NVE

Flomsonekart

Delprosjekt Vågåmo

Eli K. Øydvin

3
2001

FLOMSONEKART

Flomsonekart

Delprosjekt Vågåmo

Eli K. Øydvin

Flomsonekart nr 3 / 2001
Delprosjekt Vågåmo

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfattere: Eli K. Øydvin
Øyvind Armand Høydal

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 50
Forsidefoto: Flom i Finna 1938

Sammendrag: Det er utarbeidet flomsonekart for Finna ved Vågåmo sentrum og for Otta fra utløpet av Vågåvatnet til samløp Finna.

Emneord: Flomsonekart, flom, flomanalyse, flomareal, vannlinjeberegning, Finna, Otta, Vågå kommune

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

November 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 Finna og Otta ved Vågåmo sentrum i Vågå kommune. Grunnlaget for flomsonekartene er flomberegninger og vannlinjeberegninger.

En særlig takk til Vågå kommune for velvillig innstilling.

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

Oslo, november 2001

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Hallvard Berg
prosjektleder

Sammendrag

Det er utarbeidet flomsonekart for Vågåmo sentrum. Langs Finna er ca 3 km fra samløp med Otta og opp til gjelet ved Sælatunga analysert. Langs Otta er analyseområdet avgrenset fra like nedenfor samløp med Finna til Vågåvatnet, ca 1.2 km. Nugga er ikke analysert. I øst er det tatt hensyn til dette ved avgrensning av analyseområde.

Det er laget kart for flommer med gjentaksintervall mellom 10 og 500 år. Sannsynligheten for eksempelvis en 50-års flom er 1/50, dvs. 2 % hvert eneste år.

De største flommene i Finna i nyere tid var i 1860, 1938 og 1958. I dag er Finna en kanalisert elv med flomverk gjennom sentrumsområdene. Massetransport i Finna har vært hovedårsak til stort skadeomfang i tidligere flommer. Under ekstremflom vil massetransport være hovedproblemet ved avlagring av masse som kan føre til eventuelle påfølgende løpsendringer.

Grunnlaget for flomsonekartene er flomberegninger og vannlinjeberegninger. Vannlinjeberegninger er gjennomført for å finne vannstanden langs elva ved de ulike flommene.

Flomverkene langs Finna gjør at lavereliggende områder i sentrum ikke blir direkte flomutsatt, men større områder i sentrum er lavpunkt. Dette betyr at området er potensielt utsatt for flom, ved brudd i flomverkene eller dersom Finna går ut av sitt leie (jfr. masseavlagring). En situasjon hvor Finna bryter ut av sitt leie i øvre deler av sentrumsområdet kan få store konsekvenser i form av skader på bebyggelse og medføre fare for mennesker som oppholder seg i området. For å sikre seg mot slike situasjoner, anbefales en sikkerhetsmargin på flomverkene på 1 meter. Dette skal dekke opp usikkerhetene som følger av at Finna er en elv med store vannhastigheter og med stor masseføring.

Det er i dag minst 1 m sikkerhetsmargin på store deler av flomverket gjennom sentrum. Men i øvre del av flomverket (ved profil 5), der konsekvensene av brudd er størst, er sikkerhetsmarginen for liten (hhv 0.49 m for 500-års flommen og 0.91 m for 50-års flommen - se tabell 4.1). Det må vurderes om flomverket bør heves med 0.5 m ved profil 5. Det er også for liten sikkerhetsmargin for 200-, og 500-års flommen ved profil 1 (østre bredd), men her er konsekvensene av brudd mindre.

Ved flom i Otta oversvømmes et ca 200 meters belte på nordsiden av elva med avgrensning ved Sundbrua og bilvei nord for Vågåvatnet.

Ved oversiktsplanlegging kan en bruke flomsonene 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. Profilene er avmerket på flomsonekartet og den beregnede vannstand antas lik langs hele tverrprofilet. Primært må en ta utgangspunkt i de beregnete vannstander og kontrollere terrenghøyden i felt mot disse, men legge på en margin som tar høyde for usikkerheten i beregningen. Vi anbefaler at man langs Otta legger på 0,5 m på de beregnete vannstandene ved plassering av byggverk. En må spesielt huske på at for å unngå flomskade må dreneringen til et bygg ligge slik at avløpet også fungerer under flom.

Det er viktig å merke seg forskjellen på direkte flomutsatte områder og lavpunkter. Lavpunktsområdene i sentrum er knyttet til flom i Finna og vil ha en annen sannsynlighet for oversvømmelse. Arealplanlegging og byggesaker i dette området må vurderes spesielt og ses i forhold til mulige brudd i flomverkene.

Innhold

Flomsonekart **1**
Delprosjekt Vågåmo 1
Forord **3**
Sammendrag **4**
1 Innledning **7**
1.1 Formål 7
1.2 Bakgrunn 7
1.3 Avgrensning av prosjektet 7
1.4 Gjennomføring av prosjektet 8
2 Datainnsamling **9**
2.1 Metode og databehov 9
2.2 Hydrologiske data 9
2.3 Topografiske data 10
3 Vannlinjemodellering **11**
3.1 Modelloppsett 11
3.2 Kalibrering og egenskaper til modellen 11
3.3 Effekt av masseavlagring. 14
3.4 Resultater av vannlinjeberegningene 14
4 Flomsonekart **17**
4.1 Generering av flomsoner 17
4.2 Lavpunkter 17
4.3 Spesielt om flomverk og sikkerhetsmarginer 17
4.4 Vurdering av flomsonene 18
4.5 Resultater fra flomsoneanalysen 18
5 Andre faremomenter i området **22**
5.1 Innledning 22
5.2 Datainnsamling 22
5.3 Is 22
5.4 Massetransport, erosjon og sikringstiltak 22
5.5 Sidebekker – vifter 22
5.6 Kulverter 22
6 Usikkerhet i datamaterialet **23**
6.1 Flomberegningen 23
6.2 Vannlinjeberegningen 23
6.2 Flomsonen 23
7. Veiledning for bruk **24**
7.1 Hvordan leses flomsonekartet? 24

7.2 Unngå bygging på flomutsatte områder 24
7.3 Hvordan forholde seg til usikkerhet på kartet? 24
7.4 Arealplanlegging og byggesaker - bruk av flomsonekart 25
7.5 Flomvarsling og beredskap – bruk av flomsonekart 25
7.6 Generelt om gjentaksintervall og sannsynlighet 26
REFERANSER 27
VEDLEGG 27

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.

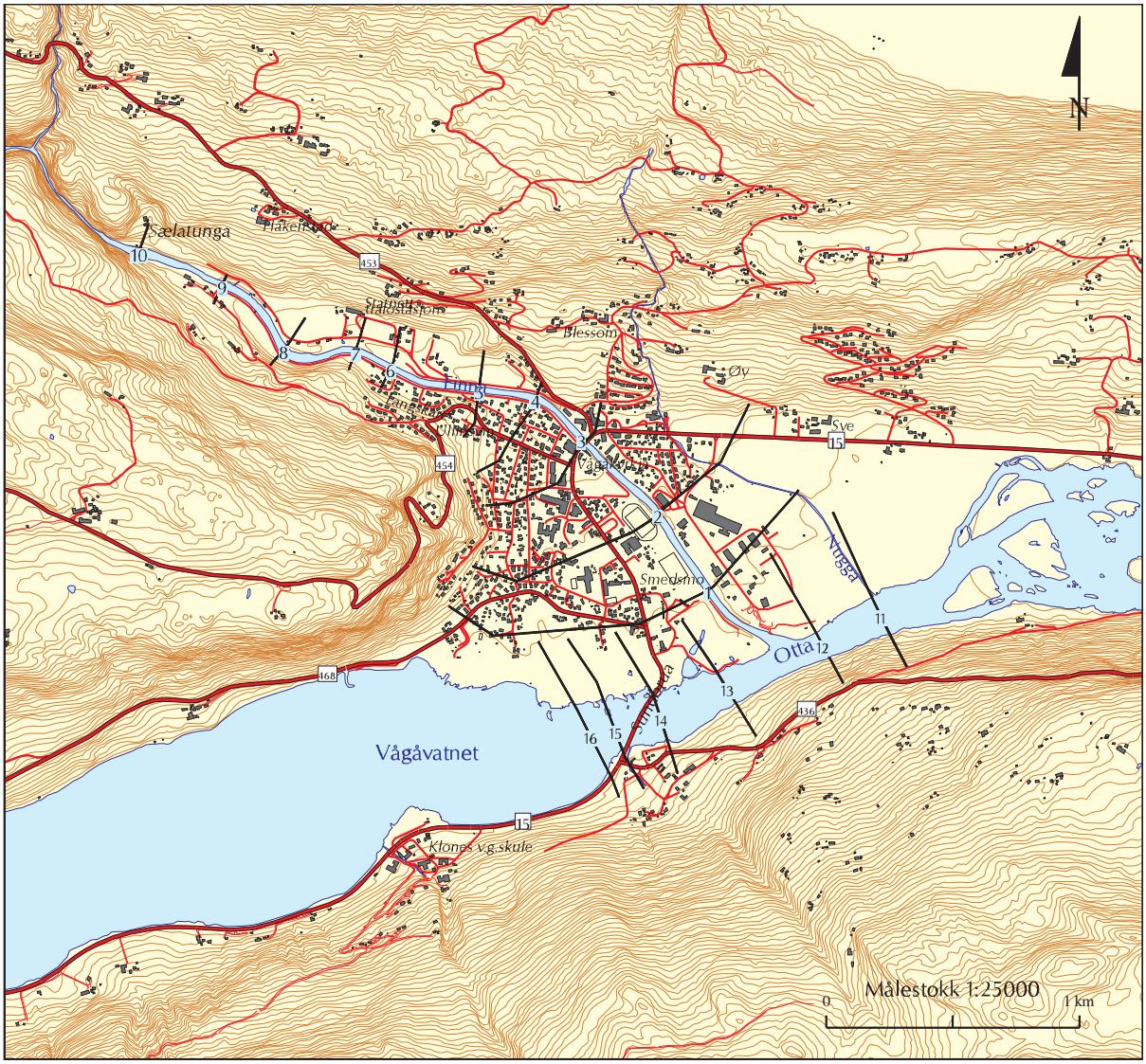
Det ble i 1998 satt i gang et større prosjekt for kartlegging i regi av NVE. Det er utarbeidet en plan som viser hvilke elvestrekninger som skal kartlegges /4/. Strekningene er valgt ut fra størrelse på skadepotensial. Totalt er det 129 delstrekninger som skal kartlegges. Dette utgjør ca. 1250 km elvestrekning.

1.3 Avgrensning av prosjektet

Området som er kartlagt ligger langs Finna fra samløp med Otta og opp til gjelet ved Sælatunga. Langs Otta er strekningen avgrenset fra like nedenfor samløpet med Finna opp til Vågåvatnet. Nugga er ikke analysert.

Finna kommer fra områder uten selvregulering og renner med relativt stort fall gjennom tettstedet Vågåmo og ut i hovedelva Otta. 1860, 1938 og 1958 er kjent som de største flommene i nyere tid i Finna. På grunn av adskilling mindre nedbørfelt, kuliminerer sideelven Finna ca et døgn tidligere enn hovedelva Otta. Etter flommen i 1860 ble de mest utsatte partiene langs Finna forbygget. I 1939-41 ble det bygget sammenhengende flomverk gjennom Vågåmo over en lengde på ca 2,5 km.

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.

1.4 Gjennomføring av prosjektet

Prosjektet er gjennomført med Eli Katrina Øydvin som delprosjektleder. Alle faglige aktiviteter (flomberegning, vannlinjeberegning og flomsoneanalyse) er utført ved at minst en person i tillegg har stått som kontrollør/kvalitetssikrer (ks). Flomberegning er utført av Turid-Anne Drageset og Lars-Evan Pettersson (ks), vannlinjeberegning av Øyvind Armand Høydal og Ingebrigt Bævre (ks), flomsoneanalyse og kartfremstilling av Eli Katrina Øydvin og Astrid Voksø (ks). Randi Pytte Asvall har vurdert isforhold. Hallvard Berg er sentral prosjektleder og ansvarlig for prosjektet.

Vågå kommune fikk utkast til flomsonekart for kontroll. Kommunene meldte tilbake at de ikke så åpenbare feil ved kartene.

2 Datainnsamling

2.1 Metode og databehov

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

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 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 opplysninger om vannføringer og flomvannstander lokalt fra kjente historiske flommer. Av vannlinjen utledes en vannflate som kombineres med en digital terrengmodell i GIS som beregner oversvømt areal (flomsonen).

2.2 Hydrologiske data

2.2.1 Flomfrekvensanalyser

Flomfrekvensanalysen er presentert i egen rapport ”Flomberegning for Otta og Lågen”, ref /4/. De viktigste vannmerkene for delprosjektet er vannmerkene Sælatunga i Finna og Lalm i Otta. I både Otta og Finna kan både vår- og høstflommer gi skadeflom. Vårflommen kan komme så seint som i begynnelsen av juli.

Tabell 2.1 gjengir de vannføringsverdiene som er benyttet i dette prosjektet. Verdiene er kuliminasjonverdier (maksimal).

