

Flomsonekart

Delprosjekt Sunndalsøra

Ingebrigt Bævre

Flomsonekart nr 1 / 2000

Delprosjekt Sunndalsøra

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfattere: Ingebrigt Bævre, Eli K. Øydvin

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 200

Forsidefoto: Kart som viser 100-års flom ved Sunndalsøra

Sammendrag: Det er utarbeidet flomsonekart for Driva, fra utløp i fjorden til enden av boligfelt på Grøa

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

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

Mai 2000

Innhold

Flomsonekart	1
Delprosjekt Sunndalsøra.....	1
Forord	5
Sammendrag	6
1. Innledning	7
1.1 Formål	7
1.2 Bakgrunn	7
1.3 Metode.....	7
1.4 Generelt om vassdraget	7
1.5 Avgrensning av prosjektet.....	8
2. Grunnlag	9
2.1 Hydrologiske data	9
2.1.1 Data til flomberegning	9
2.1.2 Kalibreringsdata	9
2.2 Topografiske data.....	9
2.2.1 Tverrprofil	9
2.2.2 Flomverk.....	10
2.2.3 Kartgrunnlag / terrengmodell	10
3. Resultater	10
3.1 Flomfrekvens.....	10
3.2 Vannlinjer.....	11
3.2.1 Vannlinjeberegning	11
3.2.2 Spesielt om bruer.....	11
3.2.3 Spesielt om flomverk.....	11
3.3 Flomsoner.....	14
3.4 Om usikkerhet i benyttet datamateriale.....	19
3.5 Andre problemstillinger i området	20
3.5.1 Is.....	20
3.5.2 Massetransport, erosjon og sikringstiltak	20
3.5.3 Sidebekker/elver - vifter.....	21
3.5.4 Vannstand i sjø – byggehøyde	21

3.5.5	<i>Kulverter</i>	21
3.5.6	<i>Andre farekart</i>	21
3.6	Veiledning for bruk	22
3.6.1	<i>Generelt om gjentaksintervall og sannsynlighet</i>	22
3.6.2	<i>Hvordan leses kartet?</i>	22
3.6.3	<i>Hvordan forholde seg til usikkerhet på kartet</i>	23
4.	Referanser	24
5.	Vedlegg	24

Forord

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

Denne rapporten presenterer resultatene fra kartleggingen av Driva fra utløp i fjorden til øvre ende av boligfeltet på Grøa (ca 13 km), samt nedre del av sideelven Grøa.

Dette er det første flomsonekartprosjektet som ferdigstilles og mange medarbeidere i NVE har vært involvert. En særlig takk til Carl S. Bjurstedt og andre i Sunndal kommune som har vært engasjerte og viktige støttespillere som har bidratt med lokalkunnskap og kvalitetskontroll av kartene.

Vi mener at flomsonekartene blir et viktig verktøy for forvaltningen av flomutsatte områder.

Oslo, mai 2000

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Hallvard Berg
prosjektleder

Sammendrag

Det er utarbeidet flomsonekart for Driva og nedre deler av Grøa. Området strekker seg fra Drivas utløp i fjorden til øvre ende av boligfeltet på Grøa, en strekning på ca 13 km. Grunnlaget for flomsonekartene er flomberegninger og vannlinjeberegninger.

Flomberegningen for nedre del av Driva baseres primært på vannføringsobservasjoner fra målestasjonene Elverhøy bru nederst i Driva og Dalavatn i sideelven Grøa. Det er beregnet kulminasjonsvannføringer for gjentaksintervall mellom 10 og 500 år ved fire punkter i nedre del av Driva og i Grøa. Datagrunnlaget for flomberegningene er godt.

Det er utført vannlinjeberegninger for å finne vannstandene ved 10, 20, 50, 100, 200 og 500 års flom. Driva er en forholdsvis bratt elv med helning mellom 0.2 – 0.6 %. I flom gir dette vannhastigheter i området 3 – 4 m/s. Store vannhastigheter kombinert med kraftige retningsforandringer i elva kompliserer vannlinjeberegningene. Et viktig resultat fra beregningene er at forskjellene i beregnet vannstand mellom en 50 års flom og en 500 års flom bare ligger mellom 0.2 og 0.6 m. Midlere springflo (0.82 m.o.h) er benyttet som utgangshøyde for beregningene mot sjøen.

Flomsoneanalysen er utført med GIS. På flomsonekartet presenteres en flom per kart. Områder som er markert som lavpunkter (områder bak flomverk, kulverter m.v) er avledet fra en bestemt flom, men gjentaksintervall skal ikke direkte overføres. Disse områder vises på kartet med skravrur.

I forbindelse med utarbeidelse av flomsonekartet er det samlet inn informasjon om problemer knyttet til erosjon og is og vannstander i forbindelse med historiske flommer.

1. Innledning

1.1 Formål

Hovedmålet med kartleggingen er å skape grunnlag for bedre arealplanlegging og byggesaksbehandling i vassdragsnære områder, samt bedre beredskap mot flom.

1.2 Bakgrunn

Flomtiltaksutvalget (NOU 1996:16) anbefalte at det etableres et nasjonalt kartgrunnlag – flomsonekart – for de vassdrag i Norge som har størst skadepotensial. Utvalget anbefalte en detaljert digital kartlegging.

I Stortingsmelding nr 42 (1996-97) gjøres det klart at regjeringen vil satse på utarbeidelse av flomsonekart i tråd med anbefalingene fra Flomtiltaksutvalget. Satsingen må ses i sammenheng med at regjeringen definerer en bedre styring av arealbruken som det absolutt viktigste tiltaket for å holde risikoen for flomskader på et akseptabelt nivå. Denne vurderingen fikk sin tilslutning også ved behandlingen i Stortinget.

På denne bakgrunn er det nå satt i gang et større prosjekt for kartlegging av de mest flomskadeutsatte strekningene i Norge. Prosjektet gjennomføres i NVE regi. Etter behandling av St.meld nr 42 (1996-97) i 1997 ble prosjektet igangsatt i 1998. Det er utarbeidet en flomsonekartplan som viser hvilke strekninger som planlegges kartlagt. Strekningene er valgt ut fra størrelse på skadepotensial. Totalt er det 188 delstrekninger som skal kartlegges. Dette utgjør ca. 1750 km elvestrekning.

1.3 Metode

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

I en flomberegning beregnes aktuelle vannføringer i området for flommer med gjentaksintervall hhv. 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år. Dataene om vannføring og elveløpets egenskaper benyttes i en hydraulisk modell som beregner vannstander for hver vannføring (vannlinjer). For kalibrering av modellen bør det fortrinnsvis finnes observasjoner av flomvannstander lokalt fra kjente historiske flommer. Av vannlinjen utledes en vannflate som kombineres med en digital terrengmodell i GIS som beregner oversvømt areal (flomsone).

