

Områder som på kartet er markert som lavpunkt (områder bak flomverk, kulverter m.v.), er framkommet ved å benytte vannstanden til 10-årsflom osv, men gjentakintervallet/sannsynligheten for oversvømmelse er likevel ikke den samme. Der forbindelsen til elva er via kulvert, vil sannsynligheten normalt være større enn angitt, mens den for områder bak flomverk kan være vesentlig mindre. Lavpunkt er vist på kartet med skravur. Flomfaren må i disse områdene vurderes nærmere, der en tar hensyn til grunnforhold, kapasitet på eventuelle kulverter, eventuelle flomverk m.v. Spesielt utsatt vil disse områdene være ved intenst lokalt regn, ved stor flom i sidebekker eller ved gjentetting/reduisert kapasitet i kulverter.

4.4.2 Flomsonekart 200-årsflom

På kartet presenteres bygninger og veier med ulike farger ut fra flomfare:

- Flomutsatte bygg (oransje farge), disse ligger helt eller delvis innenfor flomsone.
- Bygg med fare for oversvømmelse i kjeller (gul farge), disse ligger helt eller delvis i sone med fare for vann i kjeller.
- Ikke flomutsatte bygg (grå farge).
- Oversvømte veier samt veier i lavpunktområder er markert med mørk grønn farge, mens veier som ligger utenfor flomsone er markert med rødt.
- Flomutsatte områder er markert med blå farge, lavpunkter har blå skravur oppå blå bakgrunn, mens sone med fare for vann i kjeller har blå skravur på hvit bakgrunn.

4.4.3 Flomsonekart – andre flommer

Disse er som 200-årsflom, med unntak av sone med fare for vann i kjeller og markering av bygninger med fare for oversvømmelse i kjeller.

4.5 Kartprodukter

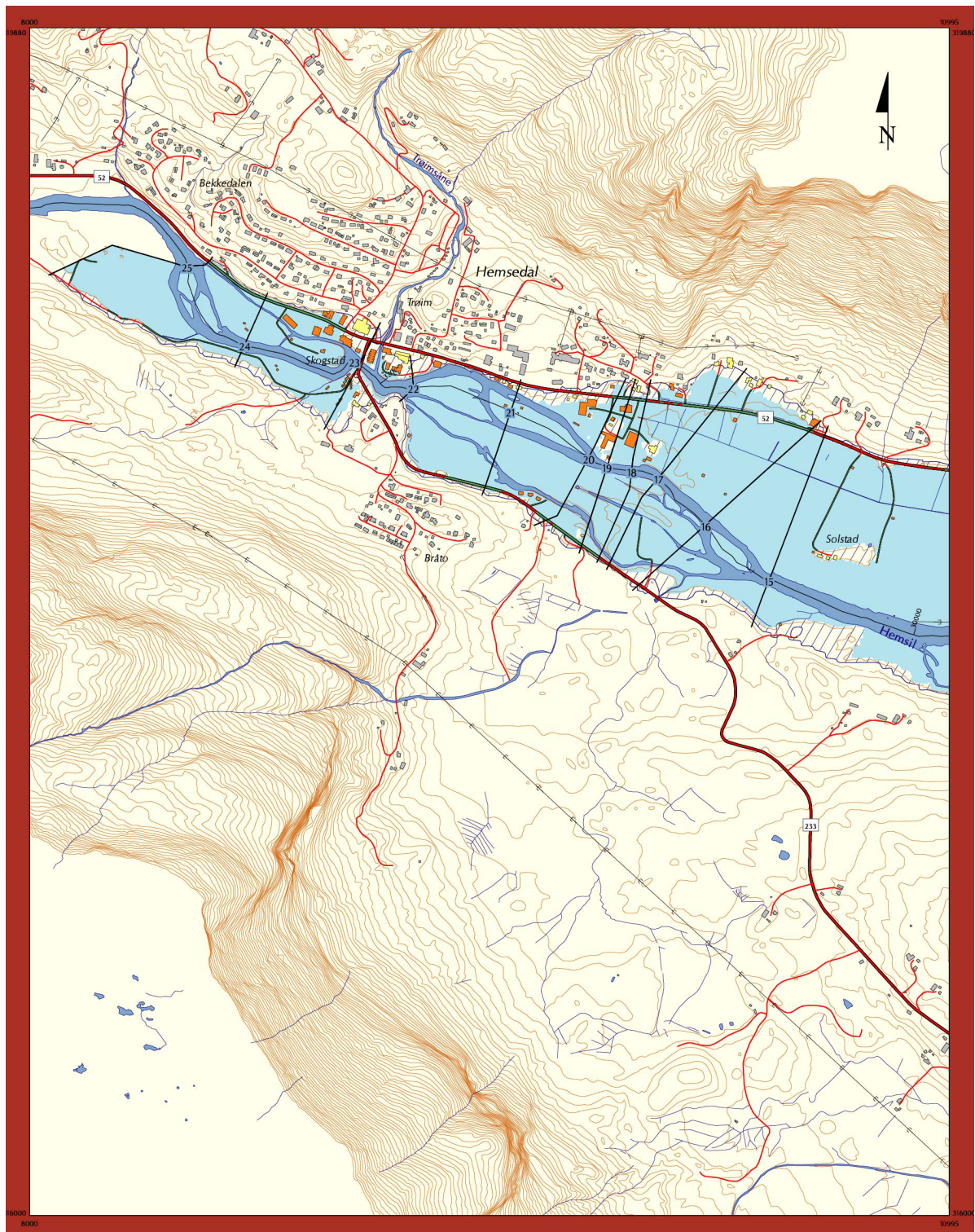
Vedlagt følger flomsonekart for strekningen langs Hemsil ved Hemsedal sentrum. Kartet viser oversvømmelse for en 200-årsflom med elvesystemet, veger, bygninger og 5 meters høydekurver.

