Flomsonekart

Delprosjekt Høyanger

Eirik Traae

4
2001

FLOMSONEKART

Rapport nr 4 - 2001
Flomsonekart, Delprosjekt : Høyanger

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfattere: Eirik Traae
Eli K. Øydvin
Turid Anne Drageset

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 50
Forsidefoto: Daleelva under storflommen i 1971

Sammendrag : Det er utarbeidet foreløpig flomsonekart for Daleelva gjennom Høyanger sentrum som viser 100 års flommen.

Emneord: Flomsonekart, flom, flomanalyse, vannlinjeberegning, Høyanger, Daleelva

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

desember,2001

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 Daleelva og Hålandselva i Høyanger. Grunnlaget for flomsonekartene er flomberegninger og vannlinjeberegninger.

Usikkerheten med hensyn på masseavlagring – erosjon er så stor at vi har valgt å gi kartene status som foreløpige. NVE ønsker å fortsette arbeidet i samarbeid med kommunen for å se på om flomverket - sikringsanlegget - har en tilfredsstillende sikkerhet.

En særlig takk til Høyanger kommune og Statkraft for et godt samarbeid.

Oslo, desember 2001

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Hallvard Berg
prosjektleder

Sammendrag

Det er utarbeidet flomsonekart for Høyanger, nærmere bestemt for Daleelva fra Øvre Dale til utløpet i sjøen og i Hålandselva fra gangbrua ved Tråa til samløpet med Daleelva. Totalt en strekning på ca 3 km.

Datagrunnlaget for flomberegningene kan karakteriseres som svært tynt. Det finnes ingen målestasjoner i vassdraget og alle beregningene er basert på observasjoner fra målestasjoner i nærliggende vassdrag. Det er beregnet kuliminasjonsvannføringer for gjentaksintervaller på 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år.

Flomsoneanalysen er utført ved hjelp av GIS. Lavtliggende områder (lavpunkter) som ikke har direkte forbindelse med vannet i elva, er markert på kartet med skravur.

Beregning av vannlinjene er meget vanskelige pga store vannhastigheter og en betydelig massetransport. Elveløpet er i kontinuerlig forandring som følge av massetransporten og til større flommene er til større blir endringene. Flommen i 1971 er et godt eksempel for da var massetransport kombinert med store vannmengder årsak til at elven noen steder tok nytt løp og gjorde betydelige skader.

Vannlinjene er beregnet på grunnlag av tverrprofiler opptatt i 1997. Betydelige bunnforandringer kan medføre endringer av vannlinjene.

På nordsiden av Daleelva fra Øvre Dale og ned til RV 55 er elvekanten bygget opp i kombinasjon med vei og gangvei for å hindre at elva skal flomme innover. De blå skraverte områdene indikerer at områdene ligger lavere enn flomvannstanden i elva.

Et ukontrollert brudd på sikringsanlegget kan få dramatiske konsekvenser.

Ved RV 55 brua og gangbrua over Hålandselva vil det bli problemer i flomperioder og det er sannsynligvis denne brua som først må stenges for trafikk. Problemene begynner allerede ved en 50 års flom og kanskje noe tidligere dersom det legger seg opp masse under bruene.

Andre flomutsatte områder er området rundt skolen og idrettsplassen samt et areal på oppsiden av RV 55. På sydsiden av Daleelva like nedstrøms RV 55 er det også noe bebyggelse som er flomutsatt.

Usikkerheten med hensyn på masseavlagring – erosjon - er så stor at vi har valgt å gi kartene status som foreløpige. NVE og kommunen har bestemt seg for å arbeide videre for å finne ut om eksisterende sikringsanlegg har en tilfredsstillende sikkerhet i flomsituasjoner.

INNHOLD

FORORD **2**

SAMMENDRAG **3**

1. INNLEDNING **6**

1.1 FORMÅL 6
1.2 BAKGRUNN 6
1.3 AVGRENSNING AV PROSJEKTET 6
1.4 PROSJEKTGJENNOMFØRING 8

2 GRUNNLAG **9**

2.1 METODE OG DATABEHOV 9
2.2 HYDROLOGISKE DATA 9
2.2.1 Flomberegninger 9
2.2.2 Kalibreringsdata til vannlinjeberegning 10
2.2.3 Data om ekstremvannstander i sjøen 11
2.3 TOPOGRAFISKE DATA 11
2.3.1 Tverrprofiler 11
2.3.2 Flomverk 11
2.3.3 Digitale kartdata 12

3 VANNLINJEBEREGNING **13**

3.1 MODELLOPPSETT 13
3.2 KALIBRERING AV MODELLEN 13

TVERRPROFILER **15**

TVERRPROFILER **15**

3.3 RESULTATER FRA VANNLINJEBEREGNINGENE 16
3.4 SPESIELT OM BRUER 21
3.5 MASSEAVLAGRING OG EROSJON – FØLSOMHETSANALYSE. 22

4 FLOMSONEKART **24**

4.1 GENERERING AV FLOMSONER 24
4.2 LAVPUNKTER 24
4.3 SPESIELT OM FLOMVERK 24
4.4 RESULTATER FRA FLOMSONEANALYSEN 25

5 ANDRE FAREMOMENTER I OMRÅDET **27**

5.1 INNLEDNING 27
5.2 DATAINNSAMLING 27
5.3 IS 27
5.4 SIDEBEKKER – VIFTER 27
5.5 KULVERTER 27
5.6 ANDRE FAREKART 27

6 USIKKERHET I DATAMATERIALET **28**

6.1 FLOMBEREGNINGEN 28
6.2 VANNLINJEBEREGNINGEN 28
6.3 FLOMSONEN 28

7 VEILEDNING FOR BRUK **29**

7.1 HVORDAN LESES FLOMSONEKARTET? 29
7.2 UNNGÅ BYGGING PÅ FLOMUTSATTE OMRÅDER 29
7.3 HVORDAN FORHOLDE SEG TIL USIKKERHET PÅ KARTET? 29

7.4 AREALPLANLEGGING OG BYGGESAKER - BRUK AV FLOMSONEKART 30
7.5 FLOMVARSLING OG BEREDSKAP – BRUK AV FLOMSONEKART 30
7.6 GENERELT OM GJENTAKSINTERVALL OG SANNSYNLIGHET 31

REFERANSER **32**

VEDLEGG **32**

1. Innledning

1.1 Formål

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.

1.2 Bakgrunn

Flomtiltaksutvalget (NOU 1996:16) anbefalte at det etableres et nasjonalt kartgrunnlag – flomsonekart – for de vassdrag i Norge som har størst skadepotensial /1/. 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.

Det ble i 1998 satt i gang et større prosjekt for kartlegging i regi av NVE. Det er utarbeidet en plan som viser hvilke elvestrekninger som skal kartlegges /2/. Strekningene er valgt ut fra størrelse på skadepotensial. Totalt er det 129 delstrekninger som skal kartlegges. Dette utgjør ca. 1250 km elvestrekning.

1.3 Avgrensning av prosjektet

Høyangervassdraget er lokalisert på nordsiden av Sognefjorden mellom Vadheim og Balestrand med utløp i Høyangerfjorden, en sidearm til Sognefjorden. Ved utløpet i fjorden har vassdraget et naturlig nedbørfelt på 172 km^2. Hovedelva er Daleelva som har sitt utspring i fjellområdene mot Gaularvassdraget i nord. Fra fjellene samles vannet først i Eriksdalselva og Gautingsdalselva for så å samles i Daleelva som renner gjennom Høyanger sentrum og rett ut i fjorden. I Høyanger sentrum har Daleelva tilløp fra Hålandselva som drenerer 32 km^2 av det totale nedbørfeltet til Høyangervassdraget.

Området som skal kartlegges strekker seg fra Daleelvas utløp i sjøen til like oppstrøms boligfeltet på øvre Dale, se fig 1.1. En strekning på ca 2.5 km. I tillegg er også Hålandselva med opp til gangbrua ved Tråa.