Tabell 2.1 Vannføring ved økende gjentaksintervall

Gjentaksintervall [år]	Flomvannføring i Finna før samløp med Otta [m^3/s]	Tilhørende vannføring i Otta ut av Vågåvatnet ved flom i Finna [m^3/s]	Flomvannføring i Otta ut av Vågåvatnet [m^3/s]	Tilhørende vannføring i Finna ved flom i Otta [m^3/s]
Middelflom	132	395	621	38
10års-flom	194	498	815	50
20års-flom	220	542	898	55
50års-flom	254	600	1006	62
100års-flom	280	643	1088	66
200års-flom	306	686	1168	72
500års-flom	339	742	1275	77

2.2.2 Vannføringer og vannstander til kalibrering

Vannstanden under vårflommen 18. mai 2000 ble avmerket en rekke steder langs analysestrekningen og målt inn. Vågå kommune merket også av en høyde den 2. juli 2000, samt rekonstruerte en flomhøyde fra 1997 i Finna utfra bilder. Statens Vegvesen har bidratt med 4 flomobersvasjoner fra Otta i 1997. Ved sammenstilling viser det seg at enkelte av observasjonene eller innmålingene ikke er pålitelige. Det er derfor et evaluert utvalg som er benyttet ved kalibrering. Tilhørende vannføringer ved aktuelle tverrprofil er beregnet utfra observerte vannføringer ved Sælatunga og Lalm.

Tabell 2.2 Kalibreringsobservasjoner - tidspunkt og estimerte vannføringer for kalibreringsvannstander.

Sted - elv - profil	Flomhøyde	Vannføring [m3/s]	Tidspunkt
Finna - profil 8	396.07	110	18.05.00
Finna - profil 7	392.02	180	02.07.97
Finna - profil 7	391.67	110	18.05.00
Finna - profil 5	382.62	110	18.05.00
Finna - profil 5	382.52	120	02.07.00
Finna - profil 4	379.43	110	18.05.00
Finna - bru Vågåmo profil 3	375.29	110	18.05.00
Finna - profil 2	370.58	110	18.05.00
Otta - utløp Vågåvatnet profil 16	363.11	500	18.05.00
Otta profil 15	363.01	500	18.05.00
Otta - nedre - nordre brukar profil 14	363.70	820	02.07.97
Otta - profil 12 nedenfor samløp Finna	362.61	1000	02.07.97
Otta - profil 12 nedenfor samløp Finna	362.00	610	18.05.00
Otta - samløp Nugga profil 11	361.99	610	18.05.00
Otta - ved Voldheim	362.93	1000	02.07.97
Otta - mot Sørem	362.63	1000	03.07.97

2.3 Topografiske data

2.3.1 Tverrprofiler

Nedre del av Finna er ei bratt, kanalisert elv med rundt 1.5 % fall på lengre strekninger. Fallet er trappet av med en serie terskler. Bortsett fra øverst i analysestrekningen er Finna kanalisert på hele strekningen. Fra utløpet av Vågåvatnet er Otta betydelig slakere og vannstrømningen av en annen karakter.

Tverrprofiler i Otta og Finna er målt i 1999, ref /3/. Plassering av oppmålte tverrprofiler ble bestemt etter vurdering på kart og i felt. Profilene er bl.a. plassert der elva utvider seg eller innsnevres og ved markerte knekkpunkter. Tersklene er målt inn ved lengdeprofil. Plassering av profiler er vist i figur 1.1 Ferdigtegninger av vegbruer (1 over Finna, 1 over Otta) er tilsendt fra Statens Vegvesen, Oppland.

2.3.2 Digitale kartdata

Prosjektet er dekket av geovekstprosjekt Vågåmo (prosjektnummer 0005), kartlagt i 2000. Elvesystemet og situasjon som veier og bygninger har en nøyaktighet tilsvarende målestokk 1:1000. Høydedata foreligger som punkter (x, y og z-verdi) samlet inn med laser fra fly, med nøyaktighet tilsvarende som detaljert høyde (1 m kote). Det er generert en digital terrengmodell i GIS for området utfra detaljert høyde (laserdata). I tillegg til terrengpunktene målt med laser, er det benyttet andre høydebærende data som terrenglinjer (veikant, elvekant og innsjø med høyde) til oppbygging av terrengmodellen. Programvaren ArcInfo med modulene TIN og GRID er benyttet. Terrengmodellen er et raster med celler på 5 x 5 meter. Hver celle får tilordnet en høydeverdi i analysen.

3 Vannlinjemodellering

3.1 Modelloppsett

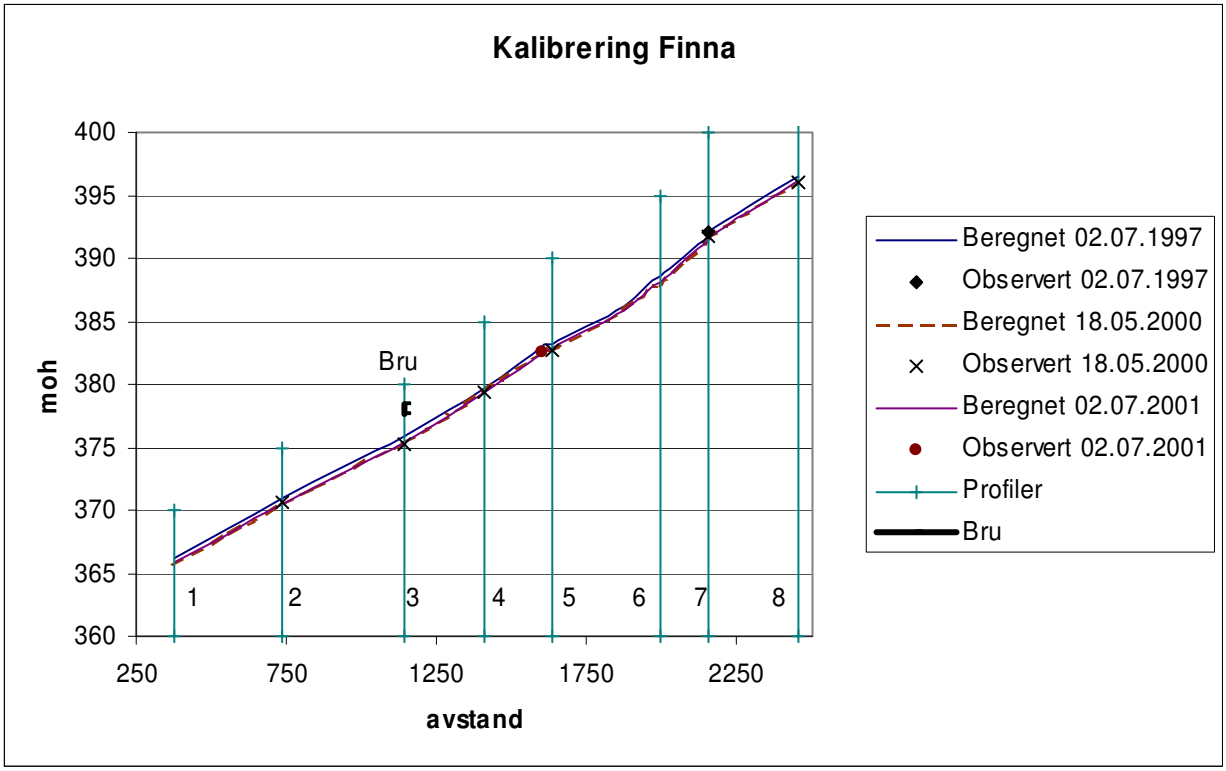
Modellen HEC-RAS er benyttet til vannlinjeberegningene. De oppmålte tverrprofilene er hovedsakelig benyttet uforandret i modellen. Profil 6 og 8 er korrigert for skjevt oppmålt over elv. Tillegget i vannføring fra kulverter/bekker langs analysestrekningen er neglisjerbart. For å bedre kvaliteten på beregningene er det lagt inn interpolerte tverrprofiler med 10 meters mellomrom. Det er også benyttet interpolerte profiler ved bruer og terskler. Vannføringene i modellen er derfor konstant i modellstrekningene for Finna.

Alle bruene er lagt inn hydraulisk som bruer. I Finna er brua lagt inn som et bru-dekke. I Otta (utløp av Vågåvatnet er brua lagt inn som 5 bruer, hver med et dekke og en pilar. Denne brua står skrått på elva, men det er kun pilarene som har betydning. Brudekke og bjelkelag ligger i sikker høyde.

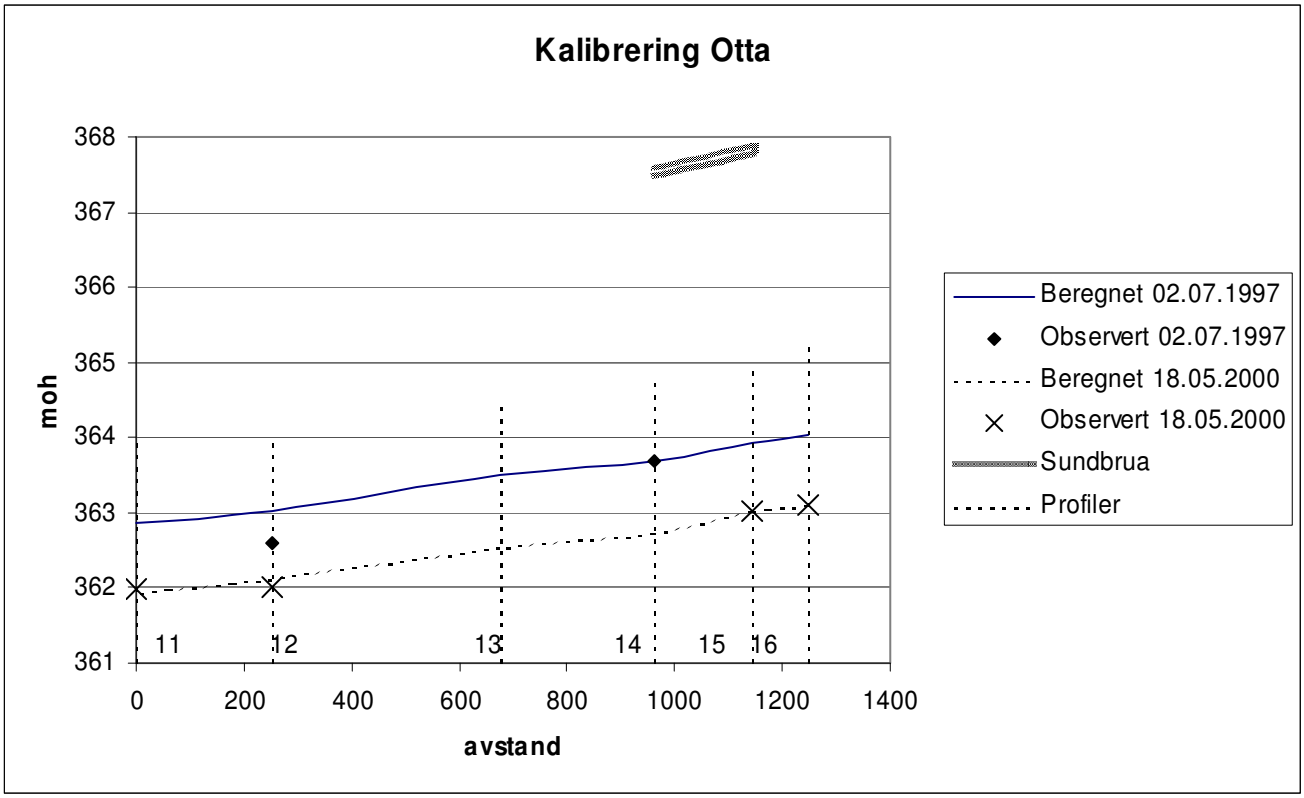
Nedre grensebetingelse er en vannstands-/vannføringskurve konstruert utfra hydraulisk ledningsevne ”convyance” i profil 12. Kurvene er først konstruert basert på normalstrømning med observert fall fra 1997. Deretter er Manning n og ”fall” korrigert sammen med ruhet for elvestrekningen slik at kurven gir god tilpasning til observasjonene i Otta. Under store flommer er det forutsatt at oversvømte områder utenfor elveleiet vil ha liten eller ingen vannhastighet.

3.2 Kalibrering og egenskaper til modellen

Figur 3.1 og 3.2 viser resultatene av kalibrering. Flommene 2. juli 1997, 18.mai 2000 og 2. juli 2000 er benyttet til kalibrering. Flommen 18.mai 2000 er den minste av disse og tilsvarer en middelflom.



Figur 3.1 Kalibrering av Finna



Figur 3.2 Kalibrering av Otta

Tabell 3.1 Flomobservasjoner og beregnede flomhøyder (kalibrert modell) for Otta og Finna.