Følgende data brennes på CD og sendes primærbrukere:

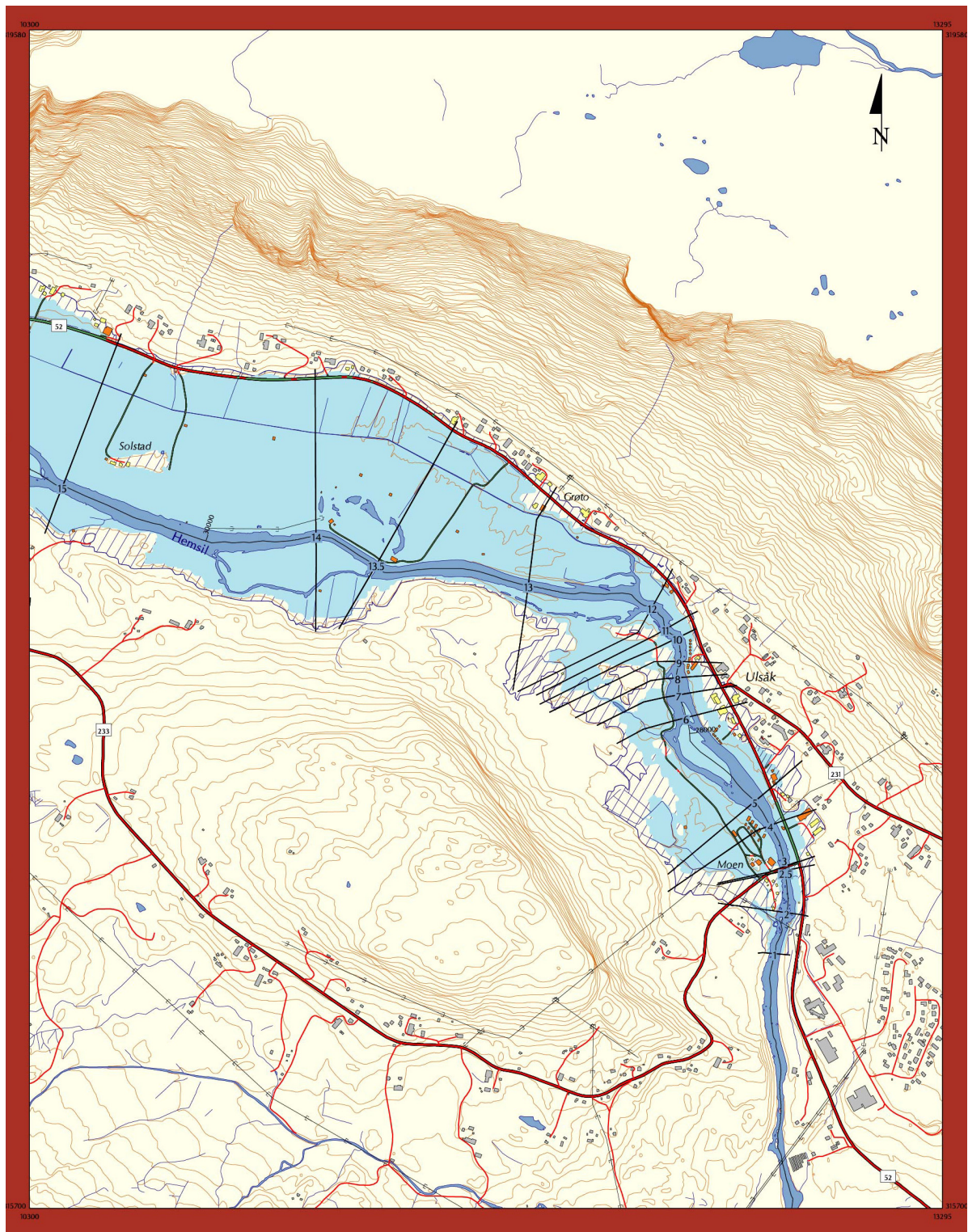
- Flomsonene for 10-, 100-, 200 og 500-årsflommen samt sone med fare for vann i kjeller, er kodet i henhold til SOSI-standard i NGO akse 1 og UTM sone 32 og 33.
- Tverrprofiler med flomvannstander for alle seks flommer.
- Flomsonekartene på JPG og PDF-format
- Rapport på PDF-format