Resultatet i form at flomsonekart viser per definisjon oversvømt areal ved en eller flere flommer med gitte gjentaksintervall. I tillegg til kartene utarbeides det også lengdeprofiler for vannstand i elva.

1.4 Generelt om vassdraget

Driva er et av Midt-Norges største vassdrag og har sitt utspring på Dovrefjell, ca 150 km fra utløpet ved Sunndalsøra. Øverst samler vassdraget seg i Drivdalen og renner nordover mot Oppdal der elva dreier mot vest ned Sunndalen. Elva har et totalt nedbørfelt på 2493 km², og middelvannføringen ved utløpet i fjorden er på ca 68 m³/s.

Vassdraget har en rekke større sideelver. I flere av disse er det fosser. Både sideelvene og hovedelva preges ellers av stryk. I feltets nordre del er sideelvene Otta, Vindøla, Festa, Dørumselva og Vekveelva berørt i forbindelse med reguleringen til Driva kraftverk. Driva kraftverk har en midlere årsproduksjon på 575 GWh, og det regulerte feltet er på 411 km². I hovedvassdraget finnes få regulerende sjøer så vannføringen kan variere sterkt. Sideelva Grøa er for tiden under utbygging. Prosjektet har en lav reguleringsgrad og utbyggingen vil ha lite å si for vannføringene i hovedelva.

1.5 Avgrensning av prosjektet

Området som skal kartlegges strekker seg fra Drivas utløp i fjorden til øvre ende av boligfeltet på Grøa, en strekning på ca 13 km.

Oversvømt areal som beregnes er knyttet til flom i Driva. Vannstander i sidebekker/-elver og oversvømmelse som følge av flom i disse beregnes ikke. Unntak gjelder for Grøa, der det beregnes vannstander for nedre del av elva; fra samløpet med Driva og ca. 1.6 km oppover.

Det utføres ikke analyse av Litldalselva.

Det er primært oversvømte arealer som følge av naturlig høy vannføring som skal kartlegges. Virkningen av andre vassdragsrelaterte fenomener som isganger, erosjon og utrasinger er ikke gjenstand for tilsvarende analyser, men kjente problemer av denne art er omtalt i tilknytning til flomsoneprosjektet, jf kap. 3.5.



Figur 1.1 Oversiktskart over prosjektområdet. Målestokk 1:75000.

2. Grunnlag

2.1 Hydrologiske data

2.1.1 Data til flomberegning

Flomberegningen er primært basert på vannføringsobservasjoner fra målestasjonene Elverhøy bru nederst i Driva og Dalavatn i sideelven Grøa.

2.1.2 Kalibreringsdata

Den største observerte flommen i vassdraget var i juli 1932 og er i henhold til flomberegningen ca en 180-årsflom. Den nest største samme sted var i 1995 og hadde et gjentaksintervall på ca. 50 år.

For å kalibrere vannlinjeberegningsmodellen er det viktig at målt vannføring og vannstand har verdier som stemmer overens. Flommen i 1995 er valgt for kalibrering.

Vannføringen under flomkulminasjonen i juni 1995 anslås å ha vært;

Driva like oppstrøms Grøa: 814 m³/s

Grøa: 47 m³/s

Driva ved Elverhøy bru: 861 m³/s

Driva ved utløpet i fjorden: 861 m³/s

For nærmere omtale av kalibreringen vises til notat om vannlinjeberegningen datert 09.05.2000 ref /4/.

2.2 Topografiske data

2.2.1 Tverrprofil

Strekningen Grøa til utløp Driva ble tverrprofilert mars 1998 (30 profiler). Alle tverrprofilene er målt med totalstasjon og prismestang og dekker i hovedsak elveleiet. Ett fastmerke i hvert profil er bestemt ved GPS/polygondrag. Profilene er deretter polart innmålt. Sommeren 1999 målte NVE ett tverrprofil i utløpet av Driva, samt 5 tverrprofil i sideelven Grøa. For mer informasjon om oppmålingsarbeidet vises til rapport fra Kartkonsulentene, ref /1/.

For at profilene skal dekke hele det flomutsatte området, er tverrprofilene forlenget inn på land fra en digital terrengmodell. Det er utviklet standard rutiner for forlengelse av tverrprofiler i NVEs GIS (ArcInfo).

Data fra oppmålt og forlenget tverrprofil er sammenstilt i en fil og blir lagret i NVEs tverrprofildatabase.

2.2.2 Flomverk

Høyden på 4 flomverk i Driva er målt;

- Ved boligfeltet Håshjellan – Trøan
- Ved garasjeanlegg ved Storøran
- Ved Holsand
- Ved boligfelt på Grøa

2.2.3 Kartgrunnlag / terrengmodell

NVE har fått benytte digitale data i målestokk 1:1000 fra kommunen. Dataene stammer fra ulike kartlegginger i 1991, 1993 og 1995. I ett område ved Leangen viste det seg at 1 meters kurvene ikke dekket elva. Her er 5 meters kurver benyttet som erstatning.

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

I år 2000 igangsettes nykartlegging av kommunen gjennom Geovekst. NVE vil delta i dette prosjektet.

3. Resultater

3.1 Flomfrekvens

Flomberegningen er dokumentert i rapport nr. 12-1999; Flomberegning for Driva, ref /2/.

Det er beregnet kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall på flommer ved fire punkter i nedre del av Driva og i Grøa. Ved samløpet mellom Grøa og Driva ble den kombinasjon av flomvannføringer (Q) som ga høyest vannstand ved et gitt gjentaksintervall (T) i nedre del av Grøa benyttet.

Tabellen viser beregnede verdier av Q_T :

	Q_{MIDDEL} 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
Driva like oppstrøms samløpet med Grøa	509	666	732	819	880	946	1032
Grøa ved samløpet	28	37	41	45	48	52	58
Driva ved Elverhøy bru	538	705	775	867	931	1001	1093
Driva ved utløpet i fjorden	548	718	790	883	949	1020	1113

3.2 Vannlinjer

3.2.1 Vannlinjeberegning

Programvaren Hec-Ras er benyttet til vannlinjeberegning. Det er utført vannlinjeberegninger for flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år. Utgangshøyden ved Drivas utløp i fjorden er midlere springflo som er 0.82 m.o.h.

Det er beregnet vannlinjer fra utløpet i fjorden og opp forbi bebyggelsen på Grøa, en strekning på ca 13 km. I sideelva Grøa, som har samløp med Driva nedstrøms tettbebyggelsen på Grøa, er det beregnet vannlinjer fra utløpet og ca 1,6 km oppover.