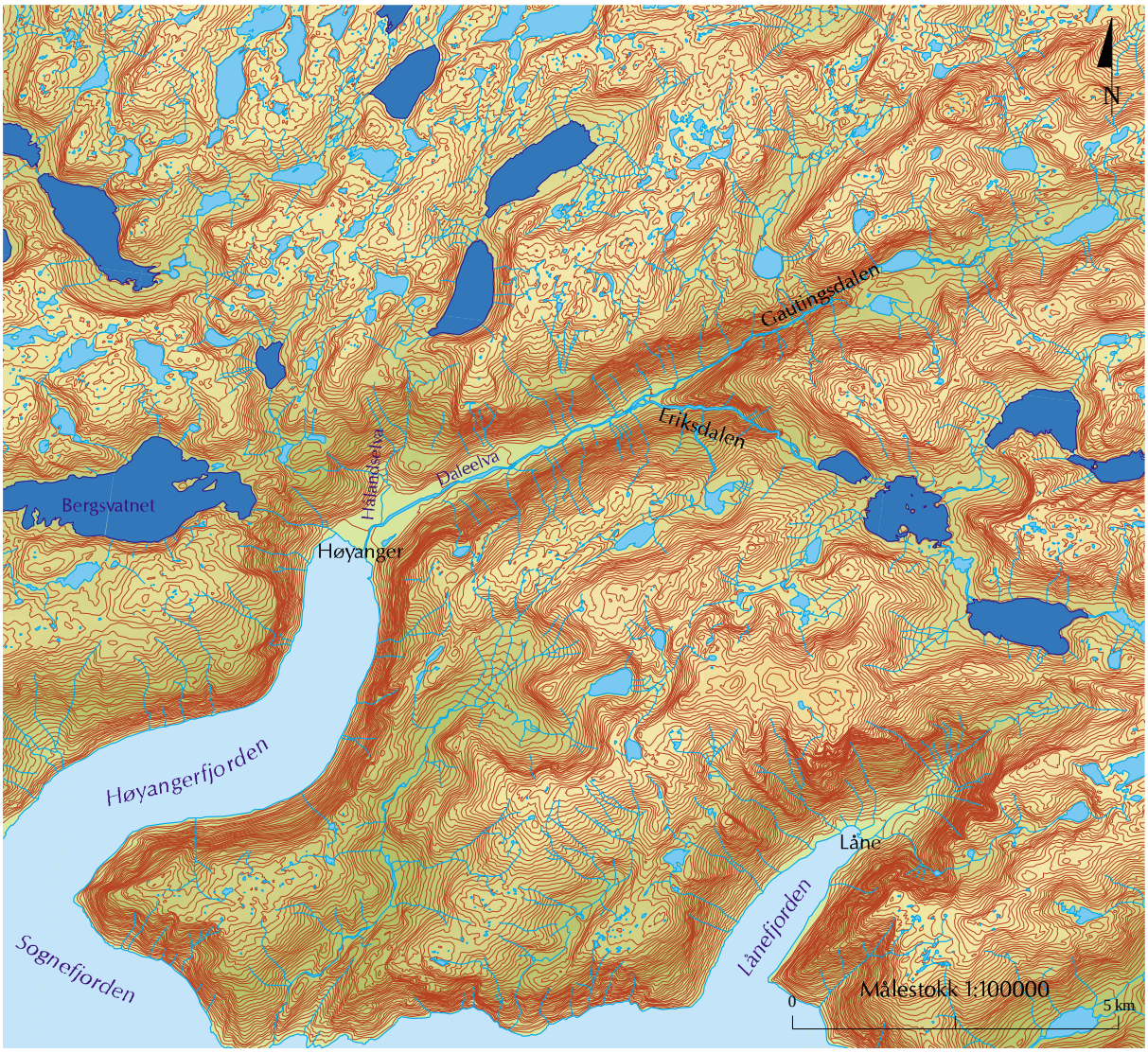
Karakteristisk for elvestrekningen fra Øvre Dale til utløpet i sjøen er at den er relativt bratt med et gjennomsnittlig fall på 1: 55. Massene i elvebunnen består av løsmasser og det pågår en betydelig massetransport i vassdraget spesielt i flomperioder.

I 1971 var det en stor flom i vassdraget som førte til betydelige skader. Etter denne flommen ble det utført betydelige sikringsarbeider på de mest utsatte stedene. Fra

samløpet mellom Daleelva og Hålandselva og til utløpet i sjøen ble elveløpet sikret ved at det ble støpt en betongkanal. I Hålandselva ble det satt opp betongmurer for å hindre at den skulle ta nytt løp.

I Daleelva er det også bygget ca 20 terskler, hovedsakelig syvdetersker, fra sjøen og opp til like forbi Øvre Dale. Hensikten er å hindre bunnsenking og holde tilbake noe masse i en flomsituasjon. I tillegg har de en viktig funksjon for fisken i vassdraget.

Det er primært oversvømte arealer som følge av naturlig høy vannføring som skal kartlegges. Andre vassdragsrelaterte faremomenter som isganger, erosjon og utrasinger er ikke gjenstand for tilsvarende analyser, men det tas sikte på å synliggjøre kjente problemer av denne art i tilknytning til flomsonekartene.



Figur 1.1 Oversiktskart over prosjektområdet prosjektområdet.

1.4 Prosjektgjennomføring

Følgende personer i NVE har deltatt i delprosjektet :

Prosjektleder	Eirik Traae
Flomberegninger	Turid-Anne Drageset
GIS	Eli Øydvin
Koordinator	Siss May Edvardsen

Hallvard Berg er NVE sin sentrale prosjektleder og ansvarlig for alle flomsonekart - prosjektene.

Kontaktperson hos Høyanger kommune har vært Jostein Nyland og hos Statkraft Rolv Austrheim.

Kommunen og Statkraft har fått oversendt de foreløpige kartene, og 6 april 2001 var det et møte mellom Kommunen, Statkraft og NVE hvor resultatene ble fremlagt. På møtet var det enighet om at kartene skulle få status som foreløpige på grunn av usikkerhet i beregningene.

Kommunen og NVE vil jobbe videre med problemstillingene.

2 Grunnlag

2.1 Metode og databehov

Et flomsonekart viser hvilke områder som oversvømmes ved flommer med ulike gjentaksintervall.

Det gjennomføres en statistisk analyse av hvor store og hyppige flommer som kan forventes i vassdraget (flomberegning). Det beregnes vannføring for flommer med gjentaksintervall for henholdsvis 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. I utløpsområder til sjø tar vannlinjeberegningen hensyn til effekten av springflo, se mer detaljer i kap. 2.2.3

Av vannlinjen utledes en digital vannflate. Denne kombineres med en digital terrengmodell i GIS som beregner oversvømt areal (flomsonen).

2.2 Hydrologiske data

2.2.1 Flomberegninger

Vassdraget er et høytliggende vassdrag med 90 % av arealet mellom 650 og 1450 moh. Vassdraget er sterkt regulert til kraftproduksjon. Fra Roesvatn i Eriksdalen via Langevatn i Gautingsdalen overføres vannet i tunnel til Bergsvannet. Tunnelen fungerer som en takrenne på den aktuelle strekningen og bekker av noen betydning taes inn via bekkeinntak. I flomperioder vil overføringen stenges og vassdraget vil oppføre seg som tilnærmet uregulert. Vi har lagt til grunn at vassdraget i flom oppfører seg som uregulert. Vassdraget ligger i et typisk kyst nært område og det opptrer flomepisoder til alle årstider. Vi har valgt å utføre beregningene som årsflommer, ikke som typiske vår- eller høstflommer. De største flommene opptrer ofte som en kombinasjon av sterk nedbør og snøsmelting.

Datagrunnlaget for flomberegning i Høyangervassdraget kan karakteriseres som svært tynt. Det finnes ingen hydrometriske målestasjoner i selve vassdraget. Alle beregninger er basert på observasjoner fra målestasjoner med lange observasjonsserier og god kvalitet i nærliggende vassdrag. Det er allikevel store variasjoner i både middelflom og frekvensfaktorer mellom disse målestasjonene. Dette viser at Høyanger ligger i et område med store lokale forskjeller i flomregime. Store usikkerheter innføres derfor når det foretas regionale flomfrekvensanalyser basert kun på representativiteten av nærliggende målestasjoner, uten å kunne gjøre sammenligninger med direkte målinger i selve vassdraget. Det er derfor ikke full overensstemmelse med de foreliggende beregninger og tidligere beregninger av vannføring og flomstørrelser i Høyangervassdraget.

Tross store usikkerheter i flomberegningene er alle flomtall presentert med en nøyaktighet på 1 m^3/s. Dette er gjort av praktiske grunner. I og med at flomtall er presentert for flere punkter i vassdraget og for flere gjentaksintervall, vil en utjevning kunne gi uoverensstemmelse i dataene. I tabell 2.1 er resultatene fra flomberegningene angitt som kulminasjonsvannføringer for Daleelva, Hålandselva og Daleelva nedstrøms med Hålandselva.

Tabell 2.1. Kulminasjonsvannføringer ved ulike gjentaksintervall for Daleelva gjennom Høyanger

	Middel flom (m^3/s)	10 års flom (m^3/s)	20 års flom (m^3/s)	50 års flom (m^3/s)	100 års flom (m^3/s)	200 års flom (m^3/s)	500 års flom (m^3/s)
Daleelva	164	232	261	298	326	353	389
Hålandselva	37	52	59	67	73	79	88
Daleelva nedstrøms samløpet	201	285	320	365	399	433	477

For mer detaljer angående flomberegningene vises til NVE rapport: ”Dokument 9 – 2000 Flomberegning for Daleelva i Høyanger.

2.2.2 Kalibreringsdata til vannlinjeberegning

Skal en kunne kalibrere en beregnet vannlinje krever dette at en har observerte vannlinjer med tilhørende målinger av vannføringen å sammenligne med.

