



Lauta flomverk (VV 1521, VV 8966), Åsnes kommune

Status og vurdering av behovet for oppgradering

37
2018



R
A
P
P
O
R
T

Rapport nr 37-2018

Lauta flomverk (VV 1521, VV 8966), Åsnes kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere: Jon Magnus Amundsen
Rasmus Meyer Andersen
Media Sehatzadeh
Robin Wood

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag:

Forsidefoto: Multiconsult

ISBN 978-82-410-1690-5

ISSN 1501-2832

Sammendrag: Multiconsult har på oppdrag for NVE kartlagt status, og vurdert behovet for oppgradering, for 19 flomverk i Hedmark. Arbeidet ble utført i 2017. Rapporten inneholder resultater fra Lauta flomverk, beliggende på vestsiden av Glomma rett sør for Flisa sentrum i Åsnes kommune. Flomverket er ca. 3 070 m langt og sikrer et område på 2,7 km², omfattende 198 bygg, hvorav ca. 70 bolighus. Flomverkskrona ligger over nivået for en 200-årsflom, men det mangler erosjonssikring langs det meste av verket.

Emneord: Flomverk, Åsnes kommune

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

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

Forord

Langs de store hovedvassdragene på Østlandet ble det i tidsperioden 1960-1990 bygd omfattende flomsikringsanlegg for å beskytte infrastruktur, bebyggelse og landbruksarealer. Anleggene sikrer i dag svært store samfunnsverdier, men det finnes ikke fullgod oversikt over tilstanden til de fleste av dem. Anleggenes alder tilsier at det er behov for en systematisk gjennomgang, for å fremskaffe et grunnlag for mer omfattende vedlikehold og eventuell oppgradering. På bakgrunn av dette startet Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i 2016 opp et toårig prosjekt kalt «Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst - Status og behov for oppgradering».

Ansvaret for tilsyn av flomsikringsanleggene er formelt gitt til kommuner og grunneiere gjennom «Forskrift om kommunalt tilsyn med flomanlegg mv.», men erfaring har vist at dette ansvaret ivaretas i svært ulik grad. NVE har derfor tatt et ansvar for å skaffe oversikt over tilstanden på de viktigste anleggene.

Multiconsult ASA har på oppdrag for NVE gjennomført feltregistreringer på 19 flomverk i fem kommuner sommeren 2017, og utarbeidet en rapport for hvert flomverk med tilhørende pumpestasjon. Multiconsult sin underleverandør, Xylem Water Solutions, har utført tilstandsvurderinger på i alt 12 pumpestasjoner. Berørte kommuner og flomverkslag har alle bidratt med viktig lokalkunnskap, og uten denne kunnskapen ville ikke registreringene latt seg gjennomføre med samme presisjon og kvalitet.

NVE vil i oppfølgingen av resultatene fra denne statuskartleggingen ha dialog med aktørene som har ansvar lokalt og med nasjonale aktører som deltok i finansieringen da anleggene ble etablert.

Det vil i 2018 bli foretatt registreringer på ytterligere 32 flomverk og 2 pumpestasjoner, og vi vil med det få et enda mer komplett bilde av tilstanden på de store flomsikringsanleggene i Region Øst.

Oslo, oktober 2017

Anne Britt Leifseth

avdelingsdirektør

Petter Glorvigen

regionsjef

RAPPORT

Lauta flomverk (VV 1521,8966), Åsnes kommune

Status og vurdering av behovet for oppgradering

OPPDRAUGSGIVER

NVE

EMNE

Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst;
status og behov for oppgradering.
Tiltaksnummer 1521 og 8966

DATO / REVISJON: 18. des. 2017/ 01

DOKUMENTKODE: 130615-RiEn-RAP-007



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst; status og behov for oppgradering	DOKUMENTKODE	130615-RiEn-RAP-007
EMNE	Lauta flomverk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	NVE	OPPDRAGSLEDER	Robin Wood
KONTAKTPERSON	Grete Hedemann Aalstad	UTARBEIDET AV	Jon Magnus Amundsen Rasmus Meyer Andersen Media Sehatzadeh Robin Wood
		ANSVARLIG ENHET	1087 Oslo Hydrologi

SAMMENDRAG

Multiconsult har fått i oppdrag fra NVE systematisk å gjennomgå 19 flomverk i 5 kommuner i Hedmark for å kartlegge disse anleggenes status og vurdere behov for oppgradering.

Denne rapporten inneholder resultater fra Lautas flomverk i Åsnes kommune. Flomverket er 3070 m langt, og beskytter et område på 2,7 km², som inkluderer 198 bygg, hvorav det er ca. 70 boliger og 2 menighetshus.

Flomverkets høyde ligger over flomvannstand for en 200-årsflom, men det mangler erosjonssikring langs mesteparten av verket. Sum kostnader for oppgradering av flomverkene er overslagsberegnet til kr 6 420 000,-.

00	18.12.2017	Rapport	MEDS/JMA/RW/RA	AGB	RW
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

Begrepsliste	5
1 Bakgrunn	6
2 Faktadel	7
2.1 Nøkkelinformasjon om Lauta flomverk	7
2.2 Teknisk oppbygging	8
2.3 Større skader, utført vedlikehold og oppgraderinger	9
2.4 Hva sikres av flomverket?	11
2.4.1 Lauta flomverk - eksisterende sikkerhetsnivå	11
2.4.2 Mojordet flomverk – eksisterende sikkerhetsnivå	12
2.4.3 Konsekvensvurdering av flom på Lauta	13
2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet	15
2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner	16
3 Teknisk tilstand	17
3.1 Flomverk	17
4 Vurderinger	22
4.1 Tilsyn og beredskap	22
4.1.1 Tilgang	22
4.1.2 Vedlikehold og skjøtsel	22
4.2 Teknisk tilstand flomverk	22
4.3 Behov for oppgradering og vedlikehold	23
4.4 Anbefalt sikkerhetsnivå	23
4.5 Plassering av nødoverløp	23
5 Kostnadsoverslag	25
5.1 Kostnadsoverslag for oppgradering av flomverket	25
6 Referanser	26

Vedlegg 1 - Stabilitetsanalyse

Begrepsliste

Begrep	Forklaring
Erosjon	Masseforflytning som følge av strømningskrefter.
Indre erosjon	Erosjon internt i løsmasser som følge av gjennomstrømmende vann.
Lekkasje	Her større vanngjennomstrømning gjennom flomvullen. De fleste flomvoller vil ha noe vannsig gjennom flomvullen ved høy vannstand på utsiden av flomvullen. Lekkasje er derimot helt utilsiktet.
Lavpunkt	Areal som ligger lavere enn den beregnede flomvannstanden, men uten direkte forbindelse til elva.
Piping	Prosess forårsaket av indre erosjon i løsmasser. Piping beskriver når en lekkasje gjennom en fylling gradvis øker som følge av at finstoff blir vasket ut og det etableres en definert lekkasjeveg.
Rehabilitering	Istandsettelse av en konstruksjon for å opprettholde ønsket sikkerhetsnivå og/eller for å rette på forsømt vedlikehold.
Sandkoking	Kalles også hydraulisk grunnbrudd. Eksempel på indre erosjon, vann som kommer opp av grunnen og som har fraktet med seg sand. Visuelt ligner fenomenet på vann og sand som koker. Kan resultere i utglidninger.
Setninger	Her en langsom sammensynking av terreng på grunn av f.eks. mekanisk belastning.
Setninger i erosjonssikring	Utvasking av finstoff bak erosjonssikring som fører til setningsskader (Problem med filterkriterier), setninger som følge av undergraving/erosjon langs tåa av erosjonssikringen (utstrekning og utforming av fotgrøft) eller setning som følge av erosjon i erosjonssikringen (feildimensjonert erosjonssikring / normale driftsskader).
Sikkerhetsfaktor	Her geoteknisk begrep som, for et gitt skjærplan, beskriver antatt maksimal skjærstyrke dividert på mobilisert skjærstyrke.
Sprekkdannelse	Her sprekker som følge av belastninger på flomverk. Eksempler på belastninger kan være skjevsetninger, vanntrykk e.l.
Undergraving	Erosjon som undergraver overliggende fylling, erosjonssikring e.l.
Utglidning	Her utglidning av løsmasser (deler av flomvullen) over et skjærplan.