Driva er en forholdsvis bratt elv med helning mellom 0.2 – 0.6 %. I flom gir dette vannhastigheter i området på 3 – 4 m/s. Store vannhastigheter kombinert med kraftige retningsforandringer i elva kompliserer vannlinjeberegningene.

Et viktig resultat fra beregningene er at forskjellene i beregnet vannstand mellom en 50 års flom og en 500 års flom bare ligger mellom 0.2 og 0.6 m. En av forklaringene til dette er at vannføringen ved 500 års flommen i Driva bare er 26 % større enn ved 50 års flommen.

3.2.2 Spesielt om bruer

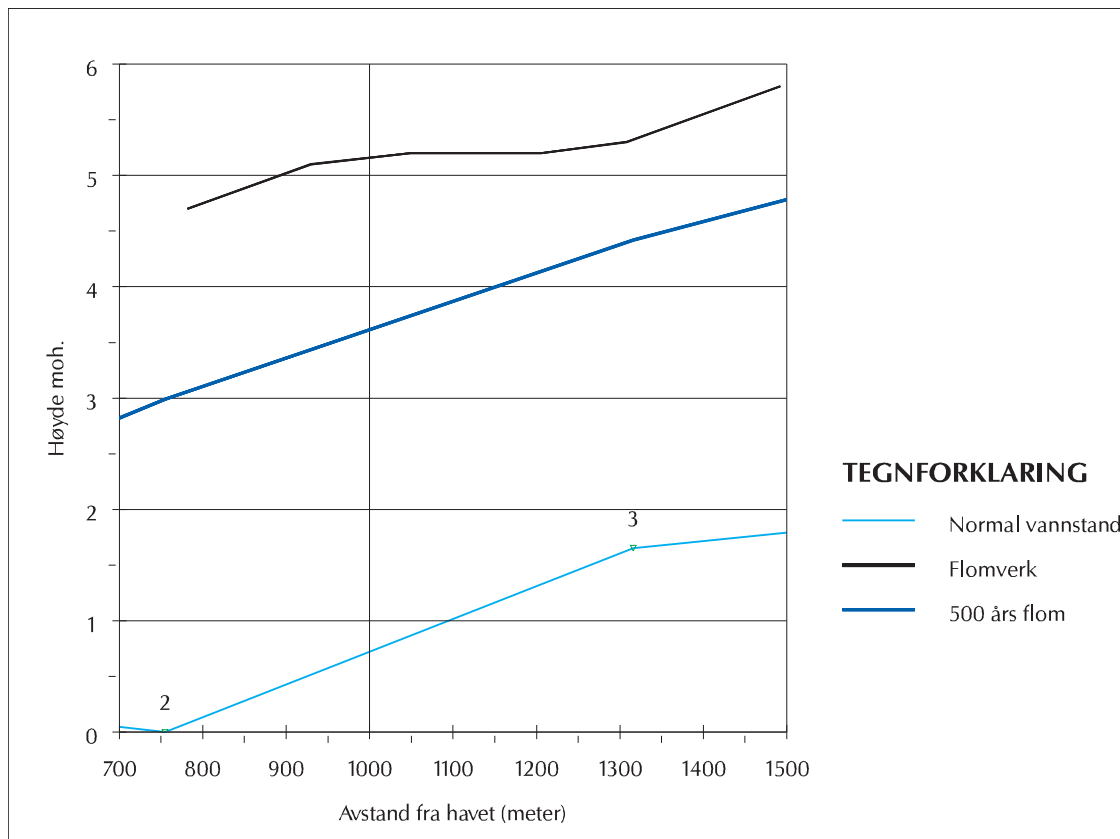
Beregningene viser at alle bruene i Driva har tilstrekkelig kapasitet for de vannføringer som her er beregnet (opp til 500 års flom). Men den nederste brua over Grøa er utsatt ved høye vannstander i Driva og flom i Grøa, en 200 års hendelse når opp i brubjelken. Siden området påvirkes av de høye vannstandene i Driva vil vannhastighetene i Grøa avta ved økende gjentaksintervall på hendelsen. Dette betyr at kapasitetsreduksjonen som opptrer ikke vil medføre store vannstandsstigninger oppstrøms brua. Det er imidlertid svært viktig å huske at i en flomsituasjon vil store mengder drivgods komme med elva. I ugunstige tilfeller vil dette kunne feste seg på brua og innsnevre tverrsnittet. Dette gjelder særlig brua over Grøa der vannhastighetene er relativt små.

Resten av bruene har frispeilstrømning, dvs at vannet når ikke opp i brubjelken ved de flommer som er beregnet. Men en skal være klar over at Torske bru ved Grøa ligger så lavt at vannet vil nå opp i brubjelken før flomverket som sikrer bebyggelsen på Grøa overtoppes. Dersom vannet kommer nært opp til eller når opp i brubjelken vil vannavledningskapasiteten reduseres dramatisk. Videre vil drivgods lett kunne blokkere passasje og dette vil kunne føre til oppdemming.