Elvestrekning	Profil	Observert høyde (m)	Beregnet høyde (m)	Kritisk høyde (m)	Avvik
Otta	16		364.03	361.78	
Otta	*16*	*363.11*	*363.09*	*361.42*	*-0.02*
Otta	16		363.47	361.56	
Otta	15		363.92	361.5	
Otta	*15*	*363.01*	*363.01*	*360.88*	*0*
Otta	15		363.37	361.18	
Otta	**14**	**363.7**	**363.69**		**-0.01**
Otta	14		362.74		
Otta	14		363.12		
Otta	13		363.51		
Otta	13		362.55		
Otta	13		362.92		
Otta etter samløp	**12**	**362.61**	**363.01**	**361.39**	**0.4**
Otta	*12*	*362*	*362.12*	*360.8*	*0.12*
Otta	12		362.46	361.04	
Otta	11		362.85	360.9	
Otta	*11*	*361.99*	*361.92*	*360.38*	*-0.07*
Otta	11		362.28	360.58	

Finna	8		396.46	396.25	
Finna	*8*	*396.07*	*396.05*	*395.87*	*-0.02*
Finna	8		396.12	395.93	
Finna	**7**	**392.02**	**391.82**	**391.82**	**-0.2**
Finna	*7*	*391.67*	*391.37*	*391.37*	*-0.3*
Finna	7		391.45	391.45	
Finna	5		383.22	382.7	
Finna	*5*	*382.62*	*382.73*	*382.23*	*0.11*
Finna	5	382.52	382.81	382.3	0.29
Finna	4		379.74	379.55	
Finna	*4*	*379.43*	*379.33*	*379.14*	*-0.1*
Finna	4		379.39	379.21	
Finna	3		375.9	375.59	
Finna	*3*	*375.29*	*375.35*	*375.11*	*0.06*
Finna	3		375.44	375.18	
Finna	2		370.94	370.75	
Finna	*2*	*370.58*	*370.46*	*370.27*	*-0.12*
Finna	2		370.54	370.34	
Tekst = 18.05.2000		**Tekst = 02.07.1997**		tekst = 02.07.2000	

Enkelte kalibreringsobservasjoner kan bli for høye som følge av svingninger i vannstand. En skal være klar over at Finna går kast i kast ved flom og kan ha en variasjon på tvers av elva på 0.5 m. Dette er vurdert under kalibrering. Observasjonen fra 18/5 2000 viser at vannstanden var nærmest horisontal i nederste del av Otta. Ettermålinger har vist at det ikke er entydig høydeverdier på landmålingsboltene i området. Dette har ført til at det ikke er mulig å få en tilsvarende flat vannlinje i området uten sterkt å manipulere modellen (som ikke er gjort). Videre antas observasjonen eller referanshøyde fra 1997 etter samløp med Finna å ikke være god. Det samsvarer dårlig mellom modell og observasjonen målt inn på nedre brukar.

Strømningen i Otta og Finna er svært ulike (tabell 3.2). Mens Otta er rolig og stabilt underkritisk (Frude tall ~0.3-0.4), har Finna overveiende normalstrømning (parallell med bunn) nært opp til kritisk strømning. Nedenfor profil 4 (lenke 17) er strømningen overkritisk. Finna er nærmest (bortsett fra helt i utløpet) uavhengig av vannstand i Otta. Det er mulig å kalibrere inn de enkelte vannstandsobservasjonene i Finna nærmest perfekt med små endringer i ruhet. Det er imidlertid valgt å benytte en mer konstant verdi for hele strekningen.

Tabell 3.2 Variasjon i strømningsegenskaper fra middelflom til 500- års flom

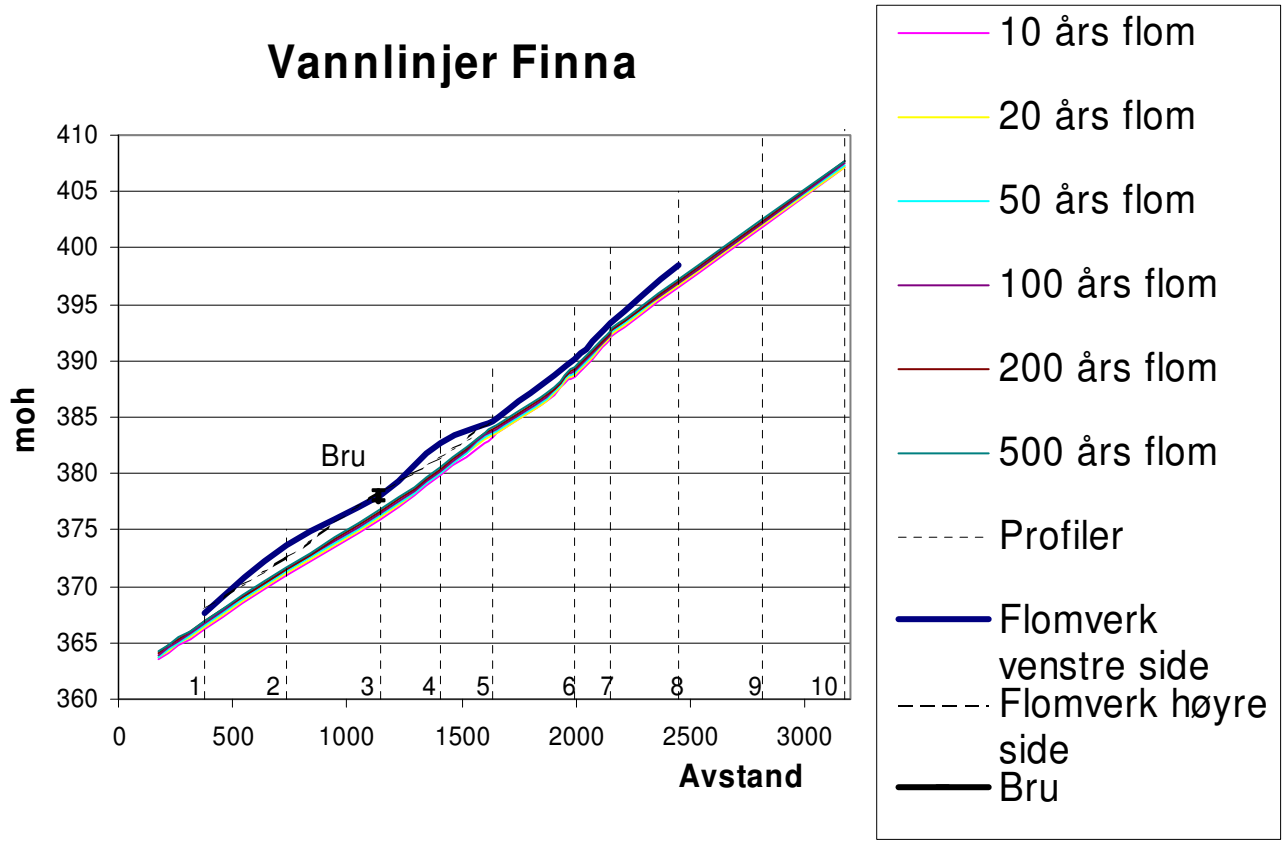
Elv	Profil	Helning energilinje(%)	Gjennomsnittelig hastighet (m/s)	Manning M (n)	Froude nr
Finna	10	1.5-1.4	2.9-4.2	20- 19.6 (0.051 - 0.051)	0.8-0.88
Finna	9	1.6	3.3-4.7	19.6-18.9 (0.051 - 0.053)	0.85-0.92
Finna	8	1.4	2.8-3.9	20 (0.05)	0.78-0.84
Finna	7	2.3-1.8	3.5-4.7	20 (0.05)	1-0.98
Finna	6	0.6-0.8	2.4-3.8	20 (0.05)	0.54-0.66
Finna	terskel	5.5-4.2	5.0-6.2	20 (0.05)	1.5-1.43
Finna	5	0.8	2.5-3.7	20 (0.05)	0.61-0.7

Finna	terskel	2.4-1.8	3.4-4.6	20 (0.05)	1-0.98
Finna	4	1.5-1.4	2.9-4.2	20 (0.05)	0.8-0.86
Finna	3	1.2-0.9	3.0-3.9	21.3 (0.047)	0.77-0.76
Finna	2	1.3	3.2-4.6	21.3 (0.047)	0.82-0.9
Finna	1	1.3	3.1-4.5	21.3 (0.047)	0.82-0.9
Otta	16	0.03-0.02	0.8	27.0 (0.037)	0.17-0.15
Otta	15	0.05-0.04	1.1-1.3	27.0 (0.037)	0.22
Otta	14	0.09-0.06	1.3-1.5	27.0 (0.037)	0.29-0.26
Otta	13	0.04	1.1-1.3	27.0 (0.037)	0.21
Otta	12	0.13	1.9-2.5	28.6-28.8 (0.035-0.036)	0.38-0.41
Otta	11	0.08-0.07	1.4-1.8	28.6 (0.035)	0.29-0.30

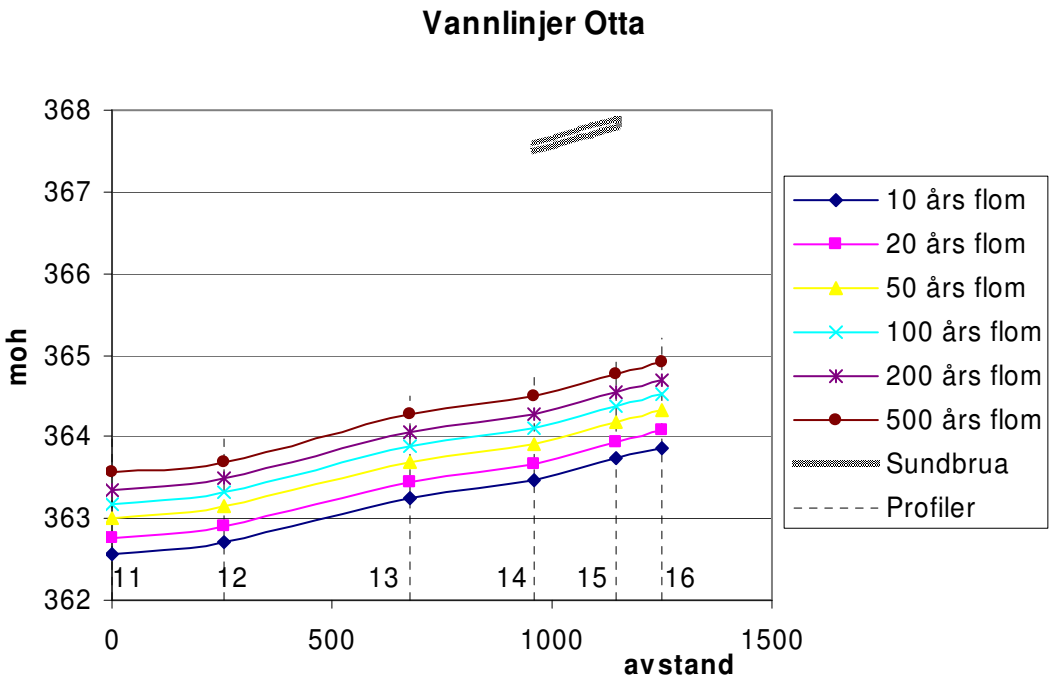
3.3 Effekt av masseavlagring.

Ved ekstremflom (~100-års) må en forvente at Finna transporterer betydelige mengder masse. For å estimere effekten av masseavlagring og masseforflytning i Finna er profiler rett ovenfor brua og interpolert profil rett nedenfor brua bunnhevet med 0.5 m. Mellomliggende profiler er interpolert sammen med korrigerte profiler. Vannstanden vil da lokalt øke med 0.3-0.4 m rett oppstrøms der det legger seg masse. Flomverket har ikke sikkerhetsmargin for slike endringer ved profil 5. Ved brua over Finna vil en oppbygging på 0.5 m fortsatt gi frispeil for alle beregnede vannføringer.

3.4 Resultater av vannlinjeberegningene



Figur 3.3 Vannlinjer Finna.



Figur 3.4: Vannlinjer Otta. Øverste linje 500 års flom, deretter 200- års flom, så 100-, 50-, 20- og10- års flom.

Den ferdig kalibrerte modellen er benyttet til å beregne høyden på vannspeilet for flommer med 10, 20, 50, 100, 200 og 500 års gjentaksintervall.