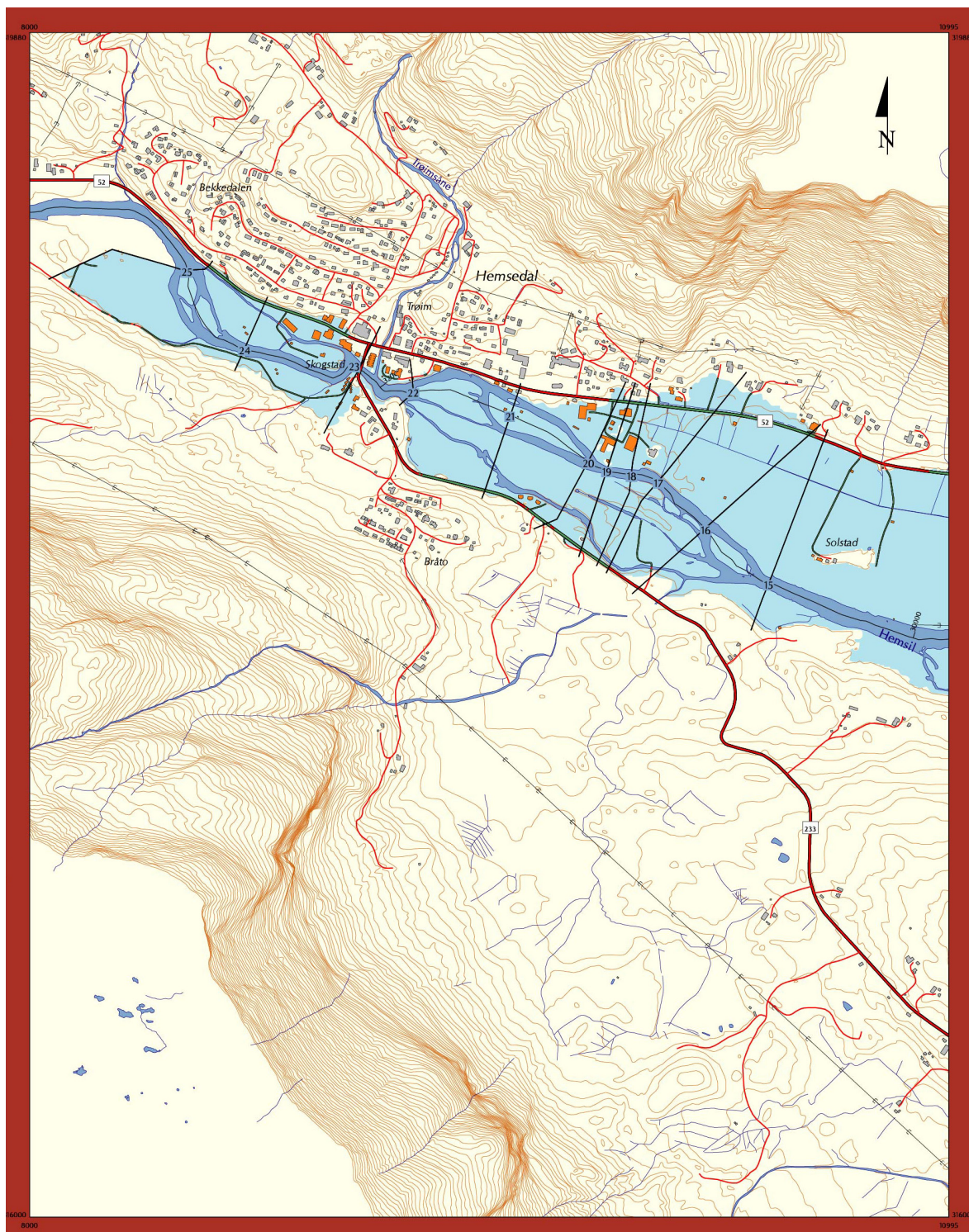
Figur 4.3 10-årsflom for Ulsåk i Hemsedal