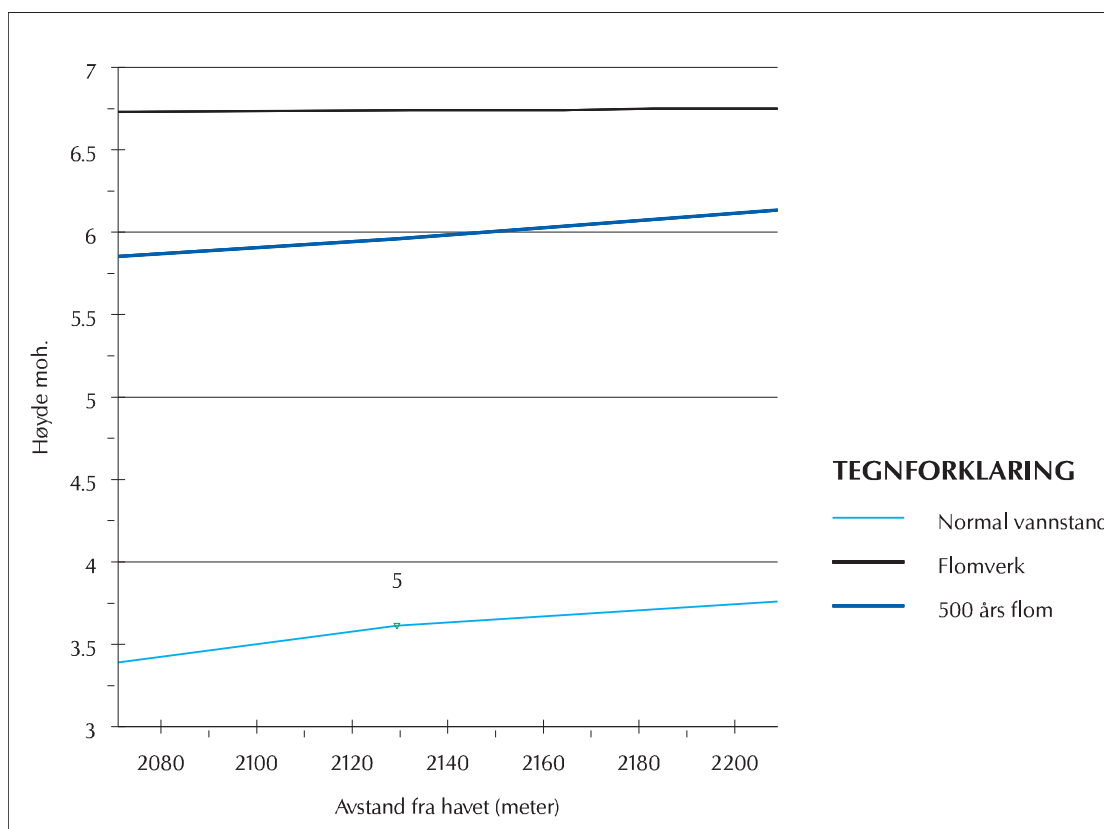
3.2.3 Spesielt om flomverk

Ved vannlinjeberegningen er det tatt utgangspunkt i at dimensjonerende vannstand for et flomverk er 0,5 m under topp av laveste punkt i flomverket. Vi har antatt at flomverket beholder formen og ikke bryter sammen opp til dette nivået. Beregningene viser at vannstanden ligger under dette nivået for flomverkene Håshjellan-Trøan og Storøran. Ved Holsand er det bygget en midlertidig voll som må forlenges videre nedover. Flomverket ved Grøa har god sikkerhet mot 500 års flom, men en må være klar over at ved ekstrem flom kan Torske bru bli et kritisk punkt, se kap 3.1.2.

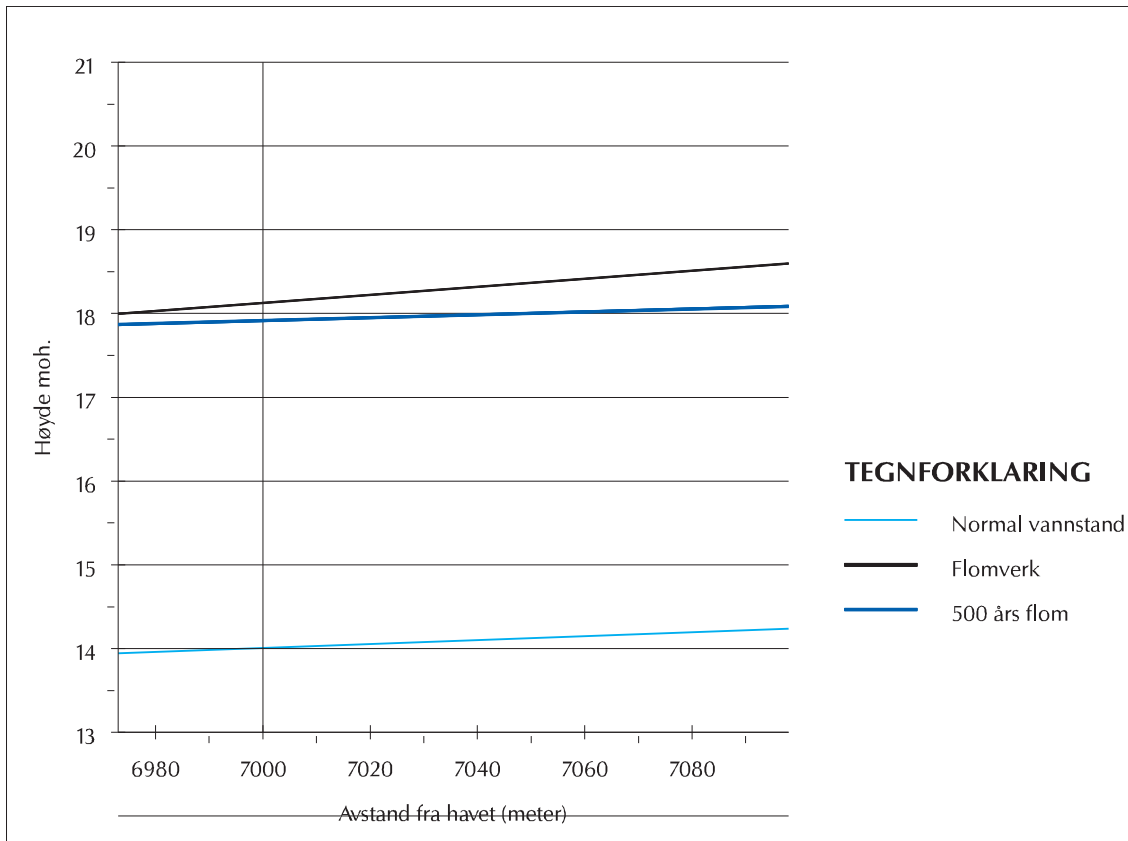
Nedenfor er lengdeprofilene for flomverkene plottet sammen med vannlinje for 500-års flom, normal vannstanden samt aktuelle tverrprofiler (angitt med tverrprofilnummer).