Tabell 3.3 Vannstand (NN1954) ved hvert profil for stigende flomstørrelser og gjentaksintervall

Elv	Profil nr	Elve lenke	Middelflom	10 års flom	20 års flom	50 års flom	100 års flom	200 års flom	500 års flom
Vannføring			132 [m3/s]	194 [m3/s]	220 [m3/s]	254 [m3/s]	280 [m3/s]	306 [m3/s]	339 [m3/s]
Finna	10	20	406.78	407.13	407.25	407.41	407.53	407.64	407.77
Finna	9	19	401.47	401.86	401.99	402.16	402.28	402.4	402.54
Finna	8	18	396.19	396.53	396.66	396.82	396.93	397.04	397.18
Finna	7	17	391.53	391.9	392.04	392.22	392.34	392.47	392.62
Finna	6	16	388.14	388.6	388.77	388.98	389.13	389.27	389.44
Finna	terskel	15.86	387.33	387.73	387.87	388.06	388.2	388.33	388.49
Finna	terskel	15.73	386.73	387.18	387.35	387.55	387.71	387.85	388.02
Finna	terskel	15.606	385.96	386.34	386.49	386.67	386.8	386.93	387.1
Finna	terskel	15.579	384.94	385.32	385.46	385.62	385.74	385.85	385.99
Finna	terskel	15.341	384.14	384.54	384.69	384.87	385	385.12	385.28
Finna	terskel	15.321	384.24	384.68	384.85	385.05	385.2	385.35	385.52
Finna	terskel	15.131	383.3	383.66	383.81	383.98	384.11	384.22	384.38
Finna	terskel	15.086	383.14	383.55	383.71	383.9	384.04	384.17	384.33
Finna	5	15	382.9	383.31	383.46	383.65	383.79	383.92	384.07
Finna	terskel	14.777	382.07	382.44	382.57	382.74	382.86	382.99	383.14
Finna	terskel	14.663	381.27	381.67	381.82	381.23	381.34	381.43	381.55
Finna	4	14	379.47	379.82	379.95	380.11	380.24	380.36	380.5
Finna	3	13	375.53	376	376.18	376.4	376.56	376.71	376.9
Finna nedenfor bru		12.95	375.26	375.66	375.81	376	376.14	376.27	376.43
Finna	2	12	370.62	371.03	371.18	371.36	371.49	371.61	371.77
Finna	1	11	365.89	366.27	366.41	366.58	366.71	366.84	366.99
Vannføring			621 [m3/s]	815 [m3/s]	898[m3/s]	1006 [m3/s]	1088 [m3/s]	1168 [m3/s]	1275 [m3/s]
Otta før samløp	16	13	363.36	363.87	364.07	364.33	364.52	364.7	364.92
Otta før samløp	15	12	363.26	363.75	363.94	364.19	364.37	364.54	364.76
Otta før samløp	14	10.6	362.96	363.47	363.66	363.92	364.1	364.27	364.49
Otta før samløp	13	8	362.73	363.24	363.44	363.7	363.88	364.05	364.28
Vannføring			659 [m3/s]	865 [m3/s]	953 [m3/s]	1068 [m3/s]	1154 [m3/s]	1240 [m3/s]	1352 [m3/s]
Otta etter samløp med Finna	12	6	362.24	362.72	362.91	363.15	363.32	363.49	363.69
Otta etter samløp med Finna	11	5	362.05	362.56	362.75	363	363.17	363.35	363.56

Vannstanden ved de ulike profil og gjentaksintervall er gitt i tabell 3.3. Disse høydene er benyttet til å beregne oversvømt areal vist i flomsonekartene (vedlegg 1).
Ved alle beregnede vannføringer er det ikke overløp fra Finna over flomverket (ut av kanalen). Bruene har tilstrekkelig kapasitet regnet som ”rent vann” (uten massetransport).

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 en terrengmodell. Ved denne analysen markeres alle terrengområder som ligger lavere enn aktuell flomhøyde.

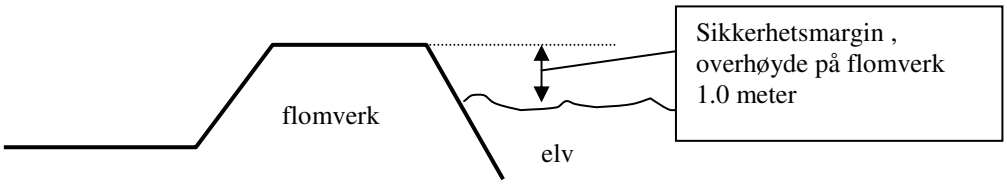
Finna og Otta har statistisk ikke flom samtidig, men i flomsoneanalysen ser man på verste utbredelse av flom i begge elver. På flomsonekartet er eksempelvis 100-års flomsonen generert av vannlinjene som representerer 100 års vannføring i Finna og av vannlinjene som representerer 100-års vannføring i Otta. Tilsvarende er gjort for de andre flomstørrelsene.

4.2 Lavpunkter

En del steder vil det finnes arealer som ligger lavere enn den beregnede flomvannstanden, men uten direkte forbindelse til elva. Dette kan være områder som ligger bak flomverk, men også lavpunkter som har forbindelse via en kulvert eller via grunnvannet. 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 og sikkerhetsmarginer

I forhold til roligere elver er det vanlige å legge på en sikkerhetsmargin på flomverk på 0.5 m. I Finna anbefales å anvende en sikkerhetsmargin på 1.0 meter gjennom sentrum av Vågåmo.



Figur 4.1 Flomverk og sikkerhetsmargin

Tabell 4.1 Oversikt sikkerhet langs flomverk.

Profilnummer	Sikkerhet flomverk høyre side (sentrum / vestre bredd)				Sikkerhet flomverk venstre side (østre bredd)			
	50-års flom	100-års flom	200-års flom	500-års flom	50-års flom	100-års flom	200-års flom	500-års flom
1	1.42	1.29	1.16	1.01	1.09	0.96	0.83	0.68
2	1.30	1.17	1.05	0.89	2.32	2.19	2.07	1.91
3	2.04	1.88	1.73	1.54	1.76	1.60	1.45	1.26
4	1.36	1.23	1.11	0.97	2.65	2.52	2.40	2.26
5	0.91	0.77	0.64	0.49	1.05	0.91	0.78	0.63
6	1.37	1.22	1.08	0.91	1.25	1.10	0.96	0.70
7					1.17	1.05	0.92	0.77
8					1.64	1.53	1.42	1.28

< 1.0 m sikkerhet i forhold til flomverk høyre side (sentrum / vestre bredd)
< 1.0 m sikkerhet i forhold til flomverk venstre side (østre bredd)

Tabell 4.1 oppsummerer sikkerheten langs flomverket uten å ta hensyn til det tekniske på flomverkene. Sikkerheten for områdene langs flomverkene er for øvrig helt avhengig av at forbygningen er stabil og ikke blir undergravd.

Det er ikke i noen profiler beregnet at det strømmer vann direkte fra Finna og til omliggende områder. For store deler av denne strekningen er det i dag tilnærmet 1 m sikkerhetsmargin på flomverket. I øvre del av flomverket der risikoen for skade er størst (ved profil 5), er sikkerhetsmarginen på hhv 0.49 m for 500-års flommen og 0.91 m for 50-års flommen. Sikkerhetsmarginen er også for liten på østre bredd ved profil 1 for 200-, og 500-års flommen.

Det er sett på effekten av å heve *profil 5* med 0.5 m (studere eventuell avlagring av masse). Analysen viser at vannstanden i profil 5 ikke er kritisk, men allerede 10 m ovenfor profilet hevet vannstanden seg 0.4 m. Dette skyldes vekslinger mellom underkritisk og overkritisk strømning over tersklene. Området rundt tersklene tåler altså ikke masseavlagring. Nå er det ikke særlig sannsynlig at det under maksimalvannføring vil legge seg masse her, men usikkerhet i beregningene gjort for ”rent” vann og en virkelig elv som transporterer masse tilsier at det her bør legges på en ekstra sikkerhet.

I Finna må det vurderes om flomverket bør heves gradvis med 0.5 m fra profil 4 til profil 5 og oppover til en naturlig avslutning.

4.4 Vurdering av flomsonene

Vågå kommune fikk utkast til flomsonekart for kontroll. Kommunene meldte tilbake at de ikke så åpenbare feil ved kartene.

4.5 Resultater fra flomsoneanalysen

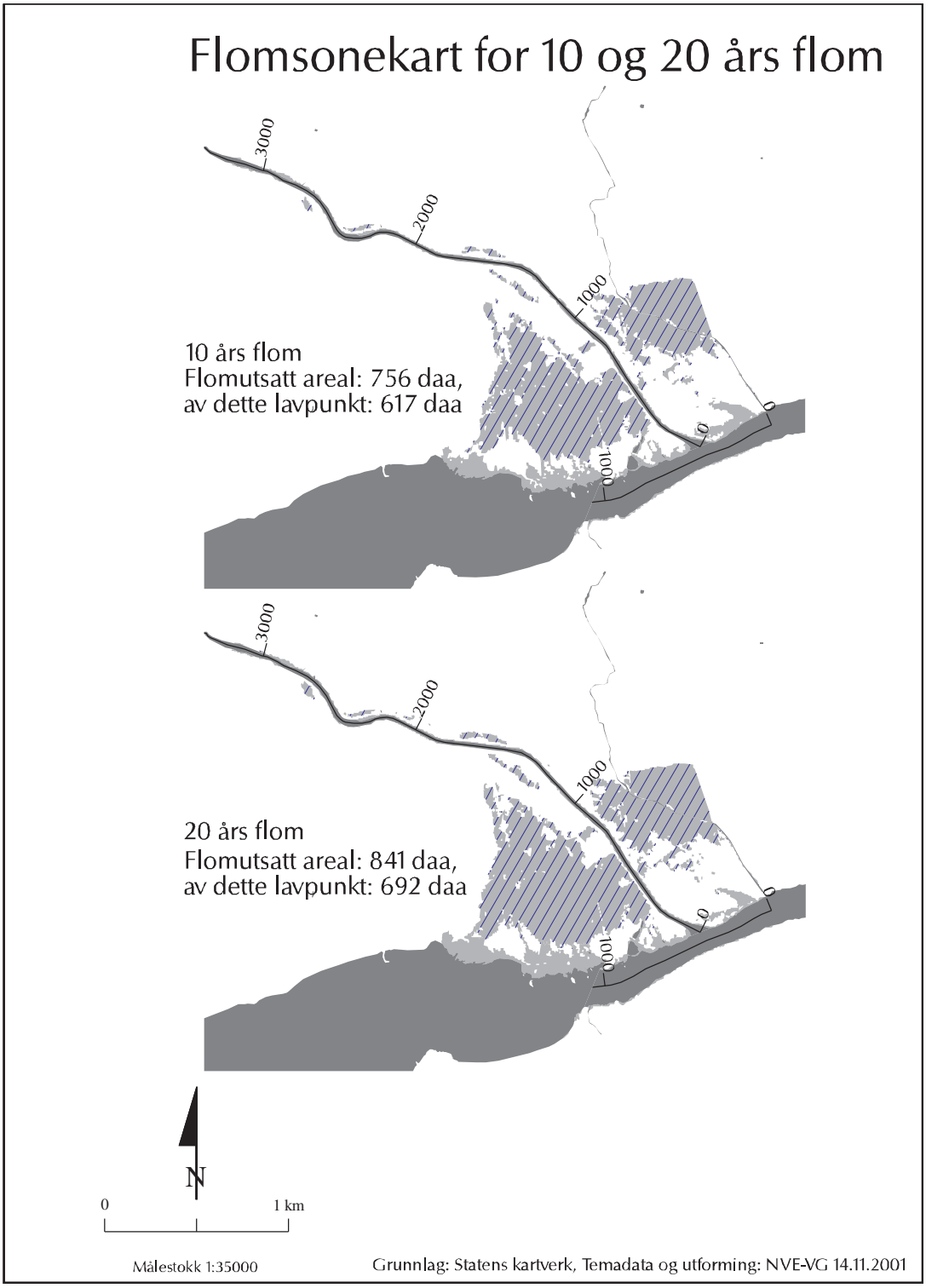
Det er utarbeidet flomsoner for flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år. Vedlagt er flomsonekart som viser 100 års flommen med elvesystemet, veger, bygninger og 5 meters høydekurver. Flateutbredelsen av alle flommene er presentert uten situasjonsdata i figur 4.2 – 4.4. Beregnet oversvømt areal for alle flommene er vist i tabell 4.2.

I tillegg finnes alle 6 flommer på digital form. Flomsonene er kvalitetskodet og datert på SOSI format og ArcView (shape) format i aktuell NGO akse og i UTM sone 33. Digitale data på CD er sendt primærbrukere. På kartet er lavpunkt og områder bak flomverk kodet og skravert spesielt. Alle flomutsatte areal er kodet med datafeltene FTEMA = 3280 og flomaar = gjentaksintervall. Lavpunkter er kodet med egen kode,”lavpunkt”=1 (eller lik 0).