1 Bakgrunn

I tidsperioden 1960-2005 ble det bygget en rekke omfattende flomsikringsanlegg langs de store vassdragene på Østlandet. Det har blitt utført varierende grad av vedlikehold og skadereparasjoner på flomverkene opp gjennom tidene etter at de ble bygget, men det finnes ingen god oversikt over dagens status for de ulike flomverkene.

På oppdrag for NVE skal Multiconsult systematisk gjennomgå en rekke anlegg og kartlegge disse anleggenes status og vurdere behov for oppgradering. Resultatet av Multiconsults arbeid vil danne et godt grunnlag for videre vedlikehold og eventuelle oppgraderinger av flomverkene.

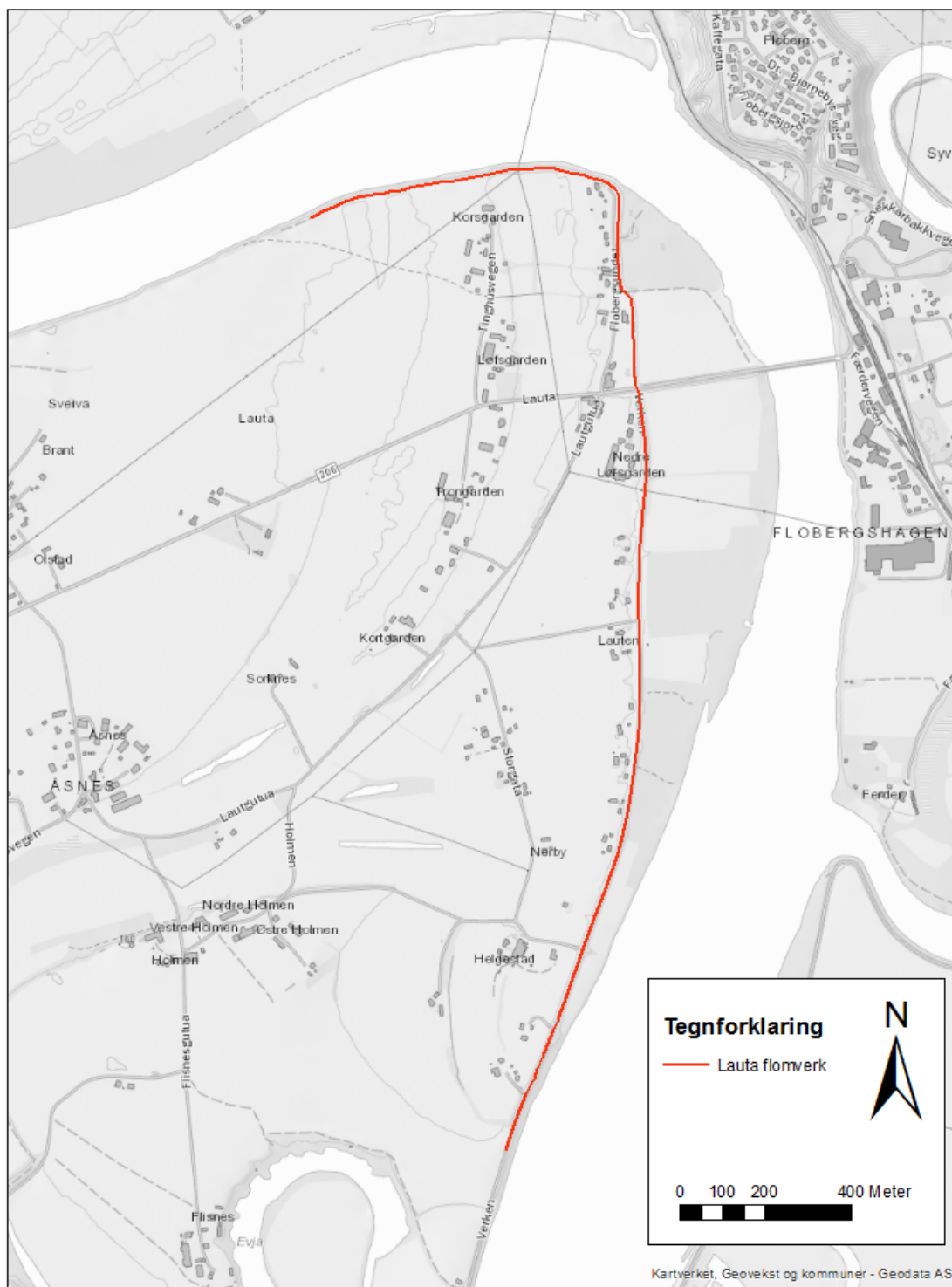
2 Faktadel

2.1 Nøkkelinformasjon om Lauta flomverk

Lauta flomverk ligger ytterst på Holmen, som ligger rett sør for Flisa sentrum i Åsnes kommune og på vestsiden av Glomma. Byggingen av flomverket startet i 1938 og det sto ferdig rundt 1942. Videre ble det utarbeidet en plan for oppgradering av flomverket i 1979. Flomverket ble overtoppet ved flommen i 1995 og ble totalt ombygd i etterkant. Flomverkets lengde er i dag ca. 3070 m.

Mojordet flomverk ble opprinnelig bygget for å beskytte Lauta-området mot flomvann fra sør gjennom Dauvatnet (sto ferdig 1923). Etter at flomverkene Lauta og Storenga langs Glomma ble bygget har Mojordverket fungert som et sekundærverk for seksjonering av områder som ligger beskyttet av de ytre verkene (se Figur 5).

Figur 1 viser flomverkets beliggenhet:



Figur 1 – Oversiktskart (rød linje er basert på profilmålinger)