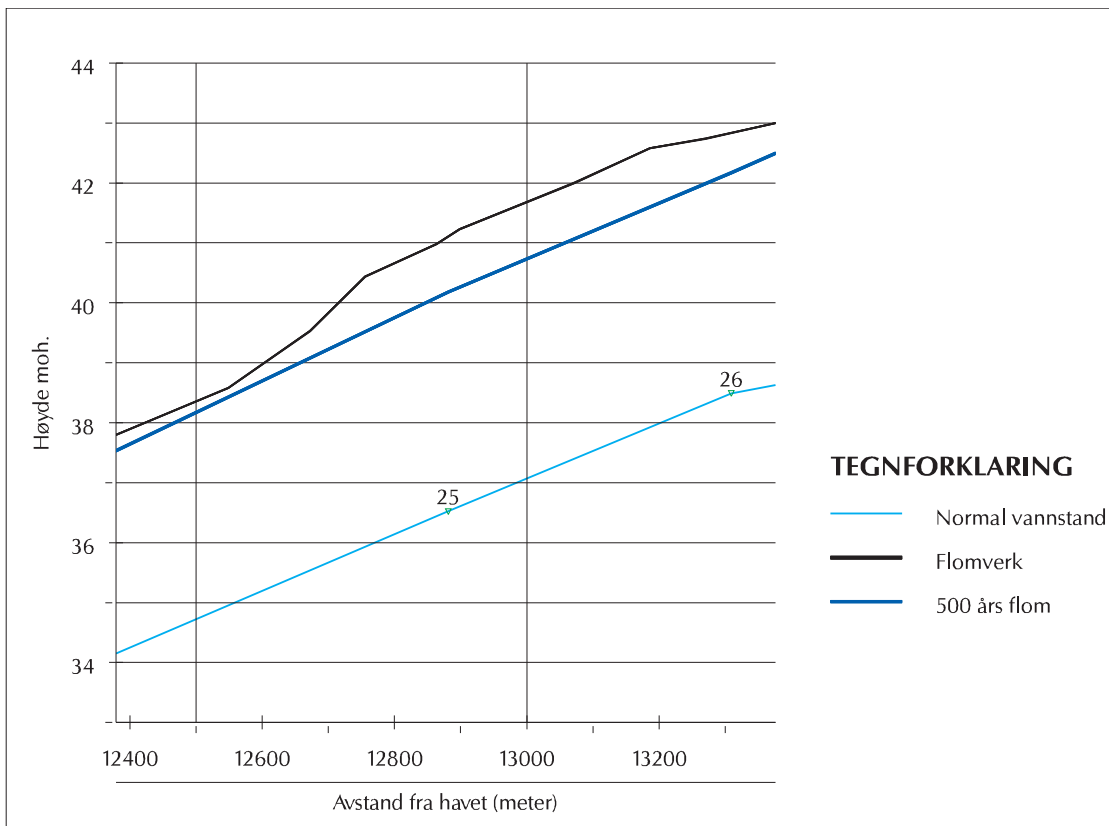
Figur 3.1 Flomverk ved boligfeltet Håshjellan – Trøan.



Figur 3.2 Flomverk ved garasjeanlegg ved Storøran.



Figur 3.3 Flomverk ved Holsand



Figur 3.4 Flomverk ved boligfelt på Grøa

Som vi ser av figurene har flomverkene ved Håshjellan og Storøran en sikkerhetsmargin på over 0,5 m i forhold til 500-års flommen. Den beregnede vannlinjen tar imidlertid ikke hensyn til oppstuvinger i yttersving slik som ved Håshjellan-Trøan. For å oppnå en god sikkerhet mot en 500-års flom bør dette flomverket heves i øvre ende.

Flomverket ved Holsand er provisorisk og det er behov for forsterkning og forlengelse for å sikre boligfeltet.

Flomverket ved Grøa har en ujevn form i forhold til vannlinjen og en økning av flomverkhøyden i nedre ende bør vurderes.

3.3 Flomsoner

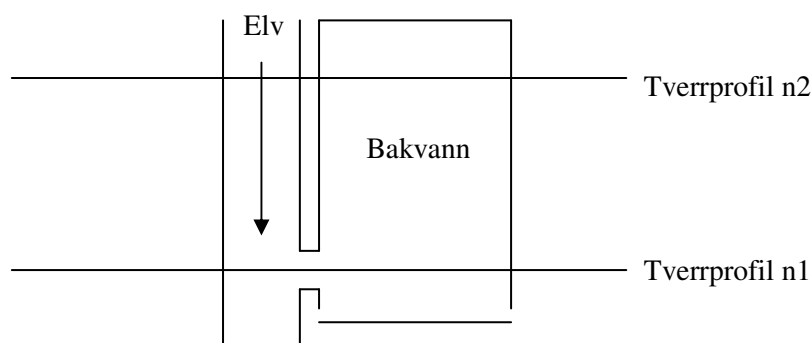
Per i dag gjøres alle analyser i flomsonekartprosjektet med GIS-programmet Arc/Info. Det beregnes en flomflate per flomepisode innenfor analyseområdet.

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.

Det oppstår to tilfeller som behandles spesielt;

- a) Områder som ikke har direkte forbindelse med elva, såkalte "Lavpunkter". Dette kan eksempelvis være områder bak flomverk, kulverter m.v. Disse områdene må kodes spesielt (digitale data) samt markeres med egen skraver på kartet.
- b) Områder med bakvann. Her er det foretatt ny analyse for beregning av reell avgrensning for bakvannsområder (se eksempel nedenfor).

Eksempel:



Figur 3.3. Resultat fra den første analysen viste et bakvannsområde som er noe for stort, grunnet benyttet høydeverdi fra både profil *n1* og *n2* for området. I ny analyse benyttes høydeverdi fra profil *n1* for hele bakvannsområdet.

Resultatet av analysene presenteres på papir i henhold til en standard presentasjonsmal. I tillegg leveres flomsonene på digital form. For dette prosjektet finnes 3 kartblad i målestokk 1:15000: Sunndalsøra, Holsand og Grøa.

Følgende lavpunkter er identifisert:

Kartblad Sunndalsøra:

- Håsøran; industriområde
- Håshjellan – Trøan; bak flomverk og lavpunkter ved boligfeltet
- Storøran; bak flomverk ved garasjeanlegg
- Veitvollen (Blind-Jo bekken); kulvert

Kartblad Holsand:

- Negardsøra; lavpunkt ved boligfeltet
- Holsand; lavpunkter

Kartblad Grøa

- Grøa; bak flomverk og lavpunkt ved boligfeltet og idrettsplass
- Elverhøy bru; lavpunkt langs riksveg 70.

Det er i dette prosjektet utført bakvannsberegning ved samtløp Grøa og Driva.

Sunndal kommune har hatt foreløpige flomsonekart til gjennomsyn. Kommunens tilbakemelding var at de aller fleste stedene ser utbredelsen av flommene ut til å stemme bra med lokale erfaringer. De hadde et par merknader der de mente at modellen ga for stort oversvømt areal.

Et større område i industriområdet ved Håsøran er hevet (fylt opp) etter forrige kartlegging. Da dette området viste seg å kunne være avgjørende for utbredelse av de større flommene inn mot Rv 62 og boligområde ved Håshjellan-Trøan, så kommunen behov for å få målt inn høyder i dette området. På grunnlag av disse målinger er ny terrengmodell generert, ny flomsoneanalyse foretatt og reviderte flomsonekart utarbeidet. Reviderte kart viser at 200-års flommen stoppes, mens 500-års flommen går inn over oppfylt området og inn mot Rv 62.

Flomsonekart for 100-års flommen er vedlagt denne rapport (M 1:15000). Flomsonekart for 10-, 20-, 50-, 100-, 200-, og 500-års flommen presenteres i målestokk 1:75 000 nedenfor.

Gjentaksintervall	Flomutsatt areal Totalt (daa)	Flomutsatt areal Lavpunkter (daa)
10	1706	332
20	1959	408
50	2285	514
100	2530	611
200	2775	752
500	3096	680

Tabell 3.1 Flomutsatt areal – total areal og lavpunkt områder.