Vassdraget er godt regulert og det er sjelden store flommer i vassdraget. Det er ingen kontinuerlig registrering av vannføring i vassdraget via vannmerker e.l. Det finnes noe data hos regulanten i forbindelse med driften av kraftverkene.
I forbindelse med oppstarten av flomsonekartprosjektet sommeren 1999 ble det inngått et samarbeid mellom regulanten, kommunen og NVE. Kommunen satte opp plastskalaer og målte inn høydene på skalene. Regulanten skulle registrere en vannlinje i en eventuelle flomsituasjon og NVE skulle samtidig foreta vannføringsmåling.
Det var en flomepisode våren/sommeren 2000 hvor regulanten registrerte vannlinjen. NVE hadde desverre ikke mulighet til å måle vannføringen. Vi har altså vannlinjen, men da vi ikke har samtidige målinger av vannføringen har denne begrenset verdi for kalibrering av modellen.

Fra gamle flommer finnes det ikke data av en slik kvalitet at de kan benyttes til å kalibrere den hydrauliske modellen.

Dersom det blir en flom i de nærmeste årene skal kraftverket registrere vannlinjer og NVE måle tilhørende vannføringer.

Det finnes altså ikke tilfredstillende data å kalibrere modellen på.

2.2.3 Data om ekstremvannstander i sjøen

I utløpet av Daleelva har vannstanden i sjøen en avgjørende betydning for flomvannstanden. Videre oppover elva har ikke vannstanden i sjøen noen påvirkning, da elva er relativt bratt (overkritisk strømning).
Viser til NVE dokument 11- 2000 "Ekstremvannsanalyse i sjø ved utvalgte stasjoner". Stasjonen som ligger nærmest Høyanger er Bergen og en velger å benytte disse dataene i analysen. I tabell 2.2 under har en listet opp vannstandene i havet ved ulike gjentaksintervall, ved målestasjonen i Bergen.

Tabell 2.2 : Vannstander i havet, ved Bergen, ved ulike gjentaksintervall.

Gjentaksintervall	Vannstand i havet ved Bergen kote
Qm	1.17
Q10	1.33
Q20	1.4
Q50	1.45
Q100	1.50
Q200	1.55
Q500	1.65

Fra Q 10 til Q500 viser tabellen en differanse i vannstand på ca 30 cm. Sett i forhold til alle usikkerhetene i beregningene velger vi å benytte en fast vannstand for alle beregningene. **Denne settes lik kote 1.50.** Det er bare i utløpet denne vannstanden har noen praktisk betydning. Videre oppover elva er det så mye stigning at vannstanden i havet ikke har noen påvirkning på vannstanden.

2.3 Topografiske data

2.3.1 Tverrprofiler

Strekningen i Daleelva (profil 1-33) som er kartlagt ble tverrprofilert av Kartkonsulentene A/S høsten 1997 og rapportert januar 1998. Plassering av tverrprofilene ble bestemt av NVE ved befaring i felt. Hålandselva var ikke med i oppmålingen i 1997 og NVE målte dette opp i egen regi i 2000. For noen av bruene har en fått tegninger fra vegvesenet og ellers er alle bruene kontrollert ved befaring og nødvendig oppmåling utført.

Plasseringen av tverrprofilene er vist på fig. 3.1.

2.3.2 Flomverk

På nordsiden av Daleelva er det flomverk fra tverrprofil nummer 31 til tverrprofil nummer 7. På sørsiden er det flomverk mellom profil 7 og 10. Flomverket er på store deler av strekningen kombinert med adkomstvei til et boligområde eller G/S vei. Fra profil 31 til profil 15 er det et sekundærløp bak flomverket. Sekundærløpet er sterkt

gjengrodd og murer o.l. inn mot bebyggelsen er i noe varierende tilstand. Ved profil 15 er det også en kulvert som er tett. Tilstanden på sekundærløpet bør gjennomgåes.

På sørsiden fra profil 7 og til utløpet og på nordsiden fra samløpet med Hålandselva og til utløpet er det bygget kraftige betongmurer på begge sider. Det er slått ned stålspunt i foten av murene og murene er relativt høye i forhold til elvebunnen.

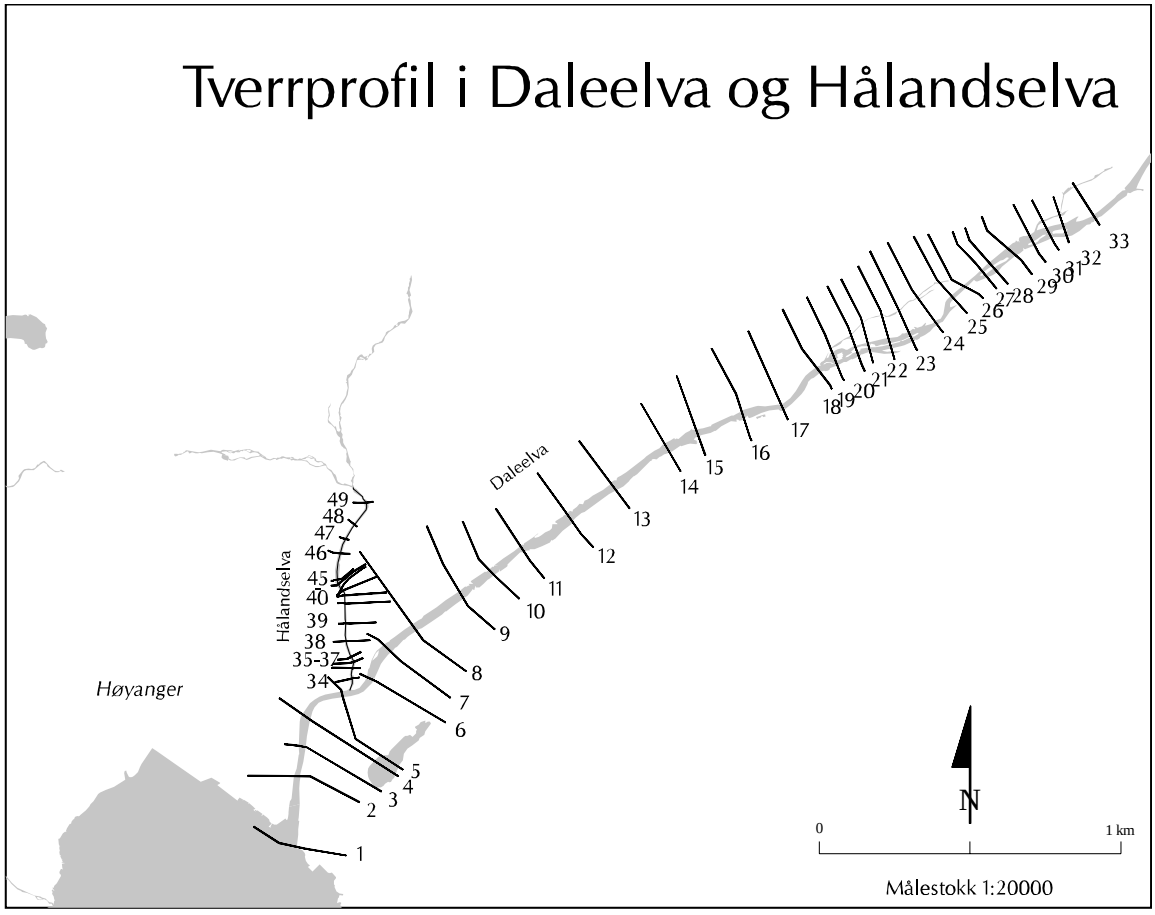
2.3.3 Digitale kartdata

Prosjektet er dekket av geovekstprosjekt fra 1994. Det er kartlagt 1 meters høydekurver i området. Elvesystemet og situasjon som veier og bygninger har en nøyaktighet tilsvarende målestokk 1:1000. Ut fra datagrunnlaget er det generert en digital terrengmodell i GIS med detaljerte høyder for området. Programvaren ArcInfo med modulene TIN og GRID 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.

3 Vannlinjeberegning

3.1 Modelloppsett

Modellen HEC – RAS er benyttet til vannlinjeberegningene. De oppmålte tverrprofilene er med få unntak benyttet direkte i modellen. Under store flommer er det forutsatt at oversvømte områder utenfor elveleiet vil ha liten eller ingen vannhastighet. I figur 3.1 er profilplasseringen vist.



Figur 3.1. Avgrensning av analyseområdet og plassering av benyttede tverrprofiler

3.2 Kalibrering av modellen

Det har ikke vært tilgjengelig sammenhørende registreringer av vannstand og vannføring. Gamle observasjoner av flomhøyder o.l. har begrenset verdi i forbindelse med kalibrering av datamodellen dersom en ikke har tilhørende tverrprofiler. Grunnen til dette er at ved større flommer vil en ha bunnforandringer som følge av masseavlagring og erosjon.

Parametre som har betydning for vannlinjeberegningene:

- Tverrprofilene må være representative for den aktuelle strekningen.
- Masseavlagring - erosjon - bunnforandringer over tid
- Eventuelle ikke aktive strømningsarealer.
- Friksjonsfaktoren gitt ved Manningstallet.
- Singulær tap gitt ved Ki og Ku.
- Store hastigheter – stor hastighetshøyde – betydelige pendlinger i vannspeilet på grunn av stor hastighet og ujevn bunn.