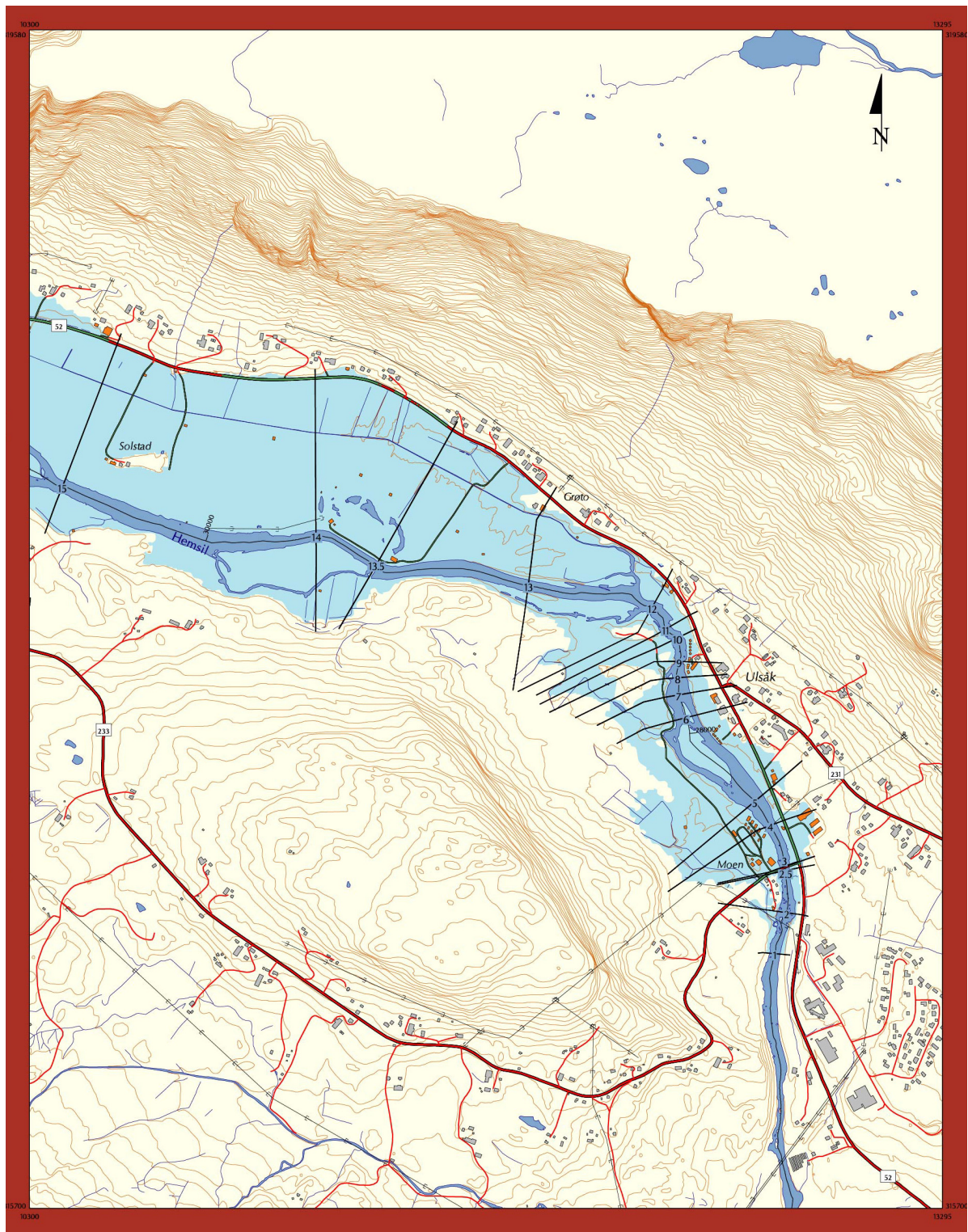
Figur 4.4 200-årsflom for Trøim i Hemsedal



Figur 4.5 200-årsflom for Ulså i Hemsedal



Figur 4.6 500-årsflom for Trøim i Hemsedal



Figur 4.7 500-årsflom for Ulså i Hemsedal

5 Andre faremomenter i området

5.1 Inndeling

I flomsonekartprosjektet vurderes også andre faremomenter i vassdraget som ikke uten videre inngår i eller tas direkte hensyn til i kartleggingen. Andre faremomenter kan være flom i sideelver/ bekker, isgang, massetransport, erosjon og lav kapasitet på kulverter.

Flomsonekartprosjektet har ikke som mål å fullstendig kartlegge slik fare, men skal systematisk forsøke å samle inn eksisterende informasjon for å presentere kjente problemer langs vassdraget som har betydning for de flomstørrelser som beregnes i prosjektet.

En gjennomgang av disse faremomenter bør inngå som en del av kommunens risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS).

5.2 Is

NVE er ikke kjent med spesielle problemer med is eller isgang i Hemsil rundt Hemsedal sentrum.

5.3 Erosjon, sikringstiltak og massetransport

Trømsåi går gjennom et trangt bratt område og under ei bru før den renner ut i Hemsil. Bratte elver og bekker vil under store flommer erodere elvebunn og elvekanter og ta med seg store mengder stein og grus. Disse massene legger elva fra seg i det området hvor bekken blir slakere. Under slike flomhendelser kan derfor elveløpet på de litt slakere områdene plutselig fylles med steinmasser og elva vil finne seg et nytt elveløp. En trang bru vil kunne forsterke hastigheten på denne oppfyllinga.

Dette er dramatiske hendelser som kan skje svært raskt og føre til total og plutselig ødeleggelse av veier og bygninger. Under slike hendelser er det stor fare for at menneskeliv kan gå tapt, siden det kan skje så plutselig. Området rundt utløpet av Trømsåi er derfor et fareområde. Det bør knyttes bestemte restriksjoner til bruken av dette området.