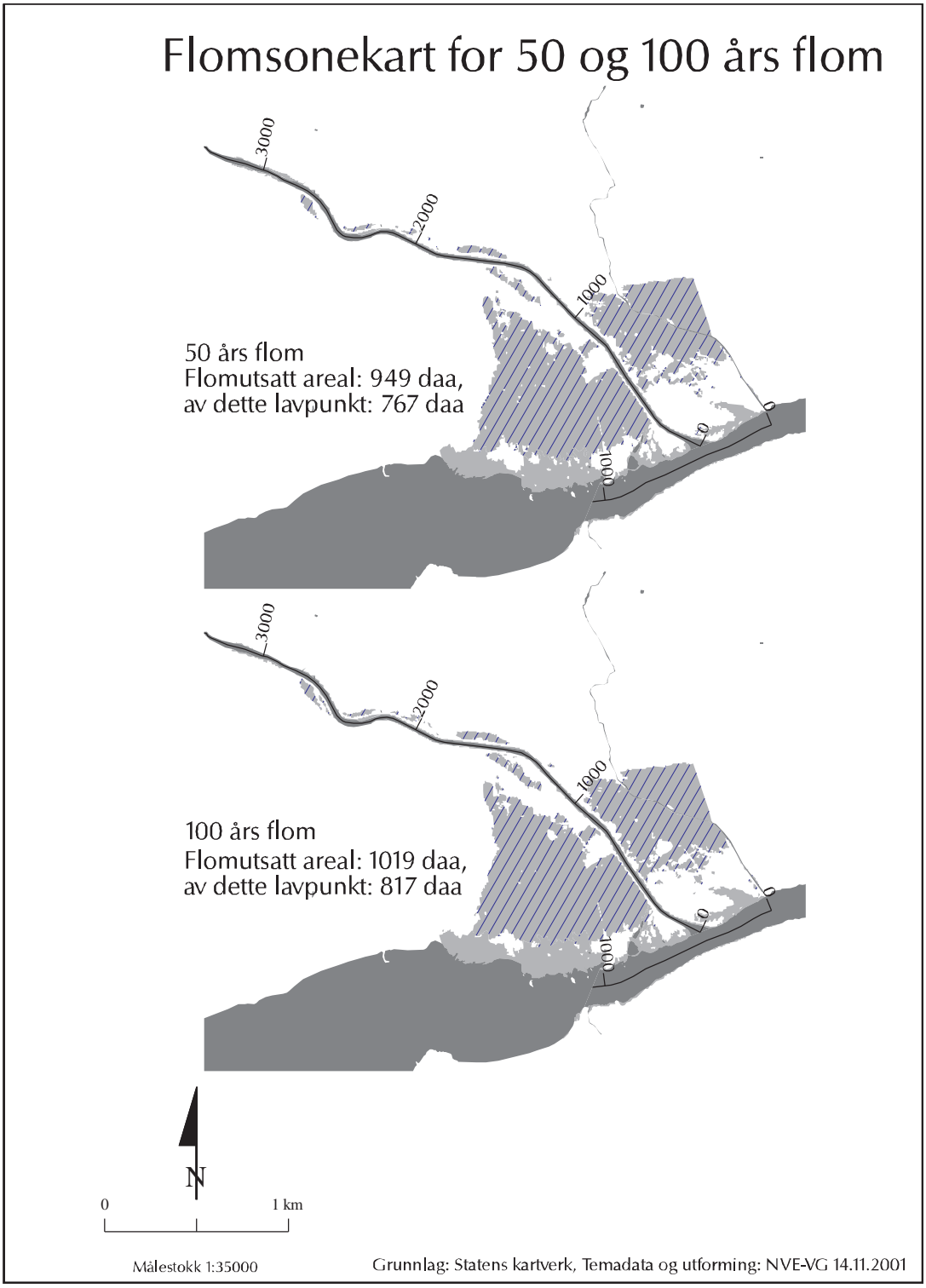
Flomverkene langs Finna gjør at mye av lavereliggende områder i sentrum ikke blir direkte flomutsatt, men større områder i sentrum er lavpunkt og dermed potensielt utsatt for flom, ved brudd i flomverkene eller dersom Finna går ut av sitt leie (jfr. masseavlagring). Ved flom i Otta oversvømmes et ca 200 meters belte på nordsiden av elva med avgrensning ved Sundbrua og bilvei nord for Vågåvatnet.

Tabell 4.2. Flomutsatt areal - total areal og lavpunkter

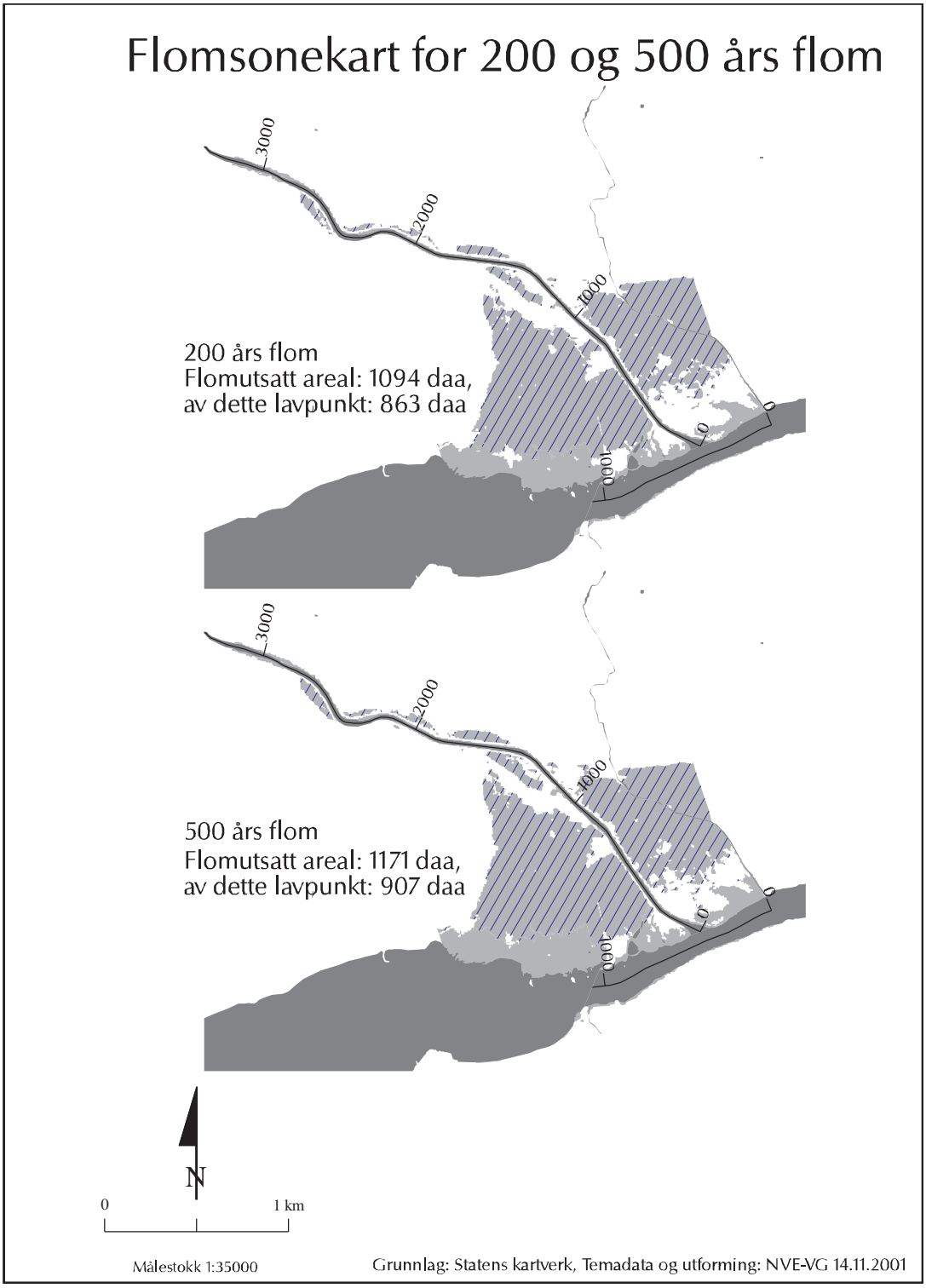
Gjentaksintervall	Flomutsatt areal Totalt (daa)	Flomutsatt areal Lavpunkter (daa)
10 års flom	756	617
20 års flom	841	692
50 års flom	949	767
100 års flom	1019	817
200 års flom	1094	863
500 års flom	1171	907



Figur 4.2 Flomsonekart for 10-års flom og 20-års flom



Figur 4.3 Flomsonekart for 50-års flom og 100-års flom



Figur 4.4 Flomsonekart for 200-års flom og 500-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.

5.2 Datainnsamling

For å skaffe fram opplysninger om andre faremoment knytta til Finna, ble det sendt ut spørreskjema angående flomobservasjoner, erosjon, massetransport og isgang til Vågå kommune. Kommunen valgte å ikke fylle ut skjemaene, men har gitt muntlig tilbakemelding at de anser massetransport som det største problemet ved flom i Finna og Nugga.

5.3 Is

Isgang i Finna gjennom Vågåmo er relativt vanlig, men som regel er de problemfrie. NVE er ikke kjent med at Finna har problem relatert til is og isgang av et slikt omfang at det vil påvirke flomsonene. Det kom heller ikke inn merknader angående isproblem fra kommunen.

5.4 Massetransport, erosjon og sikringstiltak

Massetransport i Finna har vært hovedårsak til stort skadeomfang i tidligere flommer. Under ekstremflom vil massetransport være hovedproblemet ved avlagring av masse og eventuelle påfølgende løpsendringer.

Etter flommen i 1860 ble de mest utsatte partiene langs Finna forbygget. Da neste store flom oppsto i 1938 viste det seg at arbeidene som var utført i 1860 ikke var tilstrekkelig. NVE bygget i 1939-41 sammenhengende flomverk gjennom Vågåmo over en lengde på 2,5 km, med kjørbare fyllinger på begge sider. Verkene ble sikret med mur av store steinblokker. Etter ny storflom i 1958 ble verkene forhøyet enda mer og elvebunn ble forsterket. På øvre del av elva ble det bygget terskler av store steinblokker for å forhindre at elva skulle undergrave sidemurene. Nedre ende av tersklene ble sikret med nedslåtte jernskinner. Flomverkene ble også forlenget i øvre ende for å få bedre avslutning.

5.5 Sidebekker – vifter

Under flommen i 1938 var det ikke minst Nugga som skapte problemer for bebyggelsen på Vågåmo. Nugga gikk ut av sitt løp og gikk rett ned bakkene mot brua over Finna. Her la den igjen mye masse og dette kan være en sterk medvirkning til at Finna også gikk ut av gammelt leie. Nugga er sikret der den gikk ut i 1938, men denne sikringa og fare rundt Nugga er ikke vurdert i dette prosjektet. Nugga er lagt i kulvert under riksvegen og ved stor massetransport må en regne med at Nugga blokkerer seg i overgangen mot flatere lende.

5.6 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).

6 Usikkerhet i datamaterialet

6.1 Flomberegningen

Flomanalysen har hovedsakelig to feilkilder. Den ene kilden til feil ligger i om sammenhengen mellom målt vannstand og utledet vannføring ved Lalm og Sælatunga er god. Dette forutsetter en entydig sammenheng mellom vannstand og vannføring ved målepunktet og mange nok og store nok kontrollmålinger for å konstruere avløpskurven. Stasjonen ved Lalm anses å ha en meget god vannføringskurve og dataserier, mens Sælatunga antas å være middels god.

Den andre feilkilden i flomanalysene ligger i om flomregistreringsperioden er tilstrekkelig lang til å kunne estimere store flommer som inntreffer sjelden. Også dette forhold synes ivaretatt med en registreringsperiode på 35 år for vannmerket ved Sælastunga og 55 år ved Lalm. Ved Lalm er det benyttet en serieperiode som representerer vassdraget etter større reguleringer.

6.2 Vannlinjeberegningen

Kvaliteten på vannlinjeberegningene er avhengig av en godt kalibrert vannlinjeberegningsmodell. Det vil si at det samles inn samhørende 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 kan ha en redusert verdi på grunn av endringer i elveløpet og elveslettene som for eksempel brubyggging, 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.

Tatt i betraktning strømningsforholdene i Finna, er den en-dimensjonale representasjonen av vannlinjene i Finna svært god. Men Finna er ei rask elv med store variasjoner i vannstanden på tvers av elva. Nøyaktigheten av vannlinjeberegningene for Finna forventes å ligge innenfor 50 cm i høyde.

Otta er betydelig roligere og vannstanden underkritisk bestemt. Nøyaktigheten her bør ligge innenfor 30 cm.

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 laserdata samt høydebærende situasjonsdata 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 kap 7.

7. Veiledning for bruk

7.1 Hvordan leses flomsonekartet?

Oversvømt areal som beregnes er knyttet til flom i Finna ved Vågåmo sentrum samt Otta fra Vågåvatnet til samløp Finna. 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 1:10 000 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 lengdeprofilet.

Områder som på kartet er markert som lavpunkt (områder bak flomverk, kulverter m.v.), er avledet fra en bestemt flom, men gjentaksintervallet kan ikke overføres direkte. Disse områdene er vist på kartet med skravur. Flomfaren må i disse områdene vurderes nærmere, der en tar hensyn til grunnforhold, kapasitet på eventuelle kulverter m.v. Spesielt utsatt vil disse områdene være ved intenst lokalt regn, ved stor flom i sidebekker eller ved gjentetting av kulverter.

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.

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. For byggetiltak har vi i kap. 7.4 angitt konkret forslag til påslag på vannstandene. 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.

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. I dette prosjektet er grunnlagsmaterialet vurdert som god. Vi mener utfra dette at et påslag med 0.5 meter på de beregnete vannstander i Otta for å dekke opp usikkerheter i beregningen, bør være tilfredsstillende.

Det er viktig å merke seg forskjellen på direkte flomutsatte områder og lavpunkter. Lavpunktsområdene i sentrum knyttet til flom i Finna vil ha en annen sannsynlighet for oversvømmelse. Arealplanlegging og byggesaker i dette området må vurderes spesielt og ses i forhold til mulige brudd i flomverkene.

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 flom” gis ved ventet vannføring med gjentaksintervall på mer enn 5 år. ”Varsel om stor flom” gis ved ventet vannføringen med gjentaksintervall mer enn 50 år. 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 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.

7.6 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.

/3/ Kartkonsulentene AS, 1999: ”Flomsonekart, tverrprorfilering, Rapport for Finna/Otta”.

/4/ ”Flomberegning for Otta og Gudbrandsdalslågen”, Turid-Anne Drageset, NVE dokument 4/2000

VEDLEGG

/1/ Ett kartblad av flomsonekart som viser utbredelsen av 100-års flommen.