Flomsonekart for 10 og 20 års flom



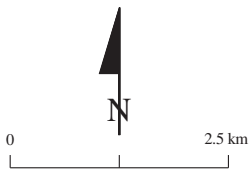
10 års flom

Flomutsatt areal: 1706 daa, av dette lavpunkter: 332 daa



20 års flom

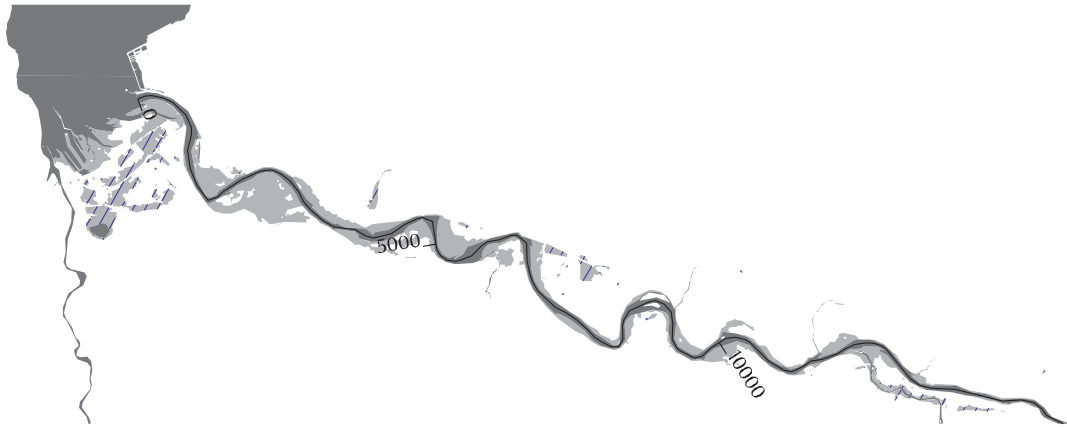
Flomutsatt areal: 1959 daa, av dette lavpunkter: 408 daa



Målestokk 1:75000

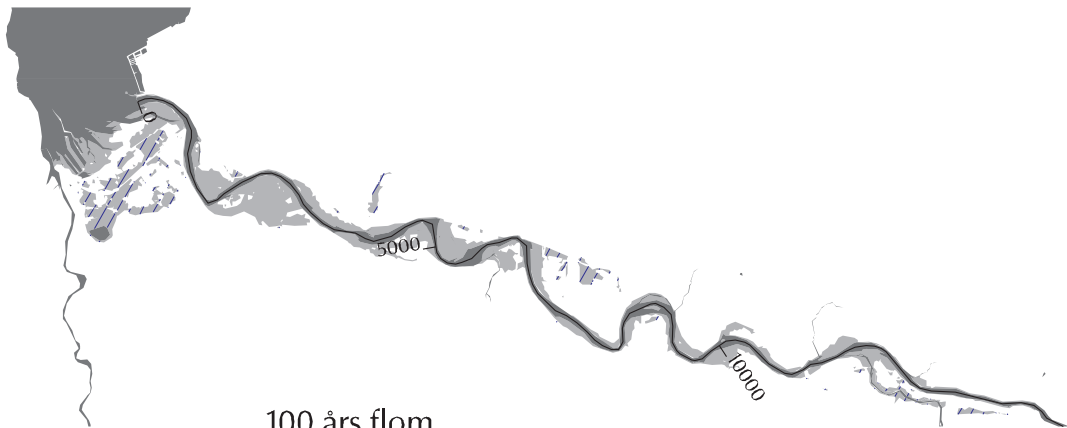
Grunnlag: Sunndal kommune, Temadata og utforming: NVE-HG 05.06.2000

Flomsonekart for 50 og 100 års flom



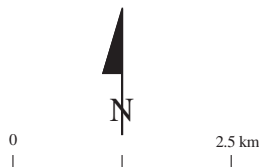
50 års flom

Flomutsatt areal: 2285 daa, av dette lavpunkter: 514 daa



100 års flom

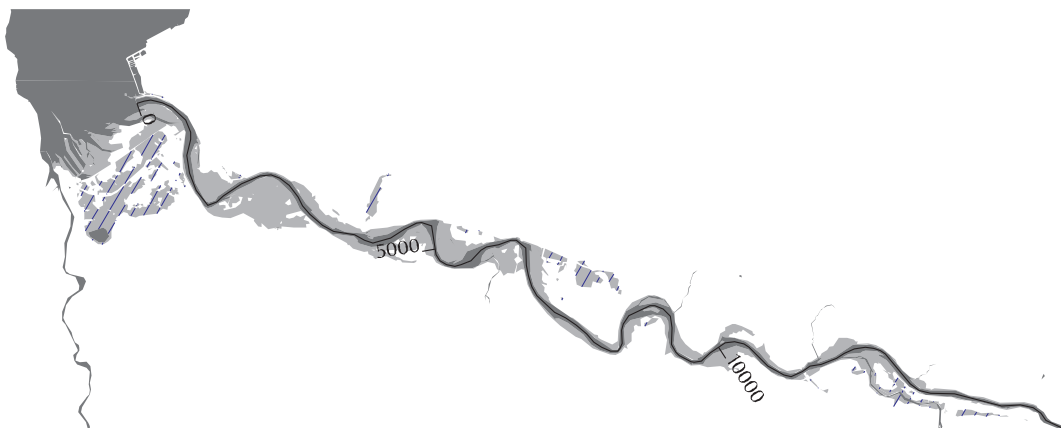
Flomutsatt areal: 2530 daa, av dette lavpunkter: 611 daa



Målestokk 1:75000

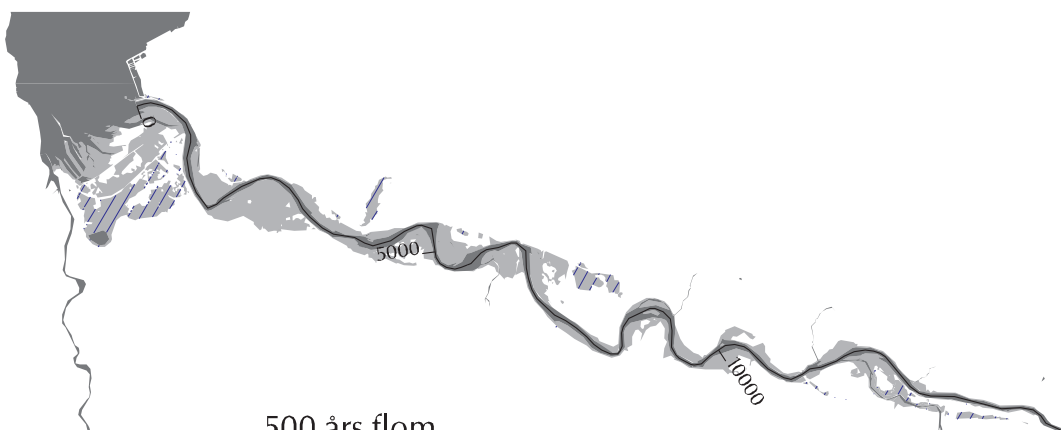
Grunnlag: Sunndal kommune, Temadata og utforming: NVE-HG 05.06.2000