6 Usikkerhet i datamaterialet

6.1 Flomberegningen

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Konklusjonen for denne beregning er kun den at datagrunnlaget stort sett er godt.

Datagrunnlaget for flomberegning i Hemsil kan karakteriseres som godt. Det foreligger lange dataserier både i vassdraget og i nærliggende vassdrag. Det er imidlertid en del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser av flomvannføringer. De observasjoner som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og måling av vannføring i elven. Men disse direkte målingene er ikke alltid utført på ekstreme flommer. De største flomvannføringene er beregnet ut fra et ekstrapolert sammenheng mellom vannstander og vannføringer, dvs. at også "observerte" flomvannføringer kan derfor inneholde en grad av usikkerhet.

6.2 Vannlinjeberegningen

Kalibrering av modellen for Hemsil gir ganske gode resultater for 2004-flommen. Men det er et faktum at de høydene som ble målt inn etter merker i terrenget etter 2004-flommen, gir større oversvømmelser enn det kommunens folk registrerte. Dette *kan* skyldes at flomtoppen opptrådte på et litt annet tidspunkt enn oversvømmelsene ble observert, eller muligens skyldes at det er noe feil i høydegrunnlaget. Ut fra dette er usikkerheten i de beregnede vannlinjer antatt å ligge innenfor +/- 0,30 m på elvestrekningen.

Kvaliteten på vannlinjeberegningene er avhengig av godt kalibrert vannlinjeberegningsmodell. Det vil si at det samles inn samhørende verdier av vannføring og vannstand som modellen kan kalibreres etter.

Nøyaktighet i tverrprofiler, avstand mellom tverrprofiler, usikkerhet i estimat av ruhet og helning på elva (brattere elver krever kortere profilavstand) er blant de viktigste faktorene. Erosjon og masseavlagring representerer generelt et betydelig usikkerhetsmoment i beregningene. Spesielt ved store flommer kan det skje store endringer i profilene.

6.3 Flomsonen

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

Terrengmodellen bygger på 1 meters koter samt høydeinformasjon fra veikant, elvekant og vannkant der forventet nøyaktighet er +/- 30 cm i forhold til virkelige høyder i området.

Alle faktorer som er nevnt ovenfor vil sammen påvirke usikkerheten i sluttresultatet, dvs. utbredelsen av flomsoner på kartet. Utbredelsen av flomsonen er derfor mindre nøyaktig bestemt enn vannlinjene. Dette må en ta hensyn til ved praktisk bruk, jf kapittel 7.

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. Fortetting i allerede utbygde områder skal heller ikke tillates før sikkerheten er brakt opp på et tilfredsstillende nivå i henhold til NVEs retningslinjer. Egnede arealbrukskategorier og reguleringsformål for flomutsatte områder, samt bruk av bestemmelser, er omtalt i NVEs veileder *Arealplanlegging i tilknytning til vassdrag og energianlegg* [9].

Krav til sikkerhet mot flomskade er kvantifisert i NVEs retningslinje *Arealbruk og sikring i flomutsatte områder* [10]. Kravene er differensiert i forhold til type flom og type byggverk/ infrastruktur.

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 flomsoneens utbredelse avhenger av bakenforliggende datagrunnlag og analyser.

Spesielt i områder nær flomsonegrensen er det viktig at høyden på terrenget sjekkes mot de beregnede 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 kapittel 7.3 angitt konkret forslag til påslag på vannstandene. I forbindelse med beredskapssituasjoner vil ofte usikkerheten i flomvarslene langt overstige usikkerheten i vannlinjene og flomsoneene. Det må derfor gjøres påslag som tar hensyn til alle elementer.

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 revisjon av beregningene og produsere nye flomsonekart.