3.2.1 Tverrprofilene, massetransport

Det foregår en betydelig massetransport i vassdraget. Massetransporten varierer etter vannføringen, dvs stor vannføring medfører betydelig massetransport. Dette medfører igjen endring av tverrprofilene.
Tverrprofilene vi benytter i disse beregningene er oppmålt i 1997 og vannlinjene vi beregner er relatert til tverrprofilene fra 1997. Det har vært noen mindre flommer fra 1997 og frem til 2001, men vi mener at det ikke har vært store endringer av bunnforholdene.
Beregningsresultatene er bare gyldige så lenge en ikke har endringer av betydning i tverrprofilene.

3.2.2 Ikke-aktive strømningsarealer

På steder hvor en mener at det ikke er effektiv strømning i hele tverrsnittet har en skjønnsmessig lagt inn ikke-effektive strømningsarealer.

3.2.3 Manningstall

Manningstallet (M) er en parameter som sier noe om friksjonsforholdene i elveløpet. Vi skiller mellom M i selve elveløpet og på sidene der det er tett vegetasjon. På sidene der en har tett vegetasjon har en satt M = 15. I dette aktuelle vassdraget er beregningsresultatene lite følsom for eventuelle feil i denne faktoren da bare en liten del av den totale vannføringen renner gjennom tett vegetasjon.

For å bestemme M i hovedløpet har vi valgt å utføre en følsomhetsanalyse, dvs en har utført beregninger for M = 20, 23, 26 og 28. Resultatene for noen representative profiler er gitt i tabellen under.

Tabell 3.1 : Følsomhetsanalyse på manningstall for noen utvalgte tverrprofiler, vannstand i meter (nn-1954)

	TVERRPROFILER													
FLOM STØRRELSER	TVERRPROFIL 19							TVERRPROFIL 15						
	M = 20	V	M = 23	M = 26	M = 28	V	**dh**	M = 20	V	M = 23	M = 26	M = 28	V	**dh**
Qm	48.07	3.3	47.93	47.85	47.79	4.7	**0.28**	37.52	2.4	37.51	37.44	37.37	3	**0.15**
Q 10	48.29	3.7	48.16	48.08	48.04	4.8	**0.25**	37.78	2.7	37.78	37.52	37.47	3.9	**0.31**
Q 20	48.37	3.8	48.3	48.18	48.14	4.8	**0.23**	37.88	2.9	37.86	37.59	37.56	4	**0.32**
Q50	48.44	4	48.43	48.31	48.25	4.9	**0.21**	38.03	2.9	38.04	37.67	37.64	4.3	**0.39**
Q 100	48.55	4	48.52	48.40	48.33	4.9	**0.22**	38.12	3	38.12	37.74	37.69	4.5	**0.43**
Q200	48.65	4	48.58	48.46	48.39	5	**0.26**	38.20	3	38.17	37.80	37.76	4.6	**0.44**
Q 500	48.78	4	48.66	48.54	48.46	5.2	**0.32**	38.29	3.1	38.26	37.88	37.84	4.8	**0.45**

Tabell 3.2 : Følsomhetsanalyse på manningstall for noen utvalgte tverrprofiler, vannstand i meter (nn-1954)

	TVERRPROFILER													
FLOM STØRRELSER	TVERRPROFIL 4							TVERRPROFIL 105						
	M = 20	V	M = 23	M = 26	M = 28	V	**dh**	M = 20	V	M = 23	M = 26	M = 28	V	**dh**
Qm	8.68	4.3	8.49	8.35	8.28	6.6	**0.40**	20.53	2.1	20.40	20.29	20.22	2.7	**0.31**
Q 10	8.91	5	8.71	8.57	8.50	7.3	**0.41**	20.92	2.4	20.77	20.64	20.56	3	**0.36**
Q 20	8.99	5.3	8.79	8.64	8.57	7.6	**0.42**	21.08	2.5	20.92	20.79	20.71	3.1	**0.37**
Q50	9.09	5.7	8.88	8.73	8.66	7.9	**0.43**	21.27	2.6	21.08	20.94	20.86	3.3	**0.41**
Q 100	9.17	5.9	8.95	8.80	8.73	8.2	**0.44**	21.38	2.7	21.22	21.05	20.97	3.4	**0.41**
Q200	9.24	6.1	9.02	8.86	8.80	8.4	**0.44**	21.50	2.8	21.34	21.17	21.09	3.5	**0.41**
Q 500	9.33	6.4	9.10	8.95	8.87	8.7	**0.46**	21.64	3.1	21.5	21.37	21.22	3.7	**0.42**

3.2.4 Valg av manningstall

Tabellen viser at valget av manningstall har en vesentlig betydning for den beregnede vannstanden. Manningstall for videre beregninger settes til M = 23. Dette er nok et konservativt valg, men begrunnelsen er blant annet store vannhastigheter kombinert med ujevn bunn og relativt grov stein.

3.2.5 Andre tapskoeffisienter

Det benyttes et parametersett som tar hensyn til tapet en får som følge av tverrsnittendringen fra profil til profil. Følgende erfaringstall er benyttet; Ki er satt til 0.1 og Ku er satt til 0.3.

3.2.6 Store hastigheter

Store hastigheter medfører stor hastighetshøyde og ujevn bunn, i tillegg til betydelig pendling i vannspeilet. Da vi ikke har observerte vannstander som vi kalibrerer mot har ikke dette noen betydning for selve kalibreringen.

3.2.7 Vurdering av kalibreringen

Til bedre kalibreringsdata en har til sikrere er en på beregningsmodellen.
Her har en ikke hatt tilgjengelig kalibreringsdata og en har derfor basert modellen på de oppmålte tverrprofilene og erfaringstall.
Utfra en totalvurdering mener vi at beregningsmodellen har en tilfredstillende nøyaktighet.

3.3 Resultater fra vannlinjeberegningene

I en stor flom vil det være en betydelig massetransport i vassdraget og elvebunnen vil noen steder senke seg (erosjon), mens den andre steder vil heve seg (masseavlagring). I tabell 3.1 under har en gitt beregnede vannstander forutsatt at det ikke blir bunnforandring av betydning som følge av erosjon eller avlagring av masser.

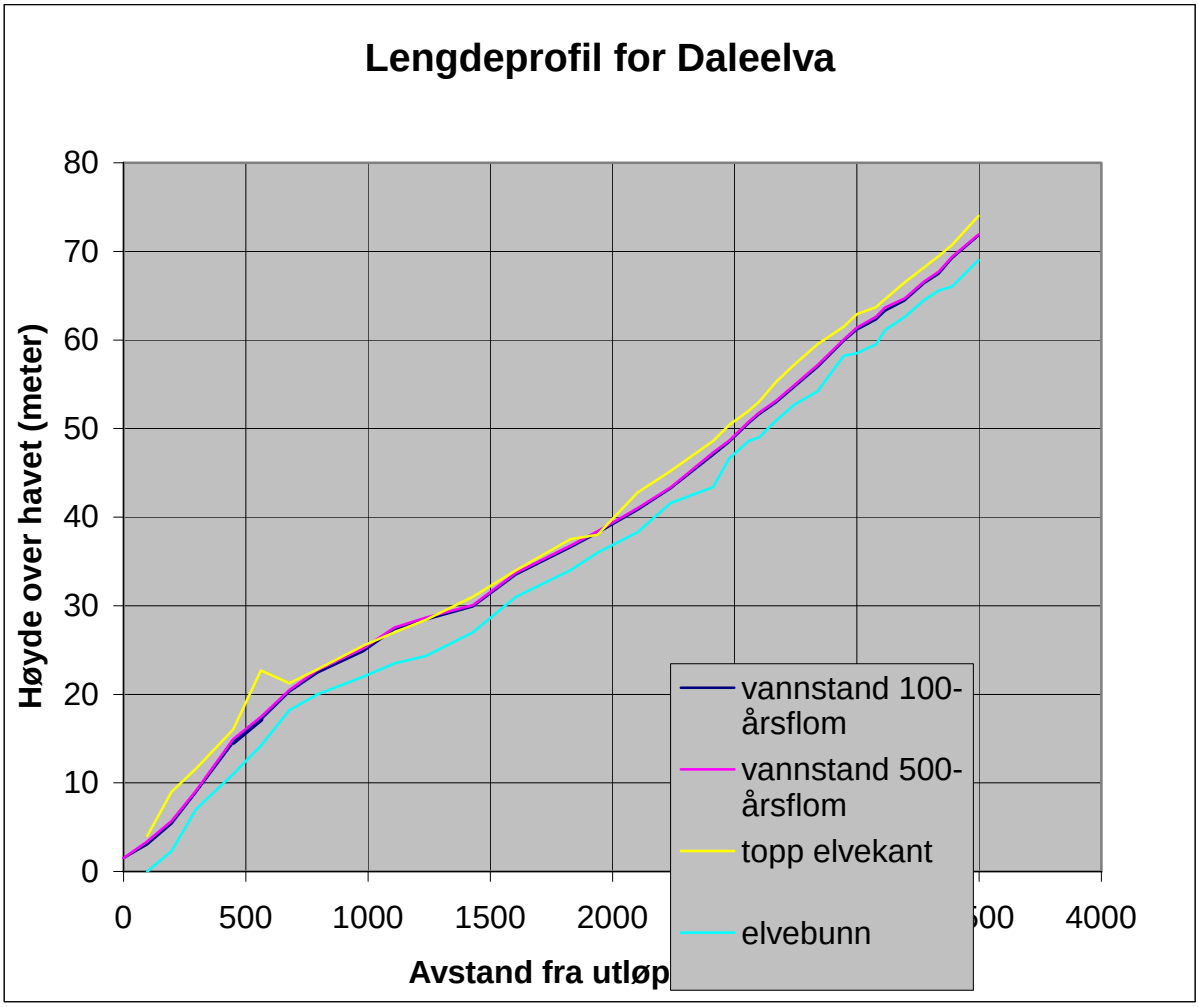
Tabell 3.3. Vannstand (m.o.h - NN54) ved hvert profil for ulike gjentaksintervall.