Flomsonekart for 200 og 500 års flom



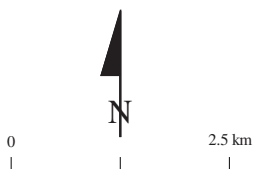
200 års flom

Flomutsatt areal: 2775 daa, av dette lavpunkter: 752 daa



500 års flom

Flomutsatt areal: 3096 daa, av dette lavpunkter: 680 daa



Målestokk 1:75000

Grunnlag: Sunndal kommune, Temadata og utforming: NVE-HG 05.06.2000

3.4 Om usikkerhet i benyttet datamateriale

Flomberegningen

Det hydrologiske datagrunnlaget er hentet fra målestasjoner der det er observert 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.

Datagrunnlaget for flomberegning i Driva kan karakteriseres som meget bra. Det foreligger en meget lang observasjonsserie ved Elverhøy bru, og også en rimelig lang serie ved Dalavatn i Grøa. De flomfrekvensanalyser som er utført viser et godt samsvar, slik at frekvensfordelingen er godt bestemt. Men likevel er det en hel del usikkerhet knyttet til slike flomberegninger, jf omtale av datagrunnlaget. 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 at datagrunnlaget er godt, og at beregningen ut fra dette kriteriet klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Vannlinjeberegningen

Kvaliteten på vannlinjeberegningene er avhengig av en godt kalibrert vannlinjeberegningsmodell. Det vil si at det samles inn samnhørende verdier av vannføring og vannstand som modellen kan kalibreres etter. Også i denne sammenhengen er det vanskelig å samle inn data for store nok vannføringer. Data for eldre historiske flommer har en redusert verdi på grunn av endringer i elveløpet og elveslettene som for eksempel brubygging, veibygging, flomverk og lignende.

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. Erosjon og masseavlagring representerer generelt et betydelig usikkerhetsmoment i beregningene. Spesielt ved store flommer kan det skje store endringer i profilene.

Også beregning av vannstand nær kompliserte geometrier som Elverhøy bru gir økende usikkerhet. I Driva er nøyaktigheten i tverrprofilene som dekker selve elveleiet god men økt tetthet mellom profilene ville i en bratt elv som Driva økt presisjonen.

Flomsonekartet

Nøyaktigheten i de beregnete flomsoneene er avhengig av usikkerhet i hydrologiske data, flomberegninger og vannlinjeberegninger. I tillegg kommer usikkerheten i terrengmodellen. Det er i dette prosjektet spesielt grunn til å peke på området ved Leangen, der terrengmodellen har lavere nøyaktighet enn ellers i området (kun 5 meters koter tilgjengelig).

3.5 Andre problemstillinger i området

I flomsonekartprosjektet settes det også fokus på vassdragsmessige forhold som ikke uten videre inngår i eller som det ikke rutinemessig tas hensyn til i flomsonekartleggingen. Dette er i denne sammenheng problemer knyttet til erosjon- og massetransportrelaterte forhold samt isforhold. Flomsonekartprosjektet har ikke som mål fullstendig å 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.

Sunndal kommune har besvart henvendelser fra NVE på to skjemaer – et for is og et for erosjonsrelaterte problemer (massetransport) som sammen med arkivert materiale i NVE, beregninger i dette prosjektet og kunnskap for øvrig i NVE er brukt til å beskrive nedenforstående forhold, ref /3/.

3.5.1 Is

Sunndal kommune og NVE er ikke kjent med at denne delen av Driva har problemer relatert til is og isgang av en slik størrelse at det kan påvirke flomsone.

3.5.2 Massetransport, erosjon og sikringstiltak

Sunndal kommune og NVE er kjent med at elva generelt har senket seg fra Skjøllendneset og nedover. Muligens også ved Elverhøy bru. Senkingen er liten i nedre del, noe som skyldes sjøen som erosjonsbasis. Siden lange strekninger langs Driva er sikret med forbygninger, fører dette til at elva får mindre massetransport. Dette gir større muligheter for bunnerosjon og senkning. Over tid vil denne effekten avta fordi elveleiet tilpasser seg tilgang på masse. Generell senking kan føre til at forbygningene undergraves og må vedlikeholdes for fortsatt å ivareta sin funksjon.

I Grøa tas det sporadisk ut masse i svingen nedenfor riksveg 70. Grøa kan ved sterk nedbør føre med seg en del masse.

Utrasn timer og masseavlagringer forventes hovedsakelig å føre til kortvarige lokale oppstuvinger, men ikke særlig påvirke de beregnede vannlinjer og flomsone langs Driva.

Store deler av Driva er sikret med forbygninger og enkelte lave flomverk. I historisk tid er det kjent at Driva har flyttet og skiftet løp. Flere boligområder ligger på gammel ør som er utfylt og dels sikret med lave flomverk. Sikringstiltakene er viktige for bakenforliggende områder og bebyggelse. Sikkerheten til områdene er derfor avhengig av at forbygninger og flomverk er i tilfredsstillende stand til å opprettholde sin funksjon.

De viktigste forbygninger og flomverk (flomverk er tegnet på flomsonekartet):

- Nedenfor Driva bru: forbygging som beskytter området til Hydro
- Håshjellan og Trøan : flomverk og forbygging, beskytter boligområde
- Storøran : Oppfylt, flomverk, forbygning
- Yttervingen oppstrøms Skjøllendneset: forbygning som sikrer bebyggelse
- Holsand : flomverk og forbygning
- Grøa. Flomverk og forbygging, sikrer innenforliggende bebyggelse.

3.5.3 Sidebekker/elver - vifter

Innenfor flomsonekartstrekningen er det en del mindre sideelver og bekker med elvevifter mot Driva. Den mest markerte elvevifta kommer ned i dalen fra Haremsdalen. Det er ikke kjent at Harema har gjort skade. Vifta ligger såpass langt unna hovedelv at den ikke forventes å ha innvirkning på denne.

Det er ellers planlagt eller utført mindre tiltak i bekkene Krokutbekken, Vinna, Skorga og Fossa uten at tidligere eller dagens skadepotensial er kjent. Etter flom 30 august 1964 ble det meldt og taksert naturskade i Krokutbekken ved Furu.