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 flomsonekart

Ved oversiktsplanlegging kan en bruke flomsoneene 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. Primært må en ta utgangspunkt i de beregnede vannstander og kontrollere terrenghøyden i felt mot disse. En sikkerhetsmargin skal alltid legges til ved praktisk bruk. For å unngå flomskade må dessuten dreneringa til et bygg ligge slik at avløpet fungerer under flom. Sikkerhetsmarginen bør tilpasses det aktuelle prosjekt. I dette prosjektet er grunnlagsmaterialet vurdert som tilfredsstillende jamfør kapittel 6. Vi mener ut fra dette at et påslag med 0,3 m på de beregnede vannstander for å dekke opp usikkerheter i beregningen, bør være tilfredsstillende.

Med grunnlag i flomsonekartene, må det innarbeides bestemmelser for byggehøyder for det kartlagte området når kommuneplanen for Hemsedal kommune rulleres.

7.4 Flomvarsling og beredskap – bruk av flomsonekart

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 varsel om overskridelse av et gitt nivå eller innenfor et intervall. Varsel om flom innebærer at vannføringen vil nå et nivå mellom 5-årsflom og 50-årsflom. Varsel om stor flom innebærer at vannføringen ventes å nå et nivå over 50-årsflom. Ved kontakt med flomvarslingen vil en ofte kunne få mer detaljert informasjon.

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. Ved å lage kart tilsvarende vedlegget til denne rapporten, kan en finne 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.

På grunn av usikkerhet både i flomvarsler og flomsonekartene, må en legge på sikkerhetsmarginer ved planlegging og gjennomføring av tiltak.

Flomsonekartene viser med egen skravur de områder som er beskyttet av flomverk, dvs. voller som skal hindre oversvømmelse. Ved brudd i flomverket, kan det oppstå farlige situasjoner ved at store mengder vann strømmer inn over elvesletta i løpet av kort tid. Det er derfor viktig at de beredskapsansvarlige utnytter denne informasjonen, og forbereder evakuering og eventuelle andre tiltak dersom svakheter i flomverket påvises eller flommen nærmer seg toppen av flomverket.

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 gjentakintervall 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 i % ut fra periodelengde og gjentakintervall.

Gjentaksintervall (T)	Periodelengde år (L)				
	10	50	100	200	500
10	65	99	100	100	100
50	18	64	87	98	100
100	10	40	63	87	99
200	5	22	39	63	92
500	2	10	18	33	63

Referanser

- /1/ NOU (Norges offentlige utredninger) 1996:16: Tiltak mot flom.
- /2/ Stortingsmelding nr.42. 1996-1997: Tiltak mot flom.
- /3/ Flomsonekartplan revidert utgave. Prioriterte elvestrekninger for kartlegging i flomsonekartprosjektet. NVE 2003.
- /4/ Hallvard Berg og Øyvind Høydal 2000. Prosjekthåndbok flomsonekartprosjektet.
- /5/ Erik Holmqvist. Flomberegninger i Hallingdalsvassdraget. Hemsedal, Gol og Nesbyen. Dokument 12/2004.
- /7/ Novatek as 2005. Tverrprofilering i Hemsil.
- /8/ Siri Stokseth 2006. Dokumentasjon av vannlinjeberegning delprosjekt Hemsedal.
- /9/ Anders Skauge. Arealplanlegging i tilknytning til vassdrag og energianlegg. NVE-veileder 3/1999.
- /10/ Bente Sølvi Toverød (red). Arealbruk og sikring i flomutsatte områder. NVE-retningslinje 1/1999.

Vedlegg

2 kartblad som viser utbredelsen av en 200-årsflom.

Utgitt i NVEs flomsonekartserie:

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 Røklund

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 Bævre, 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 Bærum Værk
- Nr. 12 Turid Bakken Pedersen, Jostein Svegården: Delprosjekt Mosby
- Nr. 13 Ahmed Reza Naserzadeh, Julio Pereira: Delprosjekt Lillestrøm
- Nr. 14 Siss-May Edvardsen, Jostein Svegården: Delprosjekt Eidfjord
- Nr. 15 Beate Sæther, 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