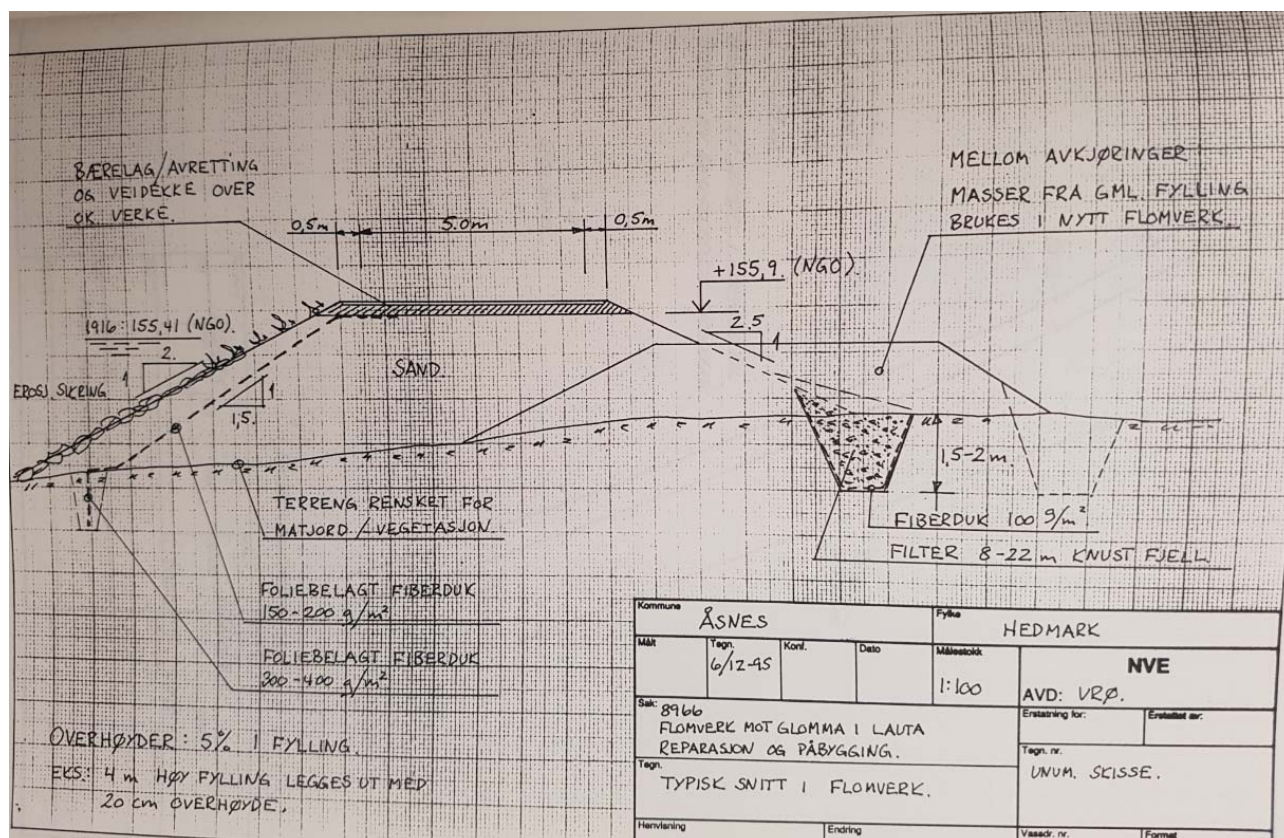
2.2 Teknisk oppbygging

Flomverket ved Lauta ble etter 1995-flommen bygget over tidligere flomverk. Det første flomverket var ført opp til kote 155,4 (NGO). Det var da en kommunal vei over verket og setninger hadde ført til at toppen på flomvullen var redusert til kote 155,2 – 155,4 (NGO). Det oppgraderte flomverket ble bygget til kotehøyde 155,9 (NGO).

Det ble lagt inn 5% overhøyde for å kompensere for setninger. Basert på erfaringer fra 1995-flommen ble det også antatt 20cm oppstuvning fra brua ved Fylkesvei 206. Fylkesveien krysser

flomverket og veien ble ikke hevet i forbindelse med byggingen i etterkant av flommen, noe som fører til et betydelig lavbrekk der veien krysser. I en flomsituasjon er det tiltenkt å fylle opp lavbrekket med midlertidige flombarrierer for å hindre flomvann i å trenge gjennom til områdene bak verket.

Flomverket ble bygget med en foliebelagt fiberduk som tetning. Verket ble bygget med en skråningshelning på 1:2.5 på luftsiden og 1:2 på vannsiden, og kronebredde på 6m. Langs luftsiden ble det etablert en dreneringsgrøft for å hindre utvasking av finstoff fra massene i og under flomvullen.



Figur 2 – Planlagt tverrsnitt, Lauta flomverk (tegningen fra NVE arkivet)

Langs toppen av flomverket er det anlagt en asfaltert vei sør for Fv. 206 og en mindre grusvei nord for fylkesveien.

På de sørligste 300m av flomvullen følger flomverket Glomma tett. Her ble flomverket erosjonssikret helt opp til kronen, ellers ble det kun erosjonssikret langs foten av verket.

2.3 Større skader, utført vedlikehold og oppgraderinger

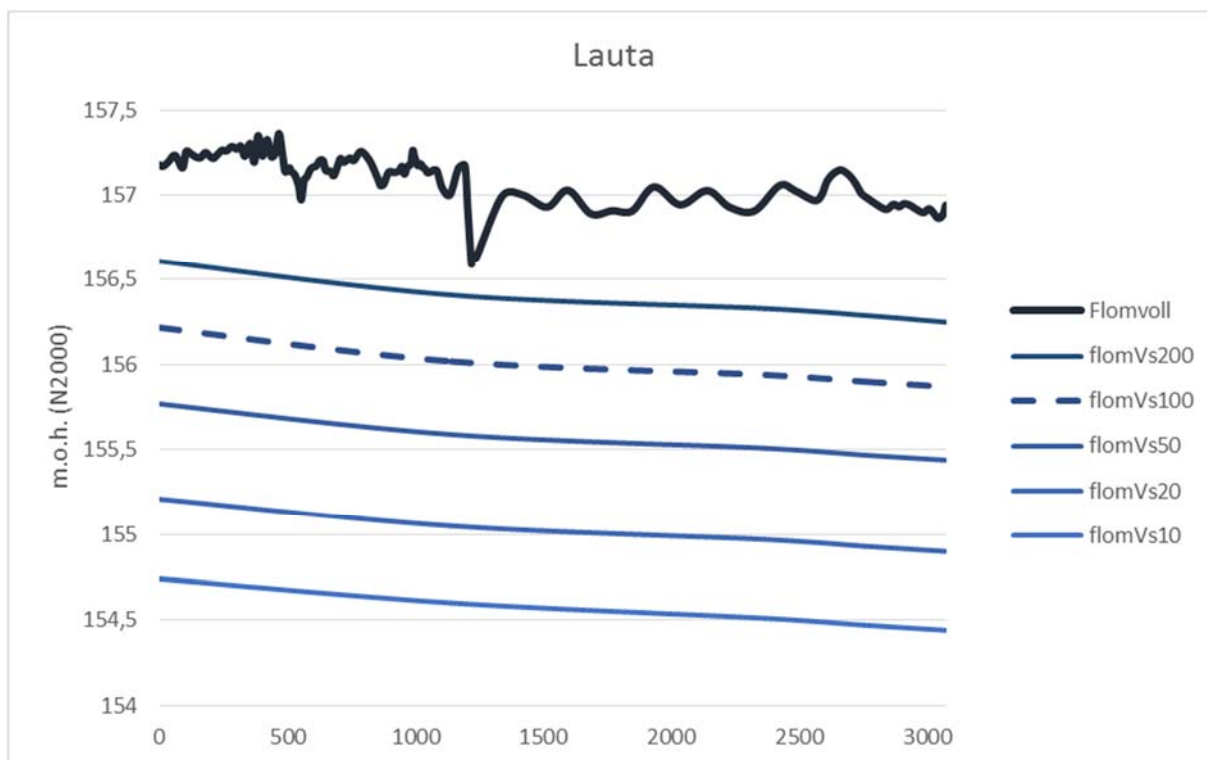
Flomverket brøt sammen under 1995 flommen, bruddet var godt dokumentert i media og var svært dramatisk. Blant annet ble et bolighus skylt flere titalls meter innover jordet. Etter flommen ble flomverket oppgradert og dagens utforming av verket stammer fra denne restaureringen. Rehabiliteringsarbeidet ble økonomisk avsluttet i 2001 med en kostnad på ca. 12 mill. kr.