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

VANNSTAND VED TVERRPROFIL

FINNA

Profilnr	**10 år**	20 år	50 år	100 år	200 år	500 år
1	**366.3**	366.4	366.6	366.7	366.8	367.0
2	**371.0**	371.2	371.4	371.5	371.6	371.8
3	**376.0**	376.2	376.4	376.6	376.7	376.9
4	**379.8**	380.0	380.1	380.2	380.4	380.5
5	**383.3**	383.5	383.7	383.8	383.9	384.1
6	**388.6**	388.8	389.0	389.1	389.3	389.4
7	**391.9**	392.0	392.2	392.3	392.5	392.6
8	**396.5**	396.7	396.8	396.9	397.0	397.2
9	**401.9**	402.0	402.2	402.3	402.4	402.5
10	**407.1**	407.3	407.4	407.5	407.6	407.8

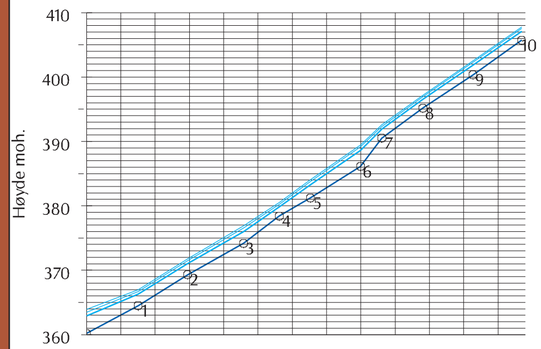
VANNSTAND VED TVERRPROFIL

OTTA

Profilnr	**10 år**	20 år	50 år	100 år	200 år	500 år
11	**362.6**	362.8	363.0	363.2	363.4	363.6
12	**362.7**	362.9	363.2	363.3	363.5	363.7
13	**363.2**	363.4	363.7	363.9	364.1	364.3
14	**363.5**	363.7	363.9	364.1	364.3	364.5
15	**363.8**	363.9	364.2	364.4	364.5	364.8
16	**363.9**	364.1	364.3	364.5	364.7	364.9

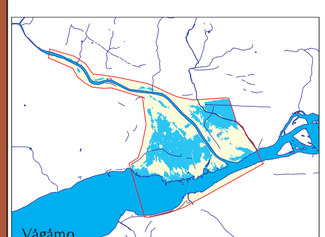
VANNLINJER OTTA

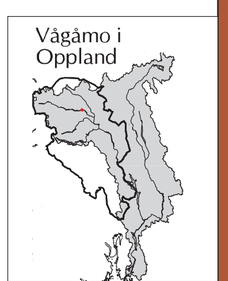
VANNLINJER FINNA



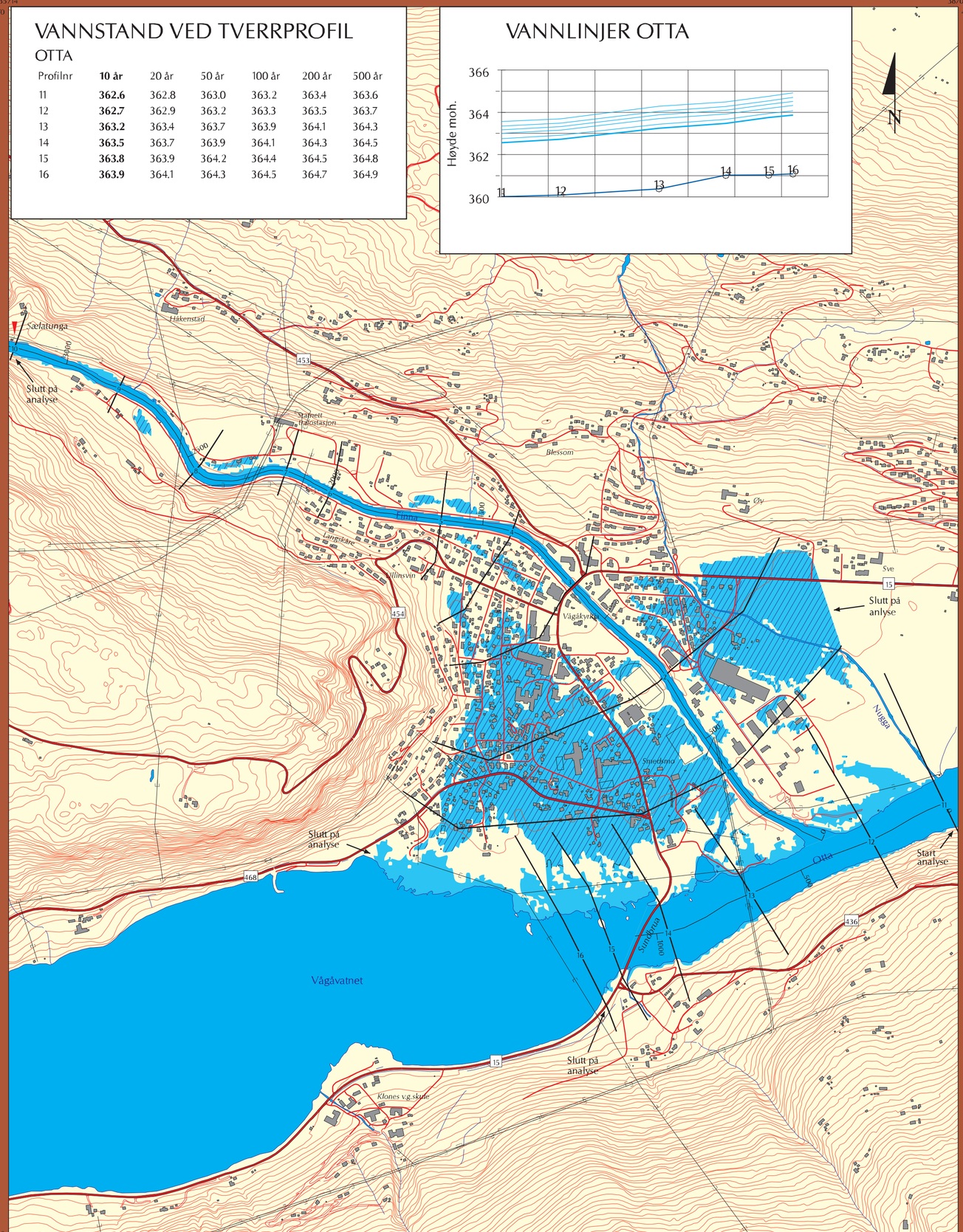
- Normal vannstand
- Vannlinje for 10 års flommen
- Vannlinjer for andre beregnede flommer
- Profilnr på tverrprofilene

OVERSIKTSKART





- Analyseområde
- Flomsonekartprosjekt
- Fylkesgrense Oppland
- Nedbørfeltet til 002.Z GLOMMAVASSDRAGET



TEGNFORKLARING

- Riks-/Fylkesvei med veinr.
- Kommunal/Privat vei
- Tverrprofiler med profilnr
- Matematisk midtlinje av elv med avstand
- Kraftlinje
- Høydekurver med 5 meters ekvidistanse
- Hydrologisk målestasjon
- Bygninger
- Elv og vann
- Oversvømt areal ved 10 års flom
- Lavpunkter - områder som ikke har direkte forbindelse med elva (bak flomverk, kulvert, m.v). Sannsynlighet for oversvømmelse må vurderes nærmere.

OBS:
Oversvømt areal er knyttet til flom i Finna og Otta.
Nugga er ikke analysert.

NVE

FLOMSONEKART

Prosjekt: Vågåmo
Kartblad Vågåmo

10 ÅRS FLOM

Godkjent: 12 Sept 2001

Målestokk 1 : 10000

0 — 500 m

Koordinatsystem:	NGO, akse 2
Kartgrunnlag	
Situasjon:	SK pr. 13/5 2000
Høydedata:	laserdata 2000
Flomsoneanalyse	
Flomverdier:	Dok. 4/2000 NVE
Vannlinjer:	2001 NVE
Terrengmodell:	jan 2001
GIS-analyse:	mai 2001
Prosjektrapport:	3/2001
Prosjektnr:	fs002_33

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

VANNSTAND VED TVERRPROFIL

FINNA

Profilnr	10 år	**20 år**	50 år	100 år	200 år	500 år
1	366.3	**366.4**	366.6	366.7	366.8	367.0
2	371.0	**371.2**	371.4	371.5	371.6	371.8
3	376.0	**376.2**	376.4	376.6	376.7	376.9
4	379.8	**380.0**	380.1	380.2	380.4	380.5
5	383.3	**383.5**	383.7	383.8	383.9	384.1
6	388.6	**388.8**	389.0	389.1	389.3	389.4
7	391.9	**392.0**	392.2	392.3	392.5	392.6
8	396.5	**396.7**	396.8	396.9	397.0	397.2
9	401.9	**402.0**	402.2	402.3	402.4	402.5
10	407.1	**407.3**	407.4	407.5	407.6	407.8

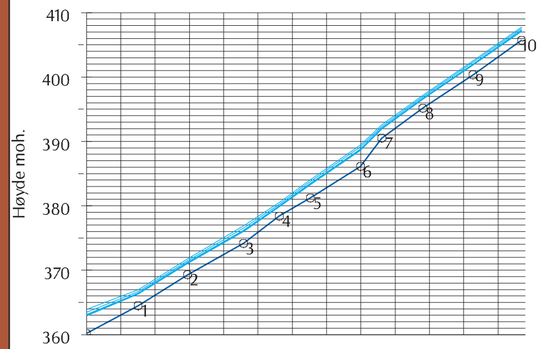
VANNSTAND VED TVERRPROFIL

OTTA

Profilnr	10 år	**20 år**	50 år	100 år	200 år	500 år
11	362.6	**362.8**	363.0	363.2	363.4	363.6
12	362.7	**362.9**	363.2	363.3	363.5	363.7
13	363.2	**363.4**	363.7	363.9	364.1	364.3
14	363.5	**363.7**	363.9	364.1	364.3	364.5
15	363.8	**363.9**	364.2	364.4	364.5	364.8
16	363.9	**364.1**	364.3	364.5	364.7	364.9

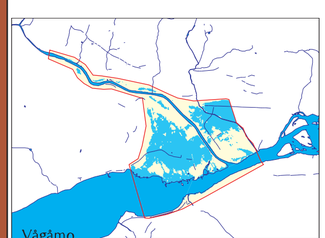
VANNLINJER OTTA

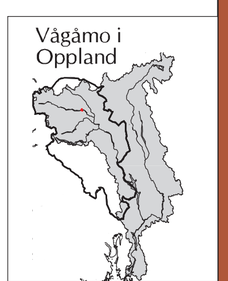
VANNLINJER FINNA



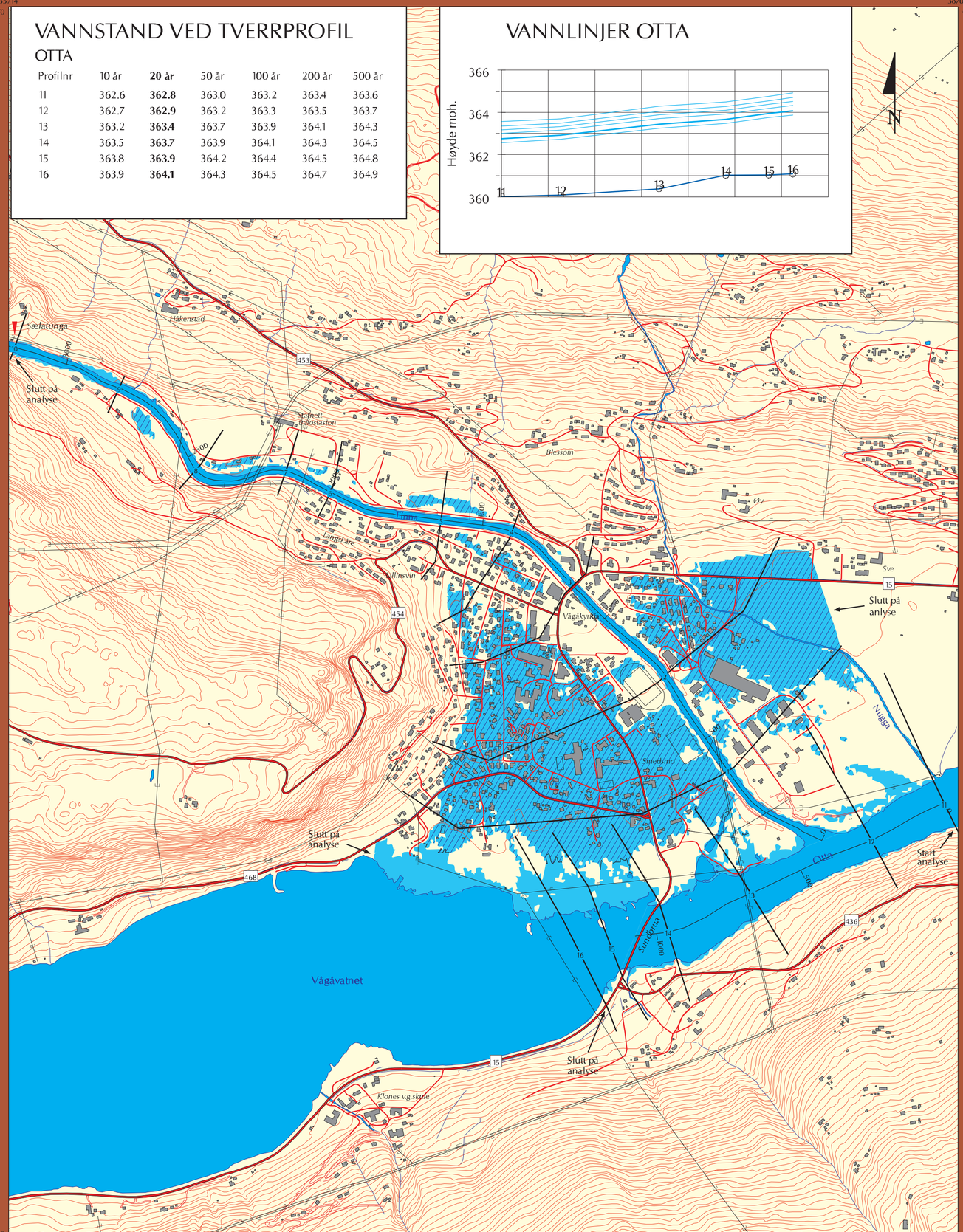
- Normal vannstand
- Vannlinje for 20 års flommen
- Vannlinjer for andre beregnede flommer
- Profilnr på tverrprofilene

OVERSIKTSKART





- Analyseområde
- Flomsonekartprosjekt
- Fylkesgrense Oppland
- Nedbørfeltet til 002.Z GLOMMAVASSDRAGET



TEGNFORKLARING

- Riks-/Fylkesvei med veinr.
- Kommunal/Privat vei
- Tverrprofiler med profilnr
- Matematisk midtlinje av elv med avstand
- Kraftlinje
- Høydekurver med 5 meters ekvidistanse
- Hydrologisk målestasjon
- Bygninger
- Elv og vann
- Oversvømt areal ved 20 års flom
- Lavpunkter - områder som ikke har direkte forbindelse med elva (bak flomverk, kulvert, m.v). Sannsynlighet for oversvømmelse må vurderes nærmere.