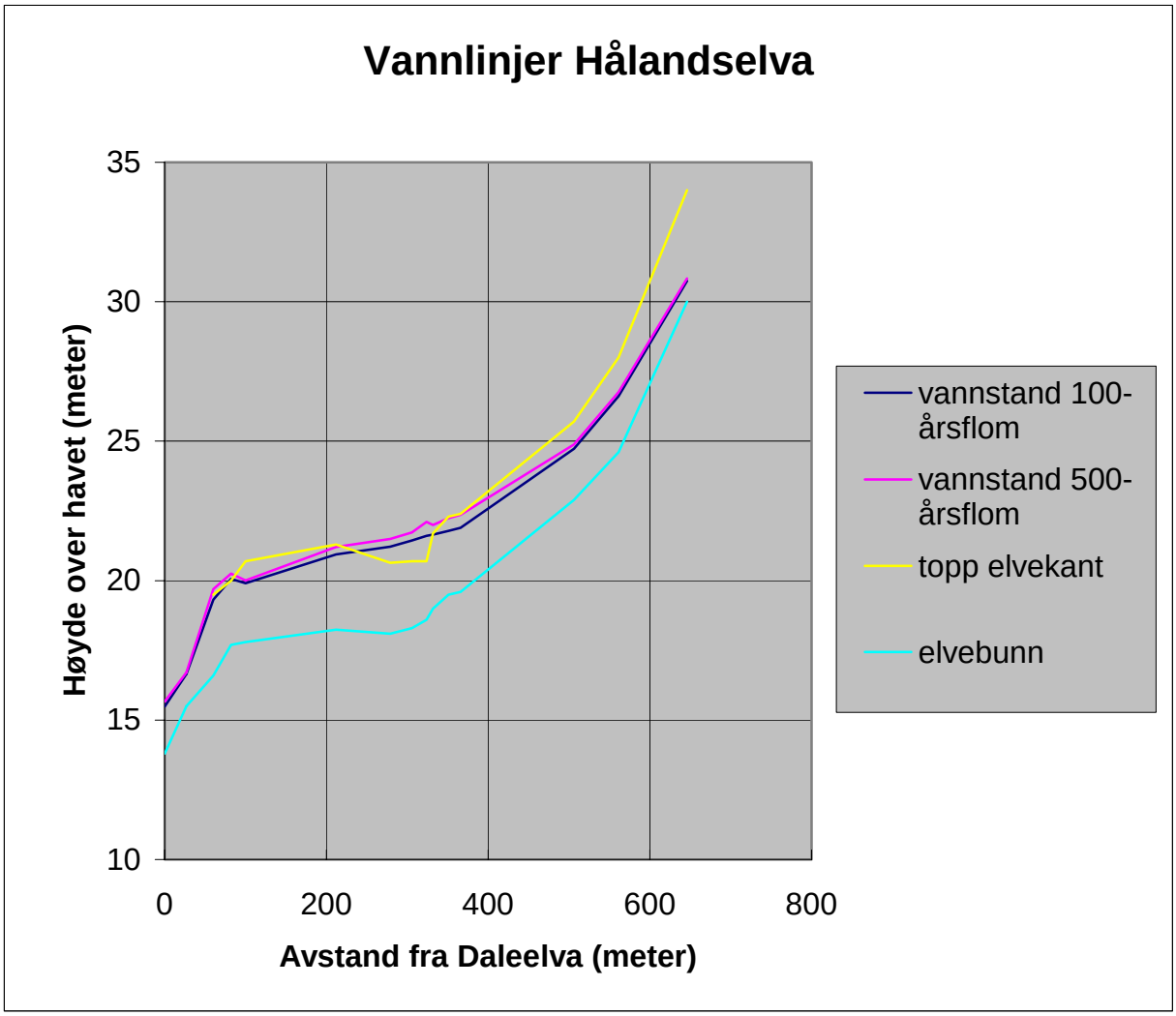
Tverrprofil nr.	**10 års flom**	**20 års flom**	**50 års flom**	**100 års flom**	**200 års flom**	**500 års flom**
Daleelva nedenfor samløpet						
1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
2	2.56	2.73	2.92	3.07	3.21	3.38
3	4.93	5.09	5.28	5.42	5.55	5.72
4	8.71	8.78	8.88	8.95	9.02	9.1
5	13.95	14.15	14.39	14.56	14.72	14.94
5.4	14.68	14.9	15.17	15.37	15.57	15.81
Daleelva ovenfor samløpet						
5.7	15.17	15.25	15.38	15.49	15.58	15.7
6	16.69	16.86	17.04	17.17	17.3	17.45
7	20.04	20.13	20.24	20.32	20.4	20.5
8	21.97	22.12	22.32	22.45	22.58	22.74
9	24.39	24.56	24.76	24.91	25.05	25.23
10	27.02	27.18	27.29	27.36	27.44	27.54
11	28.07	28.18	28.34	28.45	28.54	28.67
11.6	28.43	28.57	28.75	28.88	29	29.14
12	29.37	29.41	29.52	29.91	29.96	30.05
12.4	29.5	29.61	29.76	29.89	30.03	30.17
12.6	32.21	32.34	32.54	32.68	32.75	32.85
13	33.06	33.19	33.43	33.53	33.63	33.72
14	36.25	36.38	36.51	36.6	36.69	36.77
15	37.84	37.93	38.12	38.22	38.29	38.4
16	40.49	40.61	40.73	40.82	40.91	41.02
17	43.03	43.1	43.19	43.25	43.3	43.35
18	46.64	46.81	46.96	47.06	47.17	47.3
19	48.18	48.32	48.44	48.5	48.56	48.64
20	50.46	50.5	50.56	50.62	50.68	50.75
21	51.19	51.32	51.5	51.59	51.68	51.79
22	52.65	52.76	52.88	52.96	53.05	53.14
23	54.47	54.54	54.64	54.72	54.79	54.88
24	56.61	56.73	56.87	56.96	57.05	57.15
25	59.66	59.74	59.83	59.91	59.98	60.07
26	60.73	60.88	61.07	61.17	61.26	61.39
27	61.92	62.04	62.2	62.33	62.45	62.61
28	62.72	62.92	63.15	63.31	63.46	63.65
29	64.1	64.27	64.35	64.47	64.58	64.69
30	66.19	66.22	66.38	66.43	66.49	66.58
31	67.25	67.35	67.46	67.48	67.65	67.72
32	68.86	69.03	69.16	69.22	69.28	69.37
33	71.54	71.62	71.71	71.78	71.85	71.91

Tverrprofil nr	10 års flom	20 års flom	50 års flom	100 års flom	200 års flom	500 års flom
Hålandselv						
34 (90)	15.19	15.29	15.41	15.49	15.59	15.67
35 (100)	16.48	16.54	16.62	16.66	16.7	16.71
36 (101)	19.07	19.16	19.27	19.32	19.41	19.7
37 (102)	19.68	19.82	19.96	20.07	20.19	20.26
38 (103)	19.58	19.69	19.82	19.91	19.99	20.01
39 (104)	20.49	20.64	20.79	20.94	21.05	21.21
40 (105)	20.77	20.92	21.08	21.22	21.34	21.5
41 (106)	20.97	21.13	21.3	21.44	21.56	21.73
42 (107)	21.11	21.28	21.47	21.61	21.76	22.11
43 (108)	21.16	21.33	21.52	21.66	21.81	22
(108.5)						
44 (109)	21.18	21.35	21.55	21.79	22	22.25
45 (110)	21.27	21.45	21.66	21.9	22.11	22.37
46	23.31	23.43	23.57	23.69	23.82	23.92
47 (111)	24.48	24.57	24.66	24.72	24.8	24.88
48 (112)	26.35	26.44	26.54	26.61	26.68	26.76
49 (113)	30.63	30.67	30.72	30.75	30.79	30.83

Nedenfor er resultatene vist som lengdeprofiler for henholdsvis Daleelva fra utløpet og for Hålandselva fra samløpet med Daleelva.

Fig. 3.3: Lengdeprofil for Daleelva og Hålandselva.




Vannlinjer Hålandselva
35
30
25
20
15
10
0
200
400
600
800
Høyde over havet (meter)
Avstand fra Daleelva (meter)
vannstand 100-årsflom
vannstand 500-årsflom
topp elvekant
elvebunn

3.4 Spesielt om bruer

3.4.1 Daleelva

Kommentarer til de ulike bruene:

- Brua over riksveien omtrent ved profil 10.
  Underkant bru ligger med et betydelig fall fra venstre elvekant til høyre elvekant. Ved høyre elvebredd er det vel 3 m fra underkant brubjelker til midlere elvebunn. På venstre side er det betydelig mer. Ingen problemer med at vannet tar oppi broen.

- Gangbru omtrent ved profil 5 like nedstrøms samløpet med Hålandselva.
  Underkant bru ligger betydelig høyere enn vannstanden i elva. Ingen problemer.

- Brua i sentrum ved profil 4.
  Dette er en spesiell bru med meget høye brubjelker under. Det er en avstand fra underkant bru til elvebunnen (midlere elvebunn) på vel 3 m. Dette er et av de bratteste partiene i hovedelva og en har en betydelig vannhastighet. Det er lite sannsynlig at her blir bunnheving i en flomsituasjon. Beregningene viser at her er en klaring til underkant brubjelker på ca 2 m ved en større flom. Dette burde ikke medføre problemer.

- Gangbru ved profil 2.
  Beregningene viser at vannstanden ved de største flommene vil være fra 0.8 til 1 m under underkant brukonstruksjon. Vi har her en overgang fra et bratt parti til utløpet i fjorden. Et sted i dette området kan det oppstå et vannstandsprang når vannet fra elven møter havet med stor hastighet. Hvorvidt dette vil påvirke brua er vanskelig å forutsi. I tillegg vil en ha en betydelig pendling i vannspeilet slik at vannet nok kan slå oppunder brua fra en 100 års flom.

3.4.2 Hålandselva

Kommentarer til de ulike bruene:

- Gangbru ved profil 49.
  Underkant bru ligger så høyt at vannstanden ikke tar oppunder brua. Vannet har imidlertid stor hastighet forbi brua og det blir en betydelig belastning på muren i ytterkant.

- Riksveibru og G/S – vei bru ved profil 43 og 45 . De to bruene ligger helt inntil hverandre med Riksveibrua oppstrøms gangbrua.
  Ved disse bruene blir det problemer ved større flommer. Massetransporten vil sannsynligvis føre til bunnheving like oppstrøms bruene. Allerede ved en 50 års flom begynner vannet å ta oppunder brukonstruksjonen. Fra 100 års flommen begynner det å bli en betydelig horisontal belastning på brua samtidig som vannet begynner å renne over veien og inn på idrettsplassen.
  Ved en større flom er det denne brua som sannsynligvis først må stenges for trafikk. Brua vil også få en betydelig belastning som kan medføre skader på brua.

- Gangbru ved profil 39.
  Vannet vil her strømme relativt rolig og vil ikke ta oppunder brua.

3.5 Masseavlagring og erosjon – følsomhetsanalyse.

3.5.1 Generelt

Høyangervassdraget er et typisk vassdrag hvor massetransporten har avgjørende betydning for vannstanden ved større flommer. Ved flommen i 1971 var massetransport kombinert med store vannmengder årsak til at elven noen steder tok nytt løp og gjorde betydelige skader.

En av betingelse for at en elv skal transportere masse er at det er tilgang på masse. Historiske flommer viser relativt stor massetransport. I Daleelva er det god tilgang på masse over lengre strekninger. I større flommer vil det kunne komme masse både fra Eriksdalen og Gautingsdalen. I tillegg er det relativt bratte dalsider langs elva og det går jevnlig ras i området som fører med seg jord, stein, trær o.l.

På 1980 tallet ble det bygget ca 20 syvde-terskler på strekningen fra Øvre Dale til utløpet i sjøen. Hensikten med tersklene var flere :
- Hindre bunnsenking ved flomhendelser.
- Samle opp masser i kulpene.
- Bedre forholdene for fisk. Det er en elv hvor det har blitt og blir nedlagt mye arbeid lokalt for å tilrettelegge forholdene best mulig for fisken.

I en større flom vil kulpene nedstrøms tersklene ta opp noe masse, men vi regner med at dette vil ha liten effekt. Størst effekt i en flomsituasjon kan tersklene ha ved å redusere faren for at elven senker seg og undergraver flomverket.

I følge lokalkjente legger det seg i enkelte situasjoner opp masse på en slik måte at elven i området mellom profil 25 – 30 styrer rett mot flomverket. I dette området var det problemer under flommen i 1983 ved at det oppstod skade på flomvollen.

Utfra erfaringer fra andre elver med stor massetransport vet en at ved store/ekstreme vannføringer kan massetransporten bli så stor at elveløpet over kortere eller lengre strekninger kan bli helt oppfylt av masser og elven tar nytt løp. To eksempler som kan nevnes er :
- Jostedalen i 1979 hvor store deler av elveløpet var oppfylt av masse, og
- Åsta like før samløpet med Glomma (nedstrøms Rena). Etter 1995 flommen var elveløpet det høyeste punktet (dvs helt fullt med masse). Elva tok nytt løp.

I en stor-/ekstrem- flomsituasjon vil det både i Daleelva og Hålandselva være massetransport og erosjon som kan medføre henholdsvis bunnheving og bunnsenking. Vi har prøvd å finne opplysninger om hvor stor massetransport en kan forvente ved de ulike flomstørrelsene, men det finnes ikke brukbare data.

Uten å gjennomføre omfattende studier er det vanskelig å beregne mulig bunnheving eventuelt bunnsenking. Vi har derfor valgt å gjennomføre beregningene under forutsetning av at tverrprofilene ikke forandrer seg i en flomsituasjon.

3.5.2 Følsomhetsanalyse

For å finne hvor følsom den beregnede vannlinjen er for bunnheving har vi utført en følsomhetsanalyse. Vi har hevet bunnet skjønnsmessig slik som beskrevet nedenfor :

Daleelva – oppstrøms samløpet med Hålandselva

Mellom profil 33 og 16 har elven et fall på 1/45 og mellom profil 16 og samløpet med Hålandselva har vi et fall på 1/70.
Fra profil 8 til og med 17 er bunnen skjønnsmessig hevet med ca 1 m.
Fra profil 18 til og med 33 er bunnen skjønnsmessig hevet med omlag 0.5 m.

Daleelva – nedstrøms samløpet med Hålandselva

Nedstrøms samløpet har elva et gjennomsnittlig fall på ca 1/40. Dette er relativt bratt og vi forventer ingen masseavlagring på denne strekningen. Skjer det noe endring på denne strekningen er det mest sannsynlig at elva vil senke seg.
På denne strekningen er det ikke gjort endringer i tverrprofilene.

Hålandselva

Ved øvre bru har elva et fall på ca 1/7, lengre nede flater elva ut til ca 1/20 og etter RV - 55 brua flater elva ut til ca 1/215 langs idrettsbanene, for så å ha et fall på ca 1/20 ned til samløpet med Daleelva.
Profilene 47 og 48 er hevet med ca 0.8 m og profilene 37 til og med 45 er hevet med 0.5 m.

Befaring lang Siploelva og Hålandselva tyder på at det er noe masse i elveløpene. Det virker som det er mest tilgang på masse i Siploelva, spesielt på strekningen ovenfor bebyggelsen.
Det mest kritiske punktet for om det legger seg opp masse er under riksveibrua.

I tabell 3.4 har en angitt økning i vannstanden som følge av den antatte bunnhevingen som er beskrevet ovenfor. Økningen er gitt i meter.

Tabell 3.4 : Økning i vannstand som følge av den antatte bunnhevingen.

FLOM STØRRELSE	NOEN UTVALGTE TVERRPROFILER Viser økning i vannstand som følge av den antatte bunnhevingen som er beskrevet i kap. 5.4.					
	19	15	10	7	40	46
Q100	0.4 m	0.4 –0.6 m	0.15 m	0.3 m	0.3 - 0.5 m	0.5 - 0.6 m

Konklusjon: Masseavlagring – erosjon har en avgjørende betydning for vannstanden i en større flom.

4 Flomsonekart

4.1 Generering av flomsoner

Flomsonene er generert ved bruk av GIS (ArcInfo). 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.

Daleelva og Hålandselva har statistisk ikke flom samtidig, men i flomsoneanalysen ser man på verste utbredelse av flom i begge elver. På flomsonekartet er eksempelvis 100-års flomsonen generert av vannlinjene som representerer 100 års vannføring i Daleelva og av vannlinjene som representerer 100-års vannføring i Hålandselva. Tilsvarende er gjort for de andre flomstørrelsene. Videre er det sett på utbredelse av flom fra sjø beregnet fra kote 1.50 m.o.h. Flomarealet fra denne analysen er slått sammen med flomareal fra de to elvene, slik at flomsonen viser den verste utbredelsen fra sjø samt elvene.

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, jf kap 4.3, men også lavpunkter som har forbindelse via en kulvert eller via grunnvannet. 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.

4.3 Spesielt om flomverk

På nordsiden av elva fra Øvre Dale og ned til RV 55 er elvekanten bygget opp i kombinasjon med gangvei og vei for å hindre at elva skal flommen innover. Det fungerer som et flomverk.

Vi forutsetter at flomverket beholder formen og ikke bryter sammen for vannstander opp til topp flomverk.. Normalt benyttes det en viss sikkerhetsmargin men her har en ikke benyttet det da en skal jobbe videre med problemstillingen. Området bak flomverket blir definert som lavpunkt når vannstanden i elva er høyere enn terrenget bak flomverket. Lavpunkter har egen skravur på flomsonekartet. For flommer med vannstander over topp flomverk defineres arealet bak flomverket som ordinær flomsone.

Det er stor usikkerhet med hensyn på masseavlagring - erosjon. Vannlinjene vi har presentert har ikke tatt hensyn til eventuelle bunnendringer og derfor er det stor usikkerhet knyttet til vannlinjene. En har heller ikke tatt stilling til hvor stor en eventuell sikkerhetsmargin skal være.

4.4 Resultater fra flomsoneanalysen

Det er utarbeidet flomsoner for flommen med gjentaksintervall 100 år. Vannstandene for 10, 20, 50, 100, 200 og 500 års flommen er gitt i tabell 3.1. I tillegg fins alle flommene på digital form.

Vedlagt er et kartblad (A3 format) som viser flomsonekartet for en 100 års flom med elvesystemet, veger, bygninger og 5 meters høydekurver. Beregnet oversvømt areal for 100 års flommen er vist i tabell 4.1.

Tabell 4.1. Flomutsatt areal, total areal og lavpunkter

Gjentaksintervall	Flomutsatt areal Totalt (daa)	Flomutsatt areal Lavpunkter (daa)
100 års flom	367	117

Følgende områder er flomutsatt ved en 100 års flom :

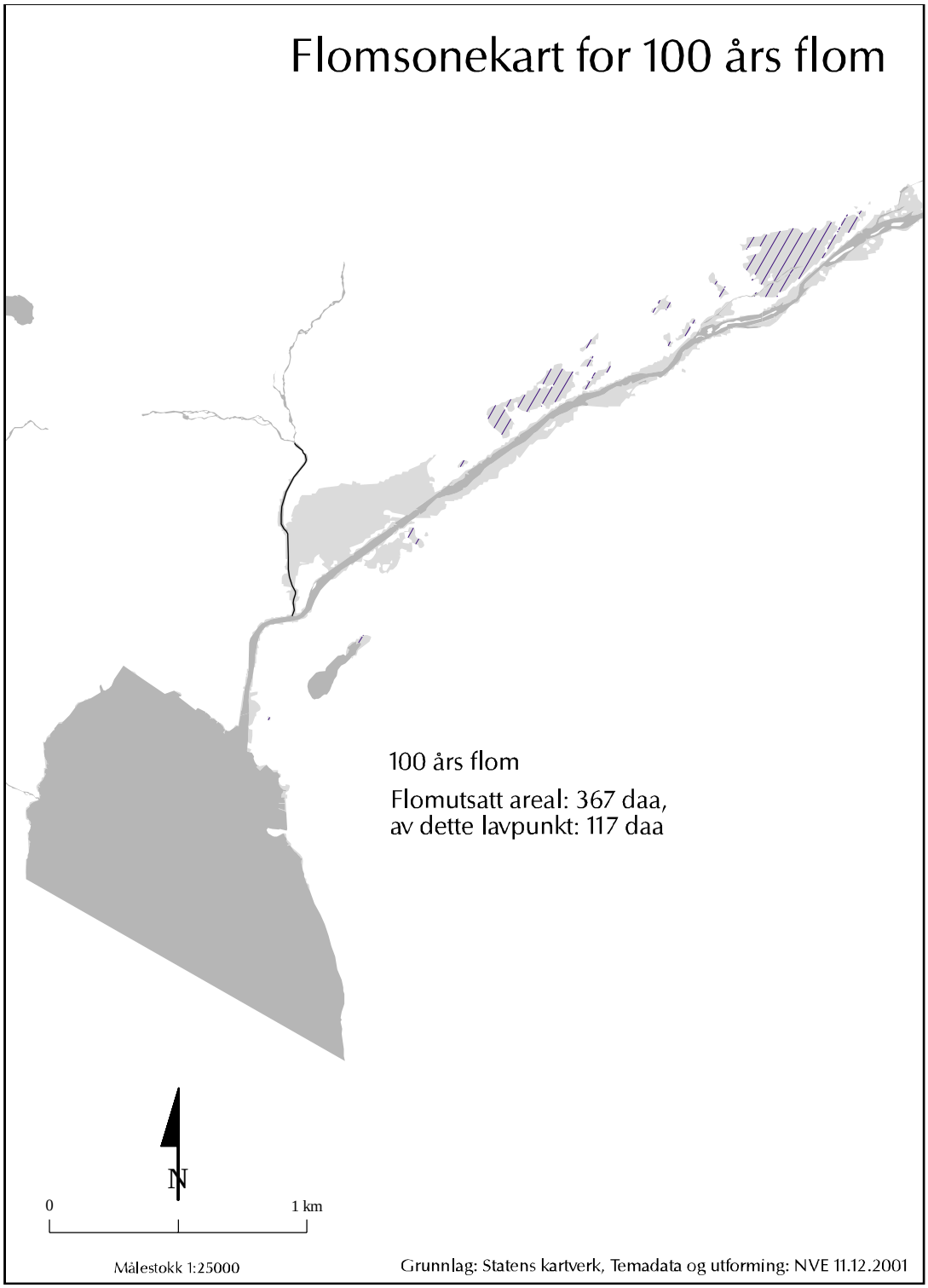
- Området rundt skolen, idrettsplassen samt et areal på oppsiden av RV 55
- På østsiden av Daleelva like nedstrøms RV 55 er det noe bebyggelse som er flomutsatt.
- På østsiden like nedstrøms gangbrua i utløpet - fra Øren Hotel - og nedover er det noe bebyggelse som kan være flomutsatt. Dette betinger imidlertid at en i tillegg til stort vannføring i elva også har høy vannstand i sjøen.

Ved RV 55 brua og gangbrua over Hålandselva vil det bli problemer i flomperioder. Problemene begynner allerede ved en 50 års flom og kanskje noe tidligere dersom det legger seg opp masse under bruene.

På nordsiden av Daleelva fra Øvre Dale og ned til RV 55 er elvekanten bygget opp i kombinasjon med vei og gangvei for å hindre at elva skal flomme innover. De blå skraverte områdene indikerer at områdene ligger lavere enn flomvannstanden i elva.

Usikkerheten med hensyn på masseavlagring – erosjon - er så stor at vi har valgt å gi kartene status som foreløpige. NVE og kommunen har bestemt seg for å arbeide videre for å finne ut om eksisterende sikringsanlegg har en tilfredsstillende sikkerhet i flomsituasjoner. **Et ukontrollert brudd på sikringsanlegget kan få dramatiske konsekvenser.**

Flomsonene er kvalitetskodet og datert på SOSI format og ArcView (shape) format i aktuell NGO akse og UTM sone. Disse digitale dataene er sendt til primærbrukere. Lavpunkter og områder bak flomverk er kodet og skravert på kartet spesielt. Alle flomutsatte flater er kodet med datafeltene FTEMA = 3280 og flomaar = gjentaksintervall. Lavpunkter er kodet med egen kode,"lavpunkt"=1 (eller lik 0).



Figur.4.1: Flomsonekart for 100 års flom

5 Andre faremomenter i området

5.1 Innledning

I flomsonekartprosjektet settes det også fokus på andre faremomenter i vassdraget som ikke uten videre inngår i eller tas hensyn til i flomsonekartleggingen. Det er i denne sammenheng problemer knyttet til erosjon og massetransport 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. For omtale av massetransport, som er et vesentlig problem i området, vises til kapittel 3.5.

5.2 Datainnsamling

Datainnsamling i forbindelse med is, massetransport o.l har foregått gjennom kontakt med regulant og kommune. I tillegg har NVE selv en del opplysninger og erfaringer etter å ha utført ulike arbeider i vassdraget i en årrekke. De fleste opplysningene har en fått ved å snakke med folk som har god kjennskap til vassdraget.

5.3 Is

Det er ikke problemer med is i vassdraget i forbindelse med flomsituasjoner.

5.4 Sidebekker – vifter

Det er bratte fjellsider langs store deler av Daleelva og her kommer ned mange sidebekker og rasvifter. Det går med ujevne mellomrom snøskred og andre ras/skred som fører med seg jord, stein, trær og lignende ut i vassdraget. Like oppstrøms Øvre Dale er det en strekning som bærer navnet ”Storskreo” og her kan en tydelig se at det jevnlig går skred/ras.

5.5 Kulverter

Generelt sett fanger ikke flomsonekartleggingen opp problemstillinger knyttet til oversvømmelse som skyldes flom i sideelver/ bekker eller lav kapasitet på kulverter. Blokkering av kulverter og bruer 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 (ROS).

5.6 Andre farekart

Det er utarbeidet skredfarekart for stein og snøskred på kartbladet 1217 Høyanger (N50 serien). Disse kartene må også tas hensyn til i bygge- og arealplaner. Kartene blir distribuert av Statens kartverk via : **http://www.statkart.no/produkte/land/skredfare/**

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 er svært tynt, og beregningen kan ut fra dette kriteriet klassifiseres i klasse 3, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

6.2 Vannlinjeberegningen

Det er noe usikkerhet med beregning av vannlinjen ved ”reint vann” på grunn av store vannhastigheter og relativt grov stein på elvebunnen. Den store usikkerheten er hvor stor massetransport en vil få ved de ulike flommene, og konsekvensene av den.

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 høydekurver samt høydebærende situasjonsdata der forventet nøyaktighet er +/- 30 cm i forhold til virkelig høyder i området.

Den store usikkerheten knyttet til vannlinjeberegningen og konsekvensene for sikkerheten på flomverk har gjort at vi har valgt å utgi kun foreløpige kart. Vi ønsker å fortsette arbeidet i samarbeid med kommunen for om mulig å kunne kvantifisere dette noe bedre.

7 Veiledning for bruk

7.1 Hvordan leses flomsonekartet?

Oversvømt areal som beregnes er knyttet til flom i Daleelva og Hålandselva.
En tabell viser flomhøyder tilknyttet tverrprofilene for de beregnede flommene. Kartet i målestokk 1:10000 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 lengdeprofilet.

Områder som på kartet er markert som lavpunkt (områder bak flaumverk, kulverter m.v.), er avledet fra en bestemt flom, men gjentaksintervallet kan ikke overføres direkte. Disse områdene er vist på kartet med skravur.

7.2 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" (NVE-veileder nr. 3/99)

Krav til sikkerhet mot flomskade er kvantifisert i NVEs retningslinje ”Arealbruk og sikring i flomutsatte områder” (NVE Retningslinjer nr 1/99). Kravene er differensiert i forhold til type flom og type byggverk/ infrastruktur.

7.3 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. Som tidligere nevnt er deler av datagrunnlaget dårligere enn ønskelig, noe som har medført at det kun utgis foreløpige kart i denne omgang..

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 ligger 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 beregnete flomvannstander. Hvor store disse skal være vil avhenge av hvilke tiltak det er snakk om. I forbindelse med beredskapssituasjoner vil ofte usikkerheten i flomvarslene langt overstige usikkerheten i vannlinjene og flomsonene. 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.

7.4 Arealplanlegging og byggesaker - bruk av flomsonekart

Ved oversiktsplanlegging kan en bruke flomsonene direkte for å identifisere områder som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. Områder som er innenfor de markerte flomsonene kan en med sikkerhet si er utsatt for oversvømmelse men også områder like utenfor denne sonen kan være flomutsatt. I praksis vil det si at dersom ikke den aktuelle utbyggingssaken åpenbart ligger på et sikkert sted , må sikkerheten vurderes nærmere i nært samråd med NVE.

Ved detaljplanlegging og ved dele- og byggesaksbehandling må en ta hensyn til at også flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. Primært må en ta utgangspunkt i de beregnete 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.

7.5 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 stor flom innebærer at vannføringen vil nå et nivå mellom 10-årsflom og 50-årsflom. Ved kontakt med flomvarslingen vil en ofte kunne få mer detaljert informasjon. I regulerte vassdrag bør en også ha et nært samarbeid med regulanten som til en hver tid vil være godt oppdatert på forholdene lokalt.

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.

Ved utløpet til sjø er det viktig å være klar over at flomvannstanden i utløpsområdet er kombinert med stormflo. Ved andre kombinasjoner av flom og stormflo enn det som er forutsatt, vil en få andre vannstander i uløpsområdet og områder som ligger direkte mot sjøen. Nærmere informasjon om innvirkningen av stormflo er beskrevet i kap. 2.2.3 og i kap 4.4.

7.6 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-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 dette nivået overskrides. 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!

Tabell 7.1 Sannsynlighet for overskridelse i % ut fra periodelengde og gjentaksintervall.

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/ Flomsonekartplan. Prioriterte elvestrekninger for kartlegging i flomsonekartprosjektet. NVE 1999.

Vedlegg

1 kartblad av flomsonekart som viser utbredelsen av 100-års flom

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 Røkland

Utgitt i NVEs flomsonekartserie - 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

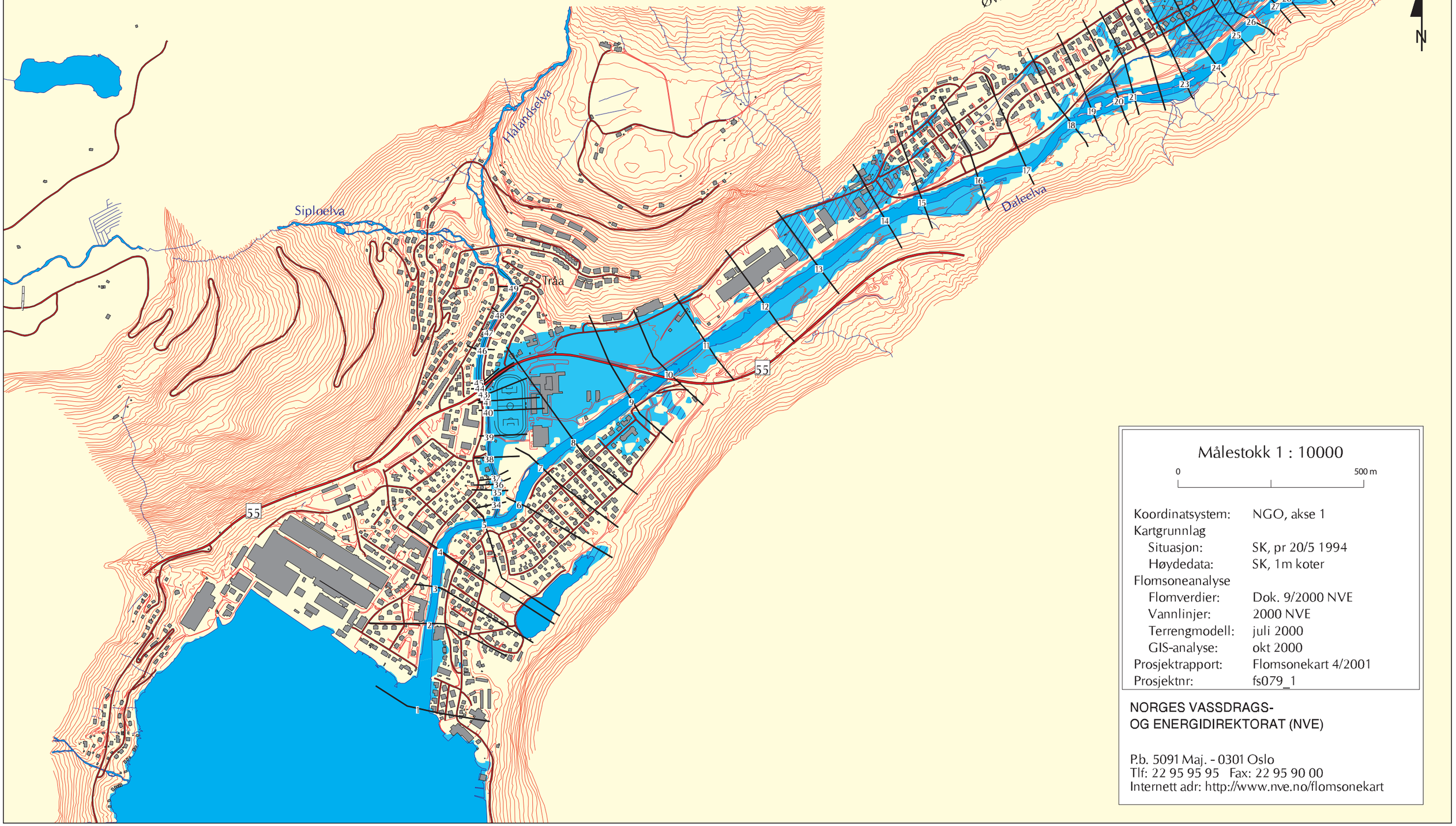
FLOMSONEKART

Prosjekt: Høyanger

Foreløpig kart

100 ÅRS FLOM

Godkjent 17 Des 2001



Målestokk 1 : 10000

Koordinatsystem:	NGO, akse 1
Kartgrunnlag	
Situasjon:	SK, pr 20/5 1994
Høydedata:	SK, 1m koter
Flomsoneanalyse	
Flomverdier:	Dok. 9/2000 NVE
Vannlinjer:	2000 NVE
Terrengmodell:	juli 2000
GIS-analyse:	okt 2000
Prosjektrapport:	Flomsonekart 4/2001
Prosjektnr:	fs079_1

NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT (NVE)

P.b. 5091 Maj. - 0301 Oslo
Tlf: 22 95 95 95 Fax: 22 95 90 00
Internett adr: http://www.nve.no/flomsonekart