Figur 3 – Oversvømmelse av arealet bak flomverket i 1995 (Bilde fra NVE arkivet)



Figur 4 – Skader på arealet bak flomverket i 1995 (Bilde fra NVE arkivet)

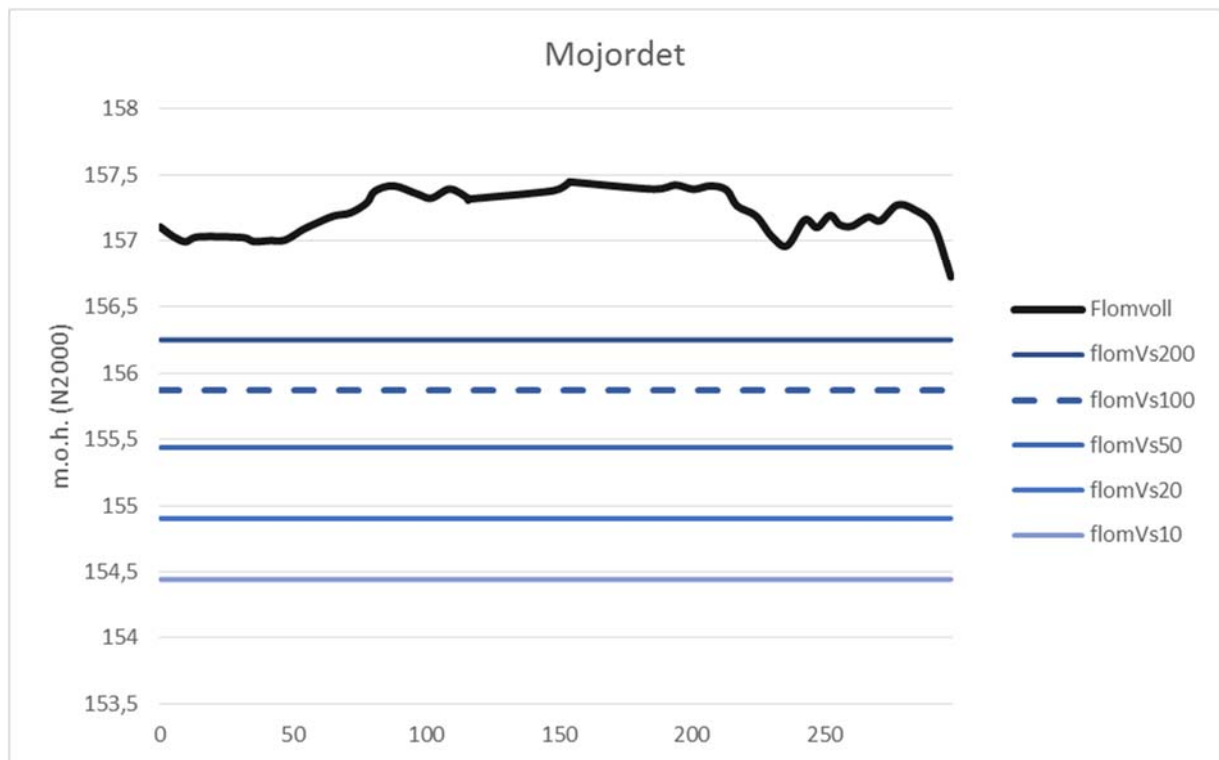


Figur 6 - Høydeprofil for flomverket på Lauta samt vannstander ved ulike gjentakelsesintervall (NVE flomdata i tverrprofiler korrigert til NN2000-høyder). Profilet vises fra 0=oppstrøms mot nedstrøms Glomma.

2.4.2 Mojordet flomverk – eksisterende sikkerhetsnivå

Flomverket på Mojordet ble opprinnelig bygget for å beskytte Lauta-området mot flomvann fra sør gjennom Dauvatnet, men etter bygging av flomverkene Lauta og Storenga har verket fungert som sekundærverk for seksjonering av områder dersom et av hovedverkene overtoppes.

Innmålt høydeprofil av flomverket sammenliknet med vannstander ved flommer av ulike gjentakelsesintervall (tverrprofil #7) konvertert til NN2000-høyder, viser at flomverket beskytter opp over en 200-årsflom (se Figur 7).

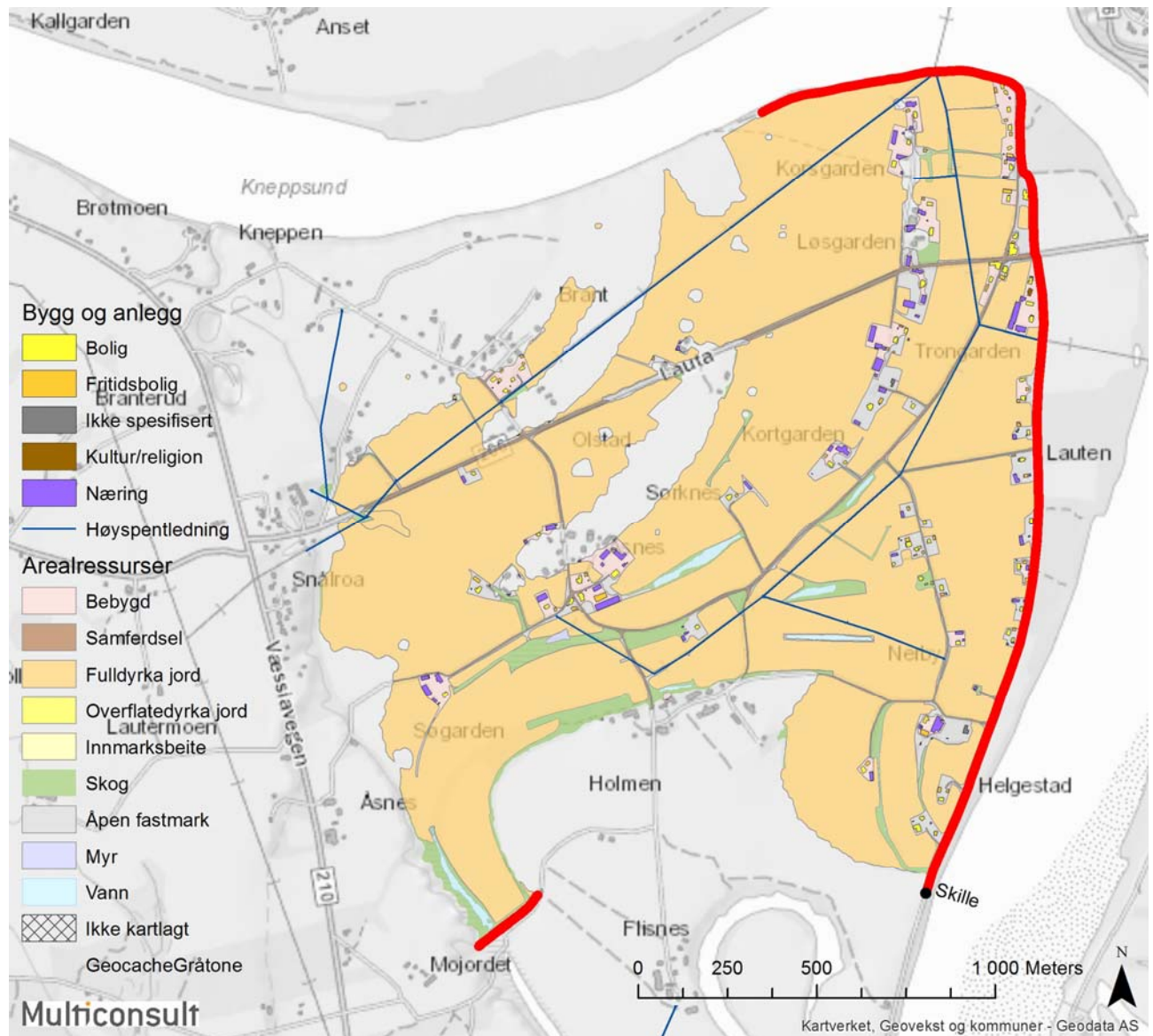


Figur 7 - Høydeprofil for flomverket Mojordet samt vannstander ved ulike gjentaksintervall (NVE flomdata i tverrprofiler korrigert til NN2000-høyder). Profilet ses her fra øst, dvs. 0=sydvestlig ende.

2.4.3 Konsekvensvurdering av flom på Lauta

Flomvullen Lauta beskytter området mot flommer med 200 års gjentaksintervall, og en 200-årsflom legges da til grunn for utbredelsen av flom i området. Her er det tatt utgangspunkt i NVEs flomsonekart for 200-årsflom. NVEs nåværende flomsonekart viser at områder bak flomvollene kan oversvømmes selv ved mindre hendelser. Flomsonekartene er utarbeidet med grunnlag i terrengdata. I området innenfor flomverket, er flomsonekartet mest et uttrykk for topografien der lavtliggende områder er i naturlig fare for mindre og hyppigere flommer i fravær av beskyttende tiltak. Det er i flomsoneene for hvert gjentaksintervall differensiert mellom områder i direkte *flomfare* ved hendelsen og «*lavpunkter*» forstått som lavtliggende områder naturlig separert fra vanninntrengen ved samme hendelsen. Beskyttende tiltak eller naturlige barrierer skiller således mellom topografiske lavpunkt og områder i reell flomfare.

Området som sikres mot flom av flomverkene inneholder samfunnsverdier i form av bygg, infrastruktur og naturressurser. Området er analysert for antall bygg med ulike bruksformål, totalt areal innen aktuelle arealressurskategorier (AR5, Kartverket 2016), samt viktig infrastruktur som jernbane og transmisjonsnett.



Figur 8 – Analyseområdet for samfunnsverdier i flomsone ved Lauta. Kartet viser arealressurser, samt bygg og anlegg.

Omfanget av bygg som potensielt rammes av flom er oppsummert i Tabell 1 med antall bygg for kategoriserte bruksformål og grunnareal.

Tabell 1 - Antall potensielt flomutsatte bygg på Lauta innenfor kategoriserte bruksformål (kilde: summering av FKB bygningsdata for området)

Bruksformål, detaljert	Antall	Sum grunnareal [m²]
Annen boligbygning, (sekundærbolig reindrift)	2	998
Annen landbruksbygning	33	3 601
Bedehus, menighetshus	2	233
Enebolig	41	5 849
Garasje, uthus, anneks til bolig	49	4 358
Hus for dyr/landbruk, lager/silo	43	11 844
Hytter, sommerhus ol fritidsbygning	3	251
Våningshus	24	3 582
Våningshus tomannsbolig	1	263
Udefinert	-	1 254
Total	198	32 233

Omfanget av arealer som potensielt rammes av flom er oppsummert i tabellen under med antall arealressurskategorier (AR5). Arealet er oppsummert innen hver arealbrukskategori, samt for totalen.

Tabell 2 – Omfanget av potensielt flomutsatte arealressurser og annen arealbruk innenfor definerte kategorier (kilde: summering av FKB Arealbruksdata for området).

Arealbruk	Sum grunnareal [daa]
Bebyggd	107,7
Samferdsel	39,8
Fulldyrka jord	2320,6
Skog	106,3
Åpen fastmark	136,1
Myr	1,4
Ferskvann	17,7
Total	2729,6

I tillegg strekker distribusjonsnettet seg innover området for lokal energiforsyning (se Figur 8).

2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet

Kommuneplanens arealdel 2018-2029 (1.gangs offentlig ettersyn) er tilgjengelig fra kommunens nettside, www.asnes.kommune.no. I følge arealdelen ligger sikringsområdet i hensynssone for flomfare og området er kategorisert som areal for Landbruks-, natur- og friluftsfomål samt reindrift (LNFR-formål). Langs Kommunen opplyser per e-post, 25.08.17. at det ikke er utbyggingsplaner i området.

2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner

Åsnes kommune har utviklet rapporten «Retningslinjer for vedlikehold av flomvern. Beredskap ved sikring av flomvern og risikoområder ved flom i Åsnes kommune», revidert i 2015, og omfatter både tilsyns- og beredskapsrutiner. Formålet med planen er å redegjøre for faste rutiner for oppsyn og vedlikehold for flomverk, og sikre bosetning, infrastruktur og landbruksareal langs Glomma og nedre del av Flisa elva. Planen fastsetter ansvarsfordeling mellom offentlige myndigheter og verkestyrer/grunneierlag. Kommunen er ansvarlig overfor NVE for tilsyn og vedlikehold av flomsikringsanlegg i henhold til avgitt kommunestyrevedtak. Normalt har kommunen overført dette ansvaret til verkestyrene/grunneierne som har gitt undergaranti og har rapporteringsplikt overfor kommunen.

Tilsynsrutiner

Planen fastsetter at verkene skal minimum ha årlig tilsyn og rapportering. Retningslinjer for kommunalt tilsyn av flom, erosjon og skredsikring i vassdrag er utarbeidet av NVE (Skriv datert 30.08.2004), og legges til grunn for tilsynet av flomverkene. Tilsyn av verkene omfatter blant annet at man påser at nødvendig informasjon/grunnlag for pumpereglement, beredskapsplan, kontaktnett og utstyr er i orden, kontroll av pumper og utstyr, kontroll av ventiler og svake punkter i skråning.

Beredskapsrutiner

Egne beredskapsplaner for flomsituasjoner er stadfestet i «Retningslinjer for vedlikehold av flomvern. Beredskap ved sikring av flomvern og risikoområder ved flom i Åsnes kommune». Her har man skilt på retningslinjer for lavt og høyt aktsomhetsnivå, aktsomhetsnivåene defineres ut ifra nivå gitt fra NVEs flomvarslingstjeneste

- Grønt – Generelt trygge forhold. Ingen iverksetting fra brannvesenet.
- Gult - Beredskapsmyndighet følger med på værforhold, prognoser og annen informasjon.
- Oransje - Brannvesenet øker beredskapen. Brannsjefen varsles. Vaktlaget begynner med tilsyn langs elva og utsatte steder. Ved videre økning av elva varsler brannsjefen eller utrykningslederen kommunens beredskapsgruppe.
- Rødt - Dette er en ekstrem hendelse som kan medføre omfattende oversvømmelser og flomskader på bebyggelse og infrastruktur over store områder. Brannsjefen eller utrykningslederen varsler kommunens beredskapsledelse.

Gult og oransje nivå regnes om lav beredskap. Ved slike situasjoner er kommunens ansvarlige Brann- og redningsvesenet. Brannsjefen i Åsnes, med bakgrunn i flomvarsel fra NVE, har fullmakt til å iverksette beredskap, mens Kommandosentral er brannstasjonen på Flisa. Kommunens oppgaver er da å:

- Innhente løpende flomvarsel fra NVE og informasjon fra de enkelte verkestyrer.
- Rapportere til kommunens administrative og politiske ledelse samt lensmannen om utviklingen.
- Kontakt med NVEs regionkontor på Hamar.
- Brannvesenets ledelse gjennomgår internt instruksene for høy beredskap i tilfelle situasjonen skulle forverre seg.

Når kommunen mottar flomvarsel på rødt aktsomhetsnivå iverksettes høy beredskap.

Ved høy beredskap består beredskapsledelsen av Lokal Redningssentral (opprettet av politiet) og Beredskapsrådet. Lensmann/ Beredskapsrådet har fullmakt til å iverksette høy beredskap.

Beredskapsledelsen består av: Lensmann, ordfører, rådmann, brannsjef, kommunal teknisk sjef, kommunelege, HV, sivilforsvaret. Andre myndigheter innkalles etter behov.

Ved høy beredskap er verkstyrets oppgave blant annet å kontinuerlig patruljere verkene og koordinere strakstiltak etter ordre fra beredskapsledelsen.

3 Teknisk tilstand

3.1 Flomverk

Det ble utført befaring på Lauta flomverk den 02.08.2017. Tilstede på befaringen var Media Sehatzadeh og Jon Magnus Amundsen fra Multiconsult og Brede Steinbakken, kommunes kontaktperson for flomverket.



Figur 9 – Flomverket med asfaltvei på toppen, treet midt i bildet ligger på skillet mellom Lauta og Storenga (Bilde Multiconsult)

Registrering i felt har bestått av registrering av høyde for flomvollene og funn på verkene (utglidninger, erosjon, vegetasjon, etc.). Registrering av skader ble utført digitalt ved bruk av ESRI app ArcGIS Collector på Zeno 20 GPS utstyr fra Leica, og ble lagret digitalt i format som er kompatibelt med GIS-programmer.

Følgende liste er brukt for registrering i felt:

Tegn på lekkasje gjennom flomverk

1. Indre erosjon

Ytre skader på flomverk

1. Undergraving mot elven
2. Sprekkdannelser
3. Dyrehi
4. Kjørespor utenfor adkomstvei
5. Setninger

6. Utglidning

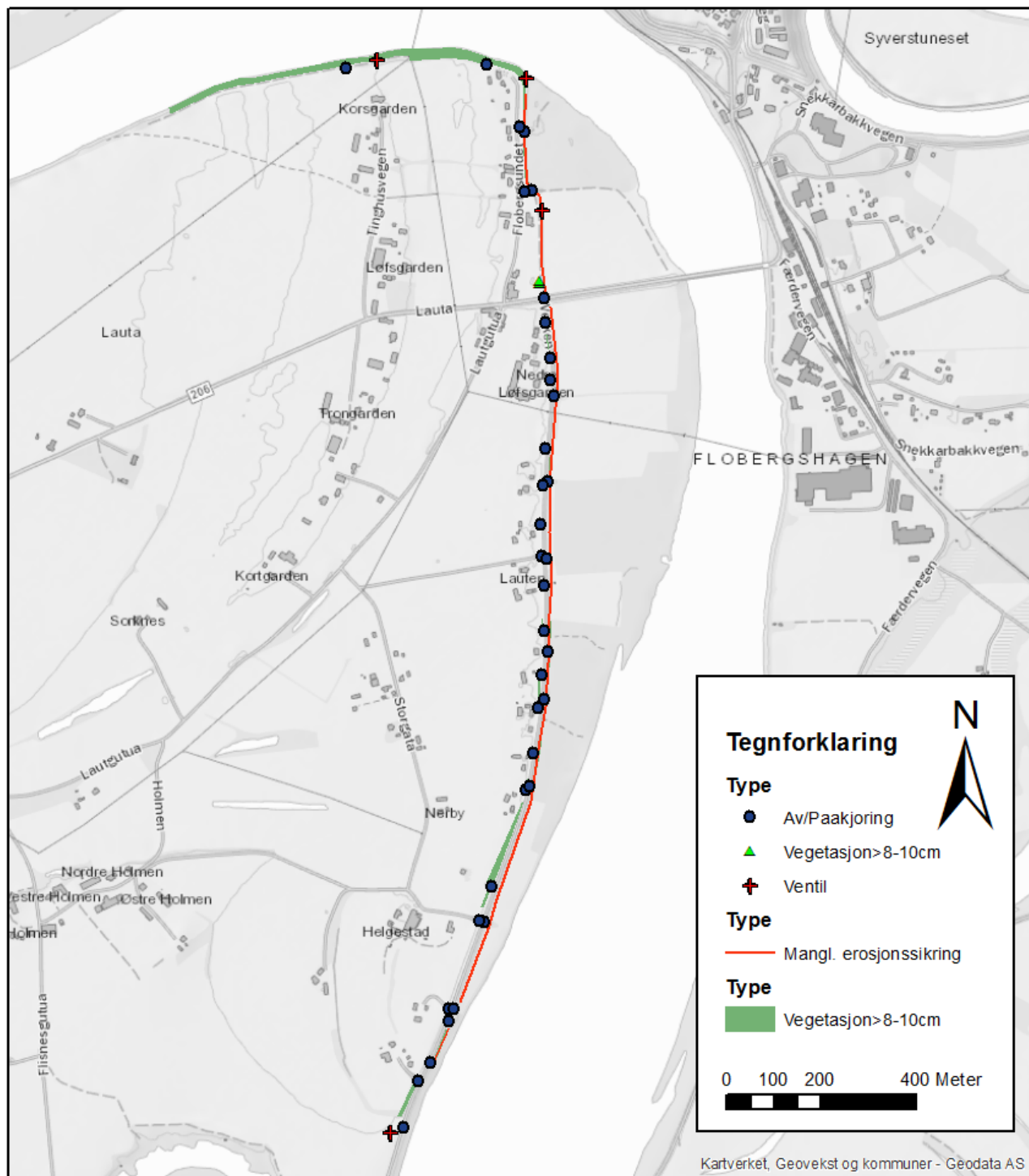
Andre registreringer på flomverk

1. Manglende framkommelighet for kjøretøy
2. Vegetasjon som har større diameter enn 8-10 cm ved roten
3. Manglende erosjonssikring

Skader på erosjonssikring

1. Steiner mangler
2. Vegetasjon som har større diameter enn 8-10 cm ved roten
3. Undergraving mot elven

En oppsummering av tilstand på flomverkene er presentert i detaljert kart med markerte observasjoner i Figur 10. Observasjonene er også levert i digitalt format som vedlegg til denne rapporten.



Figur 10 – Observasjonene ved flomverket.

Startpunkt i oppstrøms ende er vanskelig å definere, siden det er flere mindre terrenghevinger som kan tilhøre dette verket eller neste flomverk videre oppstrøms. Startpunktet til flomverket er derfor bestemt basert på kartene fra NVE arkivet.

Mesteparten av flomverket mangler erosjonssikring, mens den nordlige delen er dekket med vegetasjon. Det er 35 av- og påkjøringer til flomverket, som generelt fører til reduisering av flomverkets topp kote. Flomverket er spesielt lavt der Fv. 206 krysser, men det ligger her fremdeles høyere enn nivå for 200-årsflom.

Det er fire lavvannsrør gjennom flomverket. Figur 11 viser to av dem med tilbakeslagsventil, mens Figur 12 viser ytterligere et rør i dårligere forfatning. Det ble ikke observert setninger ved rørene.



Figur 11 – Lavvannsrør med tilbakeslagsventil gjennom flomverk (Bilder: Multiconsult)



Figur 12 – Åpning gjennom flomverk med et lavvannsrør i dårlig forfatning i nedstrøms ende av flomverket (bilde fra luftside) (Bilde: Multiconsult).

4 Vurderinger

4.1 Tilsyn og beredskap

4.1.1 Tilgang

Det er god tilgang til flomverket, siden det er anlagt vei på toppen.

4.1.2 Vedlikehold og skjøtsel

Vedlikehold av flomverket er generelt bra, men det er vegetasjon på begge sider av verket flere steder. Flomverket er helt dekket med vegetasjon etter svingen i den nordlige delen. Flomverket mangler erosjonssikring på mesteparten av elvestrekningen.

Det er viktig at vegetasjonen skjøttes regelmessig for å sikre at den ikke vokser seg for stor. Slik blir det også lettere å inspisere flomverket.

4.2 Teknisk tilstand flomverk

Vegetasjonen har potensial til å skade erosjonsbeskyttelsen og forårsake ustabilitet (spesielt hvis store trær blåses over ende). Når vegetasjonen dør og røttene råtner bort vil de etterlate hull og svake soner som er ekstra utsatt for lekkasje og piping. Vegetasjonen kan også punktere den foliebelagte duken som er benyttet som tetning. Vegetasjon større en 8-10 cm i diameter bør derfor fjernes, markert i Figur 10, skjøtsel må skje regelmessig.

Flomverkets stabilitet er vurdert gjennom en generell stabilitetsanalyse for typiske flomverk langs Glomma, se vedlegg 1. Lauta flomverk har en bredere krone enn det typiske flomverket og har lik skråningshelning og høyde. Soneinndelingen er noe forskjellig da Lauta er oppbygd med en tettekjerne med foliebelagt duk. Da forskjellene mellom det typiske flomverket og Lauta kun virker stabiliserende antas Lauta flomverk å ha større sikkerhetsfaktor. Dette vurderes som tilfredsstillende.

Den foliebelagte duken vil kunne ha en destabiliserende effekt da denne kan skape et svakt plan gjennom fyllingen. Friksjonen mellom denne duken og omkringliggende masser vil være vanskelig å vurdere uten ytterligere undersøkelser. Vannsiden av flomverket bør derfor inspiseres etter flommer for å avdekke skader eller utglidninger.

Hovedrisikoen for alle flomverk er at de har begrenset sikkerhet mot overtopping, og det er sannsynlig at en overtopping av flomverket vil føre til et brudd. Luftsiden har ingen erosjonssikring, kun vegetasjon, noe som gir begrenset sikring ved overtopping. Områder der flomverket på luftsiden ikke har vegetasjon, men bare eksponert jord, vil være spesielt utsatt i tilfelle overtopping.

Andre mulige årsaker til brudd er følgende:

- Erosjon langs rør gjennom flomverkene
- Hydraulisk grunnbrudd (sandkoking)
- Kanaler i grunnen med stor permeabilitet i forbindelse med gamle elveleier av stein og grus
- Setninger i flomverk der det krysser myravsetninger i gamle meanderslynger kan forårsake sprekker med stor permeabilitet

Selv om de ovenfor nevnte årsakene til brudd kan være vanskelig å oppdage, og enkelte bare oppstår under flom, var det her ingen indikasjon på at noen av disse mulige bruddårsakene.

4.3 Behov for oppgradering og vedlikehold

- Ytterligere erosjonssikring kan være nødvendig- 50 380 m²

Merk at dette estimatet kan endre seg basert på definisjon av et startpunkt i oppstrøms ende.

4.4 Anbefalt sikkerhetsnivå

Bak flomvollen finnes det i dag mer enn 70 bygg som etter Byggeteknisk forskrift (TEK 17) § 7-2 «Sikkerhet mot flom og stormflo» vil inngå i sikkerhetsklasse F2. Dersom man skal bygge et nytt F2 klasse bygg må man dokumentere at dette har sikkerhet mot en 200-års flom. Byggeteknisk forskrift gjelder imidlertid kun for ny bebyggelse og påbygg på eksisterende bebyggelse.

Høyden på flomverket ligger over flomvannstand ved 200-årsflom med en god sikkerhetsmargin, minst 0,3 m.

4.5 Plassering av nødoverløp

Overtopping vil skje når vannstanden i elva stiger over krona på flomverket. Ved overtopping vil det være en risiko for brudd i flomverkets fylling. Hvis dette skjer, vil det strømme en relativt stor vannføring gjennom bruddåpningen uten særlig forvarsel. Flomverk vil alltid ha en risiko for overtopping ved flommer med høyere returperiode. Et nødoverløp kan sikre at flomverket ikke blir overtoppet i denne situasjonen.

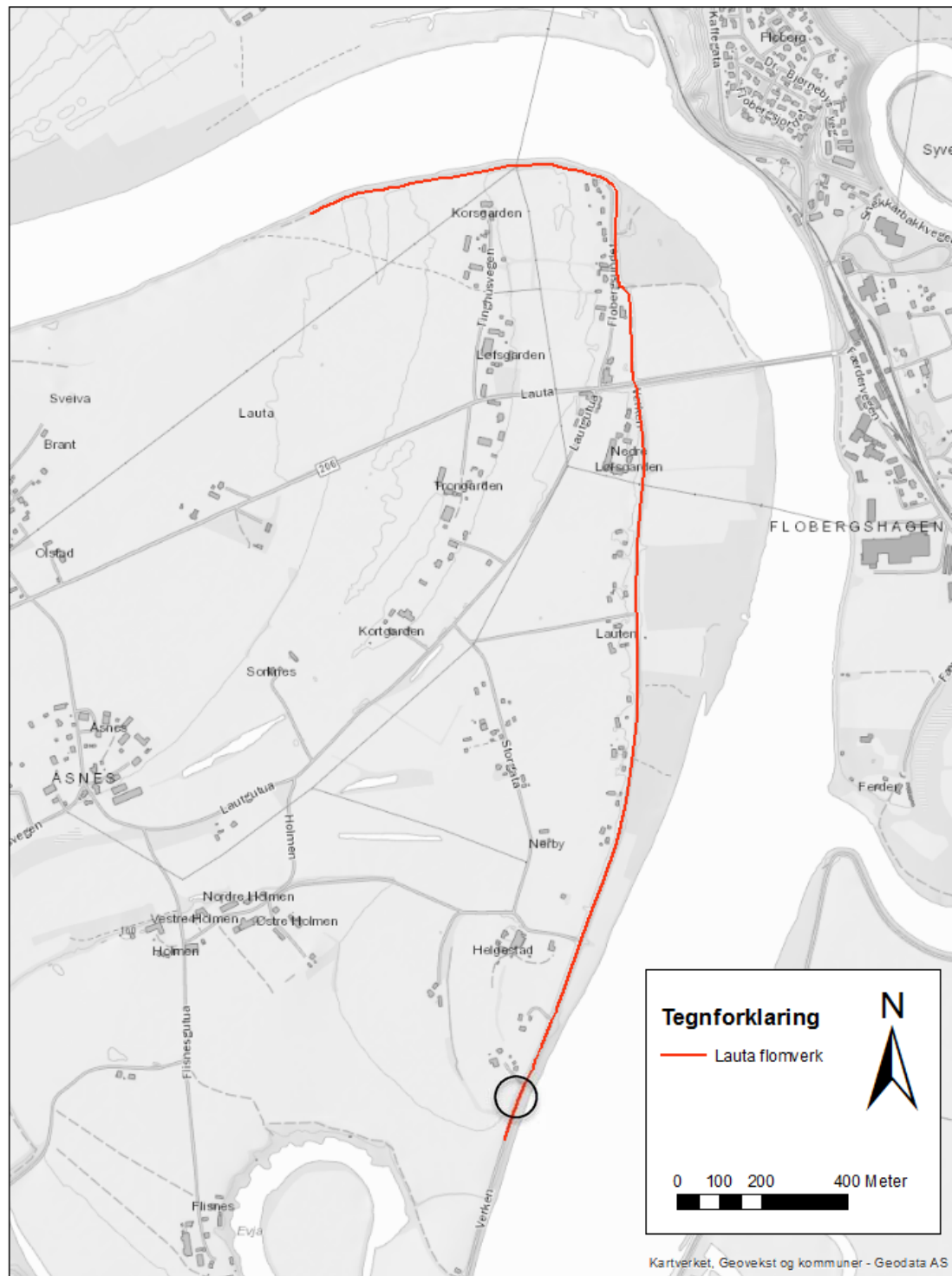
For plassering av nødoverløp, foreslår Hydra (1999) at følgende parametere legges til grunn:

- omfang og konsekvenser av erosjon- og strømskader på innsiden av overløpet
- spredningsforløp og innfylling av vannet som passerer overløpet
- sikring og bruk av viktige bygninger, veiforbindelser m.m.
- adkomst, arbeidsforhold og mulighet for kontroll mens innfylling pågår
- adkomst og mulighet for (rimelig) reparasjon etter flommen
- lokale private og offentlige synspunkter og hensyn

Ofte vil det være best å legge et nødoverløp i nedstrøms ende av flomverket fordi:

- Her vil terrenget innenfor ofte være lavest, slik at det raskt vil dannes et vannspeil på innsiden som demper strømhastighet og dermed erosjonen.
- Naturlig helning på terrenget gjør at vannstanden vil stige innover i stedet for å strømme mot lavere områder.
- Det vil være lettere å forberede en lokal seksjonering når strømkreftene er små, slik at ikke hele området behøver å fylles.

Flomverket har en vei på toppen og vil sannsynligvis tåle høye vannhastigheter på grunn av høyden på flomverket. De anbefales at nødoverløpet blir plassert i nedstrøms ende, for å sikre at området eventuelt fylles opp fra nedstrøms ende, og at det ikke vil strømme vann med stor hastighet over jordene. Figur 13 viser plassering av nødoverløpet. Det vil være stor erosjonsfare like bak overløpet, men denne faren ansees som mindre enn erosjonsfaren ved brudd.



Figur 13 – Forslag til plassering av nødoverløp i Lauta flomverk (svart sirkel)

5 Kostnadsoverslag

Rater er basert på NVEs *Kostnadsgrunnlag for små vannkraftanlegg* og NVEs *Kostnadsgrunnlag for vannkraft* modifisert og forenklet for denne beregningen.

I tillegg til postene som er beskrevet i kostnadsoverslaget vil det tilkomme kostnader til prosjektering og byggeledelse, kapitalytelser som rigg og drift av anlegget samt andre uforutsette kostnader. Størrelsen på disse postene vil avhenge av arbeidenes størrelse og kompleksitet.

5.1 Kostnadsoverslag for oppgradering av flomverket

Kostnader er estimert basert på oppgradering anbefalt i 4.3, og inkluderer ikke anbefalte opsjoner, dvs. f.eks. prosjektering av nødoverløp eller evaluering av indre erosjon i flomverket.

Flomverk (1521/8966)	Mengde	Enhetspris	Delsum
Markrydding, grunnforsterking, graving og fylling: Etablering av ny erosjonssikring og mindre utbedring av setninger.	25 190 m ³	170 kr/m ³	Kr 4 280 000
Geotekstiler, og geotekstil-relaterte produkter: GEO-tekstiler som filter	50 400 m ²	23 kr/m ²	Kr 1 160 000
Terrengarbeider: Utlekking av vekstmasser, tilsåing og arrondering	17 800 m ²	55 kr/m ²	Kr 980 000
SUM			Kr 6 420 000

Rigg, drift, uforutsette kostnader og merverdiavgift vil komme i tillegg.

6 Referanser

- [1] NVE 2001. *Flomsonekart Delprosjekt Flisa*, Ingjerd Haddeland, Søren E. Kristensen, Lars-Evan Pettersson, Norges vassdrags- og energidirektorat 2001
- [2] Åsnes kommune 2006., FLOWS rapport WP 3 Ciii – 2, Kommunedelplan for flomutsatte områder langs Glomma i Åsnes kommune, Geir Udnæseth, Hallvard Berg, Sigrid Langsjøvold, Ove Johnny Dybendal, Peter Nustad, Johan Neby, Anne Kjersti Briskerud, Flisa, 31. mai 2006
- [3] Åsnes kommune 2017. Kommuneplanenes arealdel 2018-2029, Tilgjengelig fra: <https://www.asnes.kommune.no/aktuelt/aktuelt/kommuneplanens-arealdel-ute-til-ettersyn.22369.aspx>, lastet ned: 15.12.2017.
- [4] Åsnes kommune 1996. Retningslinjer for vedlikehold av flomvern. Beredskap ved sikring av flomvern og risikoområder ved flom i Åsnes kommune, Knut H. Skolegården, Åsnes kommune, revidert versjon juni 2015
- [5] Kartverket 2014. SOSI Generell objektkatalog Bygning, Versjon 4.5 – januar 2014
- [6] Kartverket 2016. Produktspesifikasjon FKB-AR5 4.6, Juni 2016
- [7] Hydra 1999, Effekter av flomsikringstiltak på flomforløpet, Hallvard Berg, Inger Karin Engen, Ingjerd Haddeland, Øyvind Høydal, Eirik Traae, Morten Skoglund, 1999

Vedlegg 1

NOTAT

OPPDRAAG	Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst; status og behov for oppgradering	DOKUMENTKODE	130615-RiEn-NOT-001
EMNE	Stabilitetsberegninger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	NVE	OPPDRAAGSLEDER	Robin Wood
KONTAKTPERSON	Grete Hedemann Aalstad	SAKSBEHANDLER	Robin Wood
KOPI		ANSVARLIG ENHET	1087 Oslo Hydrologi

1 Geotekniske beregninger – Typisk flomverk

1.1 Generelt

Multiconsult har fått i oppdrag av NVE å systematisk gjennomgå 19 flomverk i 5 kommuner i Hedmark for å kartlegge disse anleggenes status og vurdere behov for oppgradering.

Dette notatet vurderer stabiliteten til et typisk flomverk. Denne analysen vil bli brukt som grunnlag for en stabilitetsvurdering av de 19 flomverkene. For hvert enkelt flomverk vil vi gjennom stabilitetsvurderingen sammenligne geometri, soneinndeling og geotekniske parametere. Der det enkelte flomverk avviker fra analysen av det typiske flomverket, vil dette fremgå av vurderingen. Et eksempel på et slikt avvik kan være brattere skråninger enn det typiske flomverket.

Analysen i dette notatet vurderer bare stabiliteten til flomverkene og vurderer ikke mulige årsaker til brudd som følge av indre erosjon i grunnen, inklusive:

- Erosjon langs rør gjennom flomverkene
- Hydraulisk grunnbrudd (sandkoking)
- Kanaler i grunnen med stor permeabilitet i forbindelse med gamle elveleier av stein og grus
- Sprekker med stor permeabilitet som følge av setninger i flomverket. For eksempel der flomverket krysser myravsetninger i gamle meanderslynger.
- Mangelfull drenasjekapasitet på luftside
- Punktert plastfolie (I flomverk bygget fra 1975 til 1985)
- Glidning langs plastefolien (I flomverk bygget fra 1975 til 1985)

01	6.11.17	Etter kommentar fra NVE	ROW	JMA	ROW
00	26.10.17	Geotekniske beregninger – Typisk flomverk	ROW	JMA, AB	ROW
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1.2 Stabilitetsberegninger

Det er gjennomført stabilitetsberegninger basert på to ulike modeller for beregning av poretrykk i flomverket. Følgende tilstander er vurdert:

- Stasjonærtilstand (Luftside)
- «Transient analysis» (Vannside og Luftside)

«Stasjonærtilstand» omfatter beregninger av stabilitet for flomverk med antagelse om at poretrykket i flomverkets ulike lag har tilpasset seg det ytre vanntrykket.

«Transient analysis» omfatter beregninger av stabilitet for flomverket med antagelse om at poretrykket i flomverket varierer under en flom. Dette er en ikke-stasjonær beregning hvor man vurderer poretrykksutviklingen over tid. Denne analysen vil blant annet kunne belyse situasjoner hvor stabiliteten er lavere før eller etter poretrykket har stabilisert seg i flomverket.

Denne analysen benytter funksjoner for «saturated/unsaturated permeability» og «Volumetric water content» for beregning av poretrykkslinjer for hvert tidsskritt.

Analysen er utført ved bruk av programmet Slide (v7.026) fra programpakken Roc-science.

1.3 Inngangsdata og beregninger