OBS:
Oversvømt areal er knyttet til flom i Finna og Otta.
Nugga er ikke analysert.

NVE

FLOMSONEKART

Prosjekt: Vågåmo
Kartblad Vågåmo

20 ÅRS FLOM

Godkjent: 12 Sept 2001

Målestokk 1 : 10000

0 — 500 m

Koordinatsystem:	NGO, akse 2
Kartgrunnlag	
Situasjon:	SK pr. 13/5 2000
Høydedata:	laserdata 2000
Flomsoneanalyse	
Flomverdier:	Dok. 4/2000 NVE
Vannlinjer:	2001 NVE
Terrengmodell:	jan 2001
GIS-analyse:	mai 2001
Prosjektrapport:	3/2001
Prosjektnr:	fs002_33

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

VANNSTAND VED TVERRPROFIL

FINNA

Profilnr	10 år	20 år	**50 år**	100 år	200 år	500 år
1	366.3	366.4	**366.6**	366.7	366.8	367.0
2	371.0	371.2	**371.4**	371.5	371.6	371.8
3	376.0	376.2	**376.4**	376.6	376.7	376.9
4	379.8	380.0	**380.1**	380.2	380.4	380.5
5	383.3	383.5	**383.7**	383.8	383.9	384.1
6	388.6	388.8	**389.0**	389.1	389.3	389.4
7	391.9	392.0	**392.2**	392.3	392.5	392.6
8	396.5	396.7	**396.8**	396.9	397.0	397.2
9	401.9	402.0	**402.2**	402.3	402.4	402.5
10	407.1	407.3	**407.4**	407.5	407.6	407.8

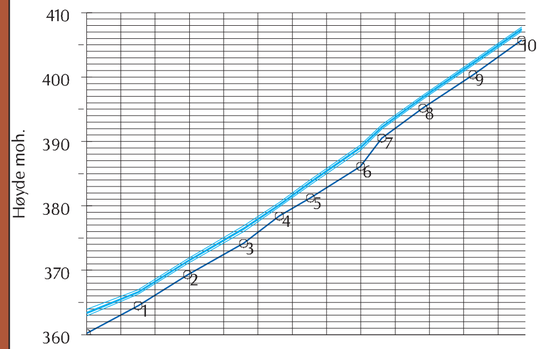
VANNSTAND VED TVERRPROFIL

OTTA

Profilnr	10 år	20 år	**50 år**	100 år	200 år	500 år
11	362.6	362.8	**363.0**	363.2	363.4	363.6
12	362.7	362.9	**363.2**	363.3	363.5	363.7
13	363.2	363.4	**363.7**	363.9	364.1	364.3
14	363.5	363.7	**363.9**	364.1	364.3	364.5
15	363.8	363.9	**364.2**	364.4	364.5	364.8
16	363.9	364.1	**364.3**	364.5	364.7	364.9

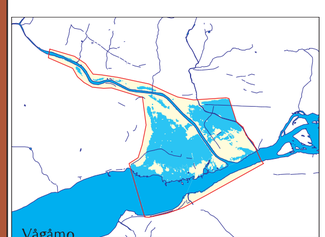
VANNLINJER OTTA

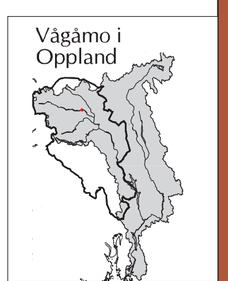
VANNLINJER FINNA



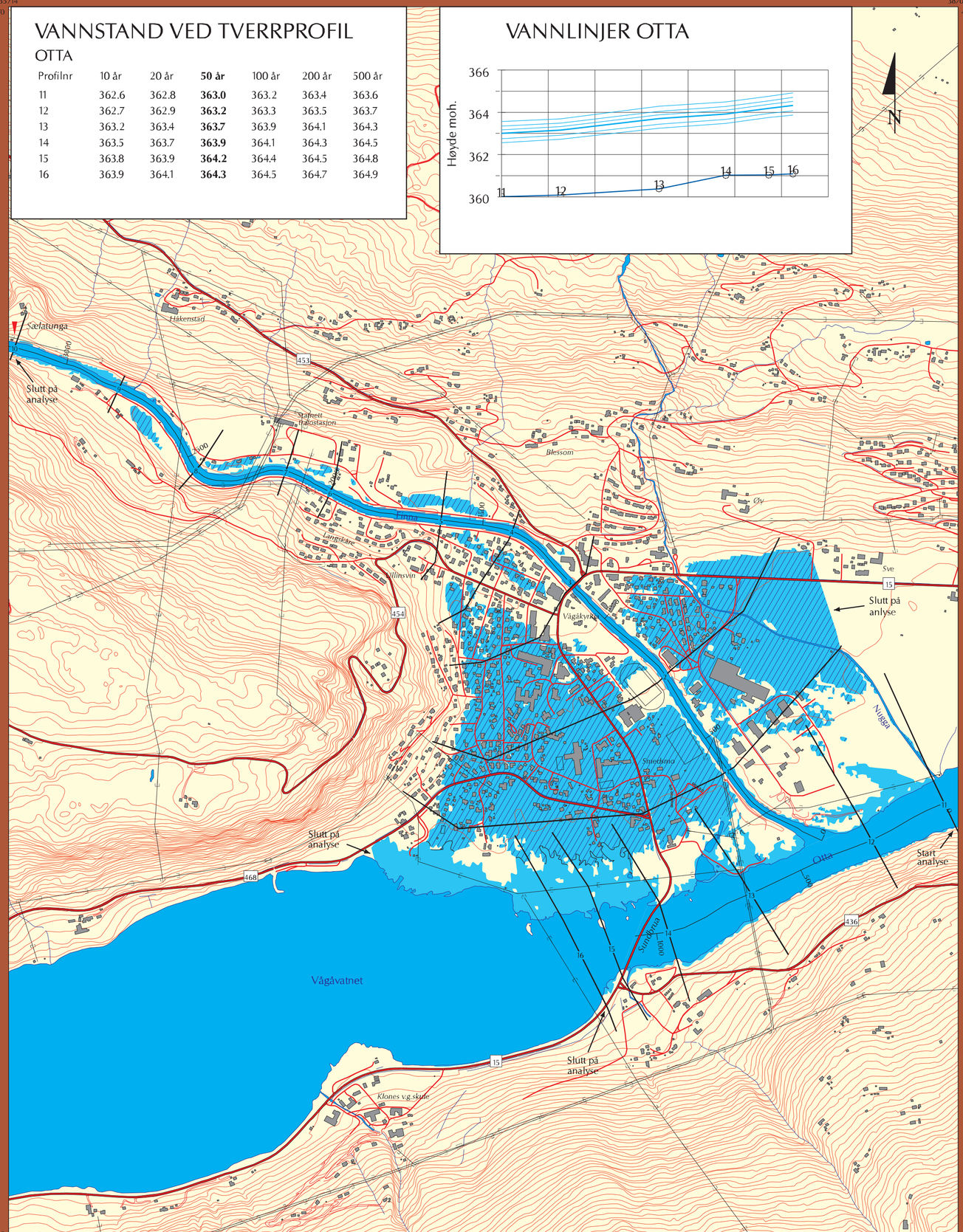
- Normal vannstand
- Vannlinje for 50 års flommen
- Vannlinjer for andre beregnede flommer
- Profilnr på tverrprofilene

OVERSIKTSKART





- Analyseområde
- Flomsonekartprosjekt
- Fylkesgrense Oppland
- Nedbørfeltet til 002.Z GLOMMAVASSDRAGET



TEGNFORKLARING

- Riks-/Fylkesvei med veinr.
- Kommunal/Privat vei
- Tverrprofiler med profilnr
- Matematisk midtlinje av elv med avstand
- Kraftlinje
- Høydekurver med 5 meters ekvidistanse
- Hydrologisk målestasjon
- Bygninger
- Elv og vann
- Oversvømt areal ved 50 års flom
- Lavpunkter - områder som ikke har direkte forbindelse med elva (bak flomverk, kulvert, m.v). Sannsynlighet for oversvømmelse må vurderes nærmere.

OBS:
Oversvømt areal er knyttet til flom i Finna og Otta.
Nugga er ikke analysert.

NVE

FLOMSONEKART

Prosjekt: Vågåmo
Kartblad Vågåmo

50 ÅRS FLOM

Godkjent: 12 Sept 2001

Målestokk 1 : 10000

0 — 500 m

Koordinatsystem:	NGO, akse 2
Kartgrunnlag	
Situasjon:	SK pr. 13/5 2000
Høydedata:	laserdata 2000
Flomsoneanalyse	
Flomverdier:	Dok. 4/2000 NVE
Vannlinjer:	2001 NVE
Terrengmodell:	jan 2001
GIS-analyse:	mai 2001
Prosjektrapport:	3/2001
Prosjektnr:	fs002_33

NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT (NVE)

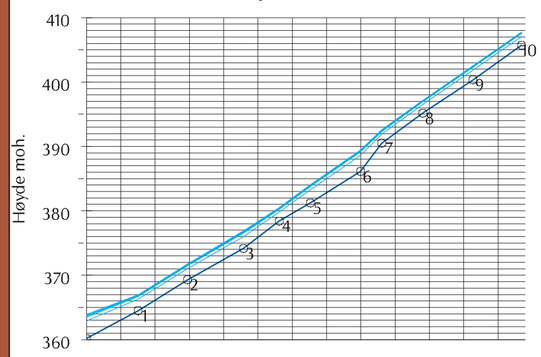
P.b. 5091 Maj. - 0301 Oslo
Tlf: 22 95 95 95 Fax: 22 95 90 00
Internett adr: http://www.nve.no

VANNSTAND VED TVERRPROFIL

FINNA

Profilnr	10 år	20 år	50 år	100 år	**200 år**	500 år
1	366.3	366.4	366.6	366.7	**366.8**	367.0
2	371.0	371.2	371.4	371.5	**371.6**	371.8
3	376.0	376.2	376.4	376.6	**376.7**	376.9
4	379.8	380.0	380.1	380.2	**380.4**	380.5
5	383.3	383.5	383.7	383.8	**383.9**	384.1
6	388.6	388.8	389.0	389.1	**389.3**	389.4
7	391.9	392.0	392.2	392.3	**392.5**	392.6
8	396.5	396.7	396.8	396.9	**397.0**	397.2
9	401.9	402.0	402.2	402.3	**402.4**	402.5
10	407.1	407.3	407.4	407.5	**407.6**	407.8