3.5.4 Vannstand i sjø – byggehøyde

Generelt vil oversvømt areal mot sjø være underestimert fordi flomsonekartet ikke bygger på noen ekstremanalyse ved sjøen. Utgangsverdien mot sjø er satt til midlere springflo. Det er altså ikke rett sammenheng mellom beregnet vannstand og sannsynlighet for høye vannstander i området nær sjøen. Ekstreme vannstander i sjøen vil være dimensjonerende for bebyggelsen i utløpsområdet, vest for riksvegen mot Molde (Rv 70). Dette er ikke kartlagt av NVE.

Foreløpige resultater fra ekstremvannstandsanalyse fra Kristiansund viser at 100 års vannstand er ca 180 cm. Høyeste observerte i Kristiansund er fra 1993 med høyde 189 cm (NN1954). For lokal anvendelse må en i tillegg ta hensyn til bølgehøyde og lokal vindoppstuvning.

3.5.5 Kulverter

Generelt sett fanger ikke flomsonekartleggingen opp problemstillinger knyttet til oversvømmelse som skyldes flom i sideelver/ bekker eller lav kapasitet på kulverter.

På Sunndalsøra er det likevel ett område som har pekt seg ut også i forbindelse med flomsonekartleggingen med fare for lokal oversvømmelse på grunn av lukking av en bekk. Dette gjelder for Blind-Jo bekken ved Veitvollen. På flomsonekartet vises dette som lavpunktsområde.

Sunndal kommune er kjent med dette lavpunktområdet. Området kan bli oversvømt både på grunn av flom i Driva, flom i bekken og blokkering av kulvert. Blokkering av kulverter på grunn av is og drivgods er et generelt problem. En gjennomgang av hvilke kulverter som gir skadeomfang ved blokkering, kan gjennomføres som en del av kommunens risiko- og sårbarhetsanalyse.

3.5.6 Andre farekart

Sunndal er kjent for naturkrefter både når det gjelder snøskred, vind og flom. Det er utarbeidet skredfarekart for stein og snøskred på kartbladene Romfo 1420 II og Sunndalsøra 1420 III (N50 serien). Disse kartene må også tas hensyn til i bygg- og arealplaner. Kartene distribueres av Statens kartverk via : <http://www.statkart.no/produkte/land/skredfare/>

3.6 Veiledning for bruk

3.6.1 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 for en 50-års flom 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. Den neste 50-års flommen 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: Gitt en konstruksjon med forventet (økonomisk) levetid (L) år. Det kreves at sannsynlighet (P) for skade p.g.a. flom skal være $< P$. Hvilket gjentaksintervall (T) må velges for å sikre at dette kravet er oppfylt?

Tabellen nedenfor kan brukes til å gi svar på slike spørsmål. Eksempelvis vil det i en periode på 50 år være 40% sjanse for at en 100-årsflom eller større inntreffer. 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!

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

Tabell 3.2 Sannsynlighet for overskridelse i % ut fra periodelengde og gjentaksintervall.

3.6.2 Hvordan leses kartet?

Det presenteres en flom per kart. Aktuell flom presenteres i en blåfarge som er lysere enn blåfargen som benyttes for elv, vann og sjø.

Oversvømt areal som beregnes er knyttet til flom i Driva. Vannstander i sidebekker/-elver og oversvømmelse som følge av flom i disse beregnes ikke. Unntak gjelder for dette prosjektet for Grøa, der det er beregnet vannstander for nedre del av elva; fra samløpet med Driva og ca. 1.6 km oppover. Det er ikke utført analyse av Litldalselva.

I en tabell vises flomhøyder tilknyttet tverrprofilene for de beregnede flommer. I et lengdeprofil er flomhøydene i tverrprofilene knyttet opp mot avstand fra havet. Lengdeprofil for normal vannstand er beregnet fra vassdragsnivellement for Driva.

Kartet i målestokk 1:15000 viser hvor tverrprofilene er plassert . Det er ved disse profilene vannstander er beregnet og der varierer vannstanden lineært mellom disse. Midtlinje og avstand i km fra utløpet er også vist på kartet, slik at brukeren skal kunne benytte denne informasjonen til å finne aktuelle vannstander også mellom profilene.

På tross av god nøyaktighet på terrengmodell kan det være områder som på kartet er angitt å ligge utenfor flomsone, men som ved detaljmåling i felt kan vise seg å ligge under det aktuelle flomnivået. Tilsvarende kan det være mindre områder innenfor flomområdet som ligger over den aktuelle flomvannstand. Ved detaljplanlegging og plassering av byggverk er det viktig å være klar over dette. Primært må en ta utgangspunkt i de beregnete vannstander og kontrollere terrenghøyden i felt mot disse. For å sikre tilfredsstillende drenering rundt byggverk, må sokkelhøyder legges høyere enn de beregnete vannstander.

Områder som på kartet er markert som lavpunkter (områder bak flomverk, kulverter m.v) er avledet fra en bestemt flom, men gjentakintervall skal ikke direkte overføres. Disse områder vises på kartet med skravur. Flomfaren må i disse områdene vurderes nærmere, der en tar hensyn til dimensjoneringsforhold for flomverk, grunnforhold, kapasitet på eventuelle kulverter m.v.

3.6.3 Hvordan forholde seg til usikkerhet på kartet

Som ved alt beregningsarbeid vil det også her være usikkerheter i resultatene. I dette prosjektet er grunnlagsmaterialet vurdert som godt. Fortsatt vil det være usikkerhet i alle ledd i analysen. En måte å forholde seg til dette på, er å ta høyde for usikkerheten ved f eks plassering av byggverk, ved først å legge på en sikkerhetsmargin på de beregnete flomvannstander og deretter nødvendig margin for å sikre drenering. Sikkerhetsmarginen bør tilpasses det aktuelle prosjekt. I dette tilfellet mener vi et påslag med 0,5 m bør være tilfredsstillende.

Over tid vil avrenning i et område kunne endre seg som følge av urbanisering (asfaltering, hustak og avrenning via lukkede systemer). Dette kan også påvirke gyldighet til flomberegningen.

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.

4. Referanser

- /1/ Tverrprofilering – Rapport fra Driva, Kartkonsulentene A/S Juli 1998.
- /2/ Flomberegninger for Driva, Lars-Evan Pettersson. NVE Dokument 12.1999.
- /3/ Skjema for is og andre problemstillinger.
- /4/ Notat om vannlinjeberegning
- /5/ NOU (Norsk offentlig utredning) 1996: *Tiltak mot flom*
- /6/ Stortingsmelding 1996-1997: melding nr.42: *Tiltak mot flom*

5. Vedlegg

- /1/ Flomsonekart
- /2/ Digitale flomsoneer på CD

Utgitt i NVEs flomsonekartserie - 2000:

Nr 1 Ingebrigt Bævre: Delprosjekt Sunndalsøra