VANNLINJER FINNA



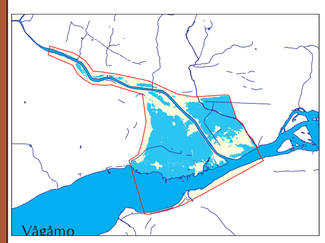
Normal vannstand

Vannlinje for 200 års flommen

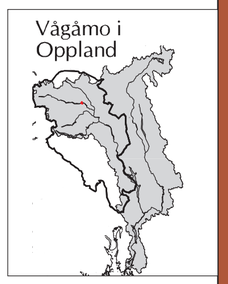
Vannlinjer for andre beregnede flommer

Profilnr på tverrprofilene

OVERSIKTSKART



Analyseområde



Flomsonekartprosjekt

Fylkesgrense Oppland

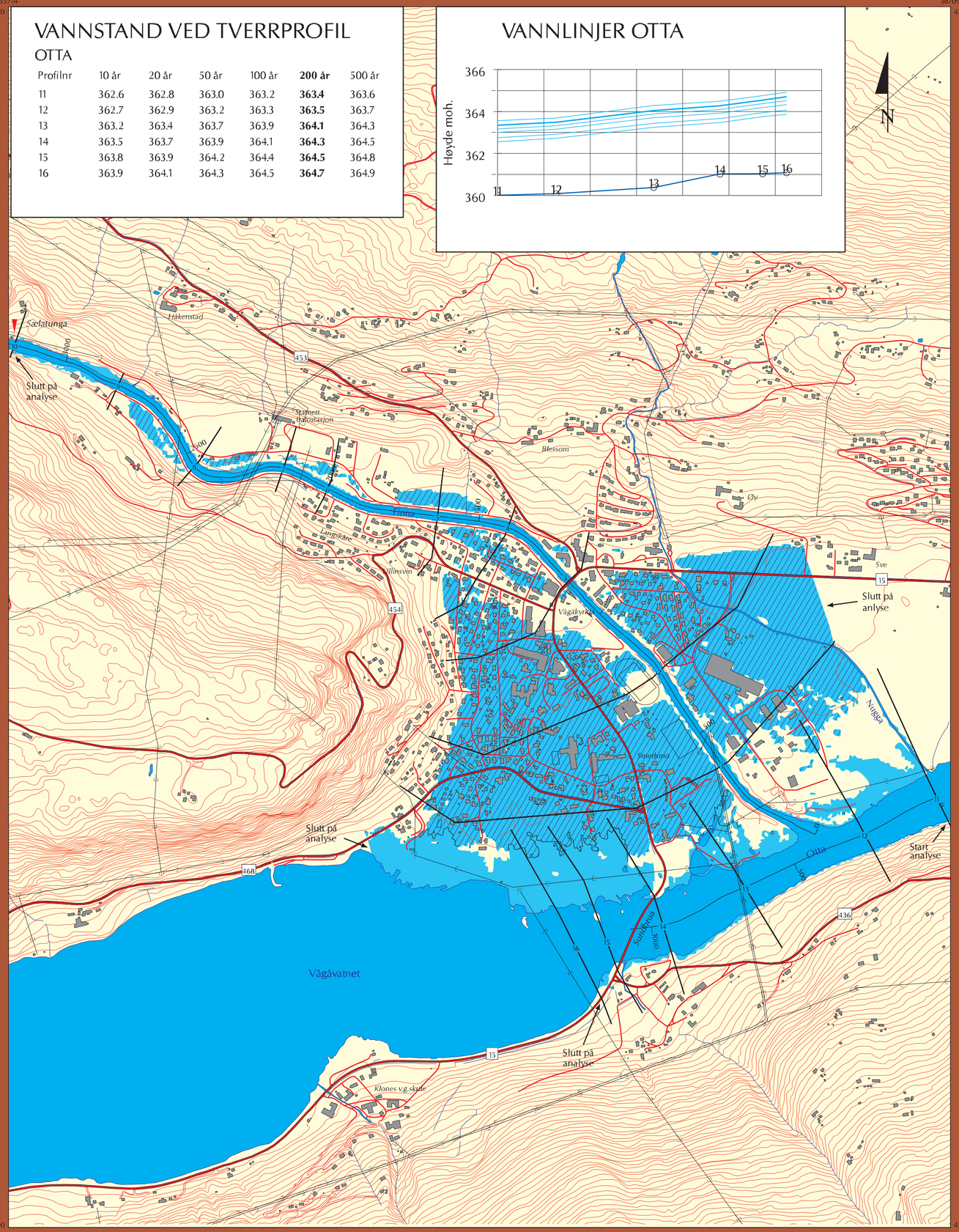
Nedbørfeltet til
002.Z GLOMMAVASSDRAGET

VANNSTAND VED TVERRPROFIL

OTTA

Profilnr	10 år	20 år	50 år	100 år	**200 år**	500 år
11	362.6	362.8	363.0	363.2	**363.4**	363.6
12	362.7	362.9	363.2	363.3	**363.5**	363.7
13	363.2	363.4	363.7	363.9	**364.1**	364.3
14	363.5	363.7	363.9	364.1	**364.3**	364.5
15	363.8	363.9	364.2	364.4	**364.5**	364.8
16	363.9	364.1	364.3	364.5	**364.7**	364.9

VANNLINJER OTTA



TEGNFORKLARING

Riks-/Fylkesvei med veinr.

Kommunal/Privat vei

Tverrprofiler med profilnr

Matematisk midtlinje av elv med avstand

Kraftlinje

Høydekurver med 5 meters ekvidistanse

Hydrologisk målestasjon

Bygninger

Elv og vann

Oversvømt areal ved 200 års flom

Lavpunkter - områder som ikke har direkte forbindelse med elva (bak flomverk, kulvert, m.v). Sannsynlighet for oversvømmelse må vurderes nærmere.

OBS:
Oversvømt areal er knyttet til flom i Finna og Otta.
Nugga er ikke analysert.

NVE

FLOMSONEKART

Prosjekt: Vågåmo
Kartblad Vågåmo

200 ÅRS FLOM

Godkjent: 12 Sept 2001

Målestokk 1 : 10000

0 — 500 m

Koordinatsystem:	NGO, akse 2
Kartgrunnlag	
Situasjon:	SK pr. 13/5 2000
Høydedata:	laserdata 2000
Flomsoneanalyse	
Flomverdier:	Dok. 4/2000 NVE
Vannlinjer:	2001 NVE
Terrengmodell:	jan 2001
GIS-analyse:	mai 2001
Prosjektrapport:	3/2001
Prosjektnr:	fs002_33

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

VANNSTAND VED TVERRPROFIL

FINNA

Profilnr	10 år	20 år	50 år	100 år	200 år	**500 år**
1	366.3	366.4	366.6	366.7	366.8	**367.0**
2	371.0	371.2	371.4	371.5	371.6	**371.8**
3	376.0	376.2	376.4	376.6	376.7	**376.9**
4	379.8	380.0	380.1	380.2	380.4	**380.5**
5	383.3	383.5	383.7	383.8	383.9	**384.1**
6	388.6	388.8	389.0	389.1	389.3	**389.4**
7	391.9	392.0	392.2	392.3	392.5	**392.6**
8	396.5	396.7	396.8	396.9	397.0	**397.2**
9	401.9	402.0	402.2	402.3	402.4	**402.5**
10	407.1	407.3	407.4	407.5	407.6	**407.8**

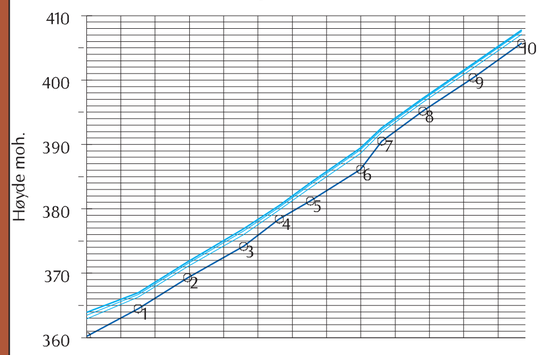
VANNSTAND VED TVERRPROFIL

OTTA

Profilnr	10 år	20 år	50 år	100 år	200 år	**500 år**
11	362.6	362.8	363.0	363.2	363.4	**363.6**
12	362.7	362.9	363.2	363.3	363.5	**363.7**
13	363.2	363.4	363.7	363.9	364.1	**364.3**
14	363.5	363.7	363.9	364.1	364.3	**364.5**
15	363.8	363.9	364.2	364.4	364.5	**364.8**
16	363.9	364.1	364.3	364.5	364.7	**364.9**

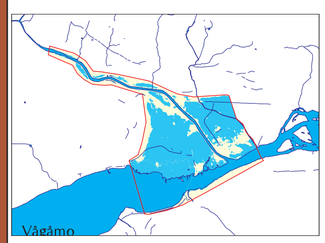
VANNLINJER OTTA

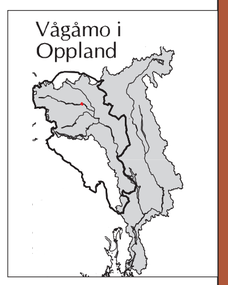
VANNLINJER FINNA



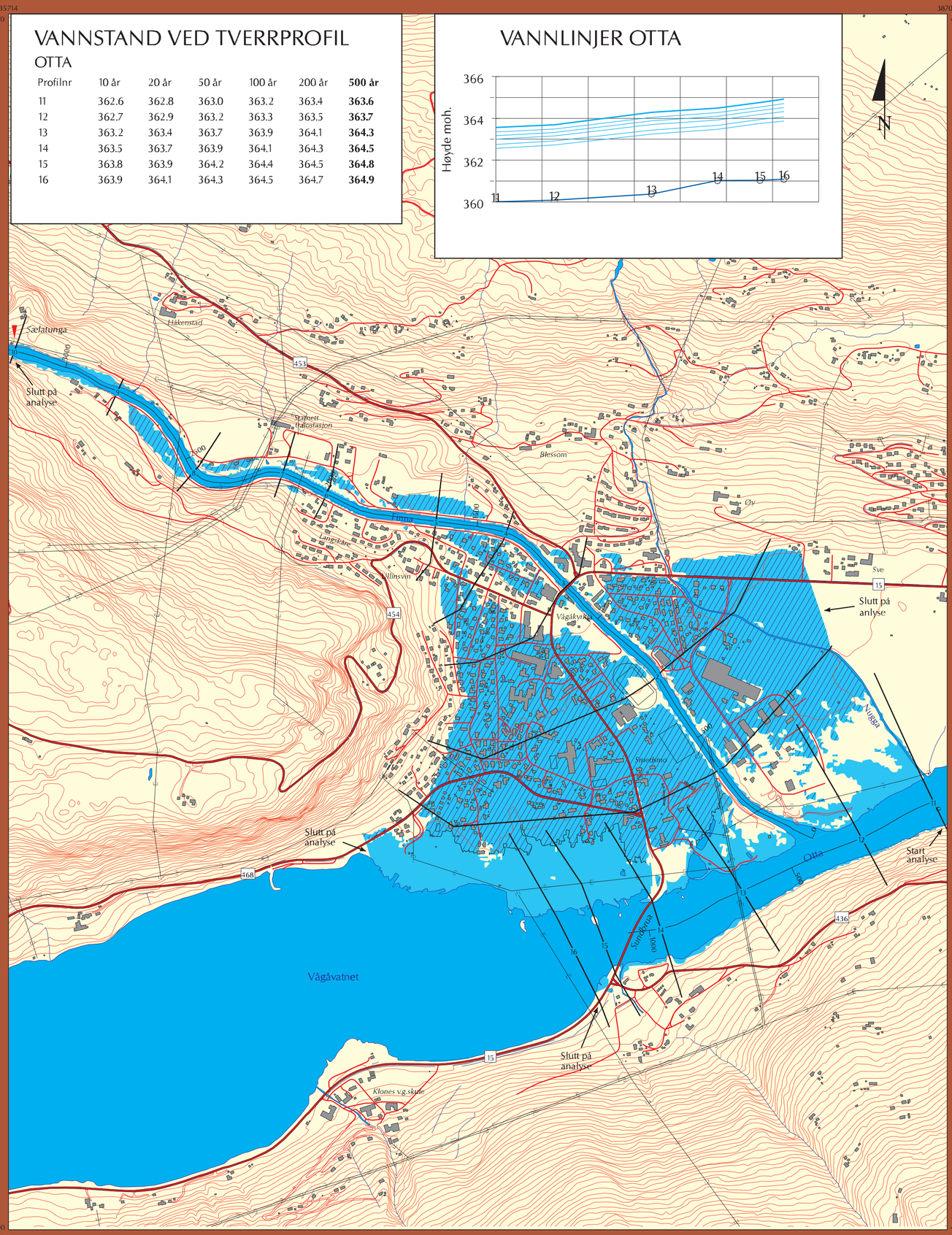
- Normal vannstand
- Vannlinje for 500 års flommen
- Vannlinjer for andre beregnede flommer
- Profilnr på tverrprofilene

OVERSIKTSKART





- Analyseområde
- Flomsonekartprosjekt
- Fylkesgrense Oppland
- Nedbørfeltet til 002.Z GLOMMAVASSDRAGET



TEGNFORKLARING

- Riks-/Fylkesvei med veinr.
- Kommunal/Privat vei
- Tverrprofiler med profilnr
- Matematisk midtlinje av elv med avstand
- Kraftlinje
- Høydekurver med 5 meters ekvidistanse
- Hydrologisk målestasjon
- Bygninger
- Elv og vann
- Oversvømt areal ved 500 års flom
- Lavpunkter - områder som ikke har direkte forbindelse med elva (bak flomverk, kulvert, m.v). Sannsynlighet for oversvømmelse må vurderes nærmere.

OBS:
Oversvømt areal er knyttet til flom i Finna og Otta.
Nugga er ikke analysert.

NVE

FLOMSONEKART

Prosjekt: Vågåmo
Kartblad Vågåmo

500 ÅRS FLOM

Godkjent: 12 Sept 2001

Målestokk 1 : 10000

0 — 500 m

Koordinatsystem:	NGO, akse 2
Kartgrunnlag	
Situasjon:	SK pr. 13/5 2000
Høydedata:	laserdata 2000
Flomsoneanalyse	
Flomverdier:	Dok. 4/2000 NVE
Vannlinjer:	2001 NVE
Terrengmodell:	jan 2001
GIS-analyse:	mai 2001
Prosjektrapport:	3/2001
Prosjektnr:	fs002_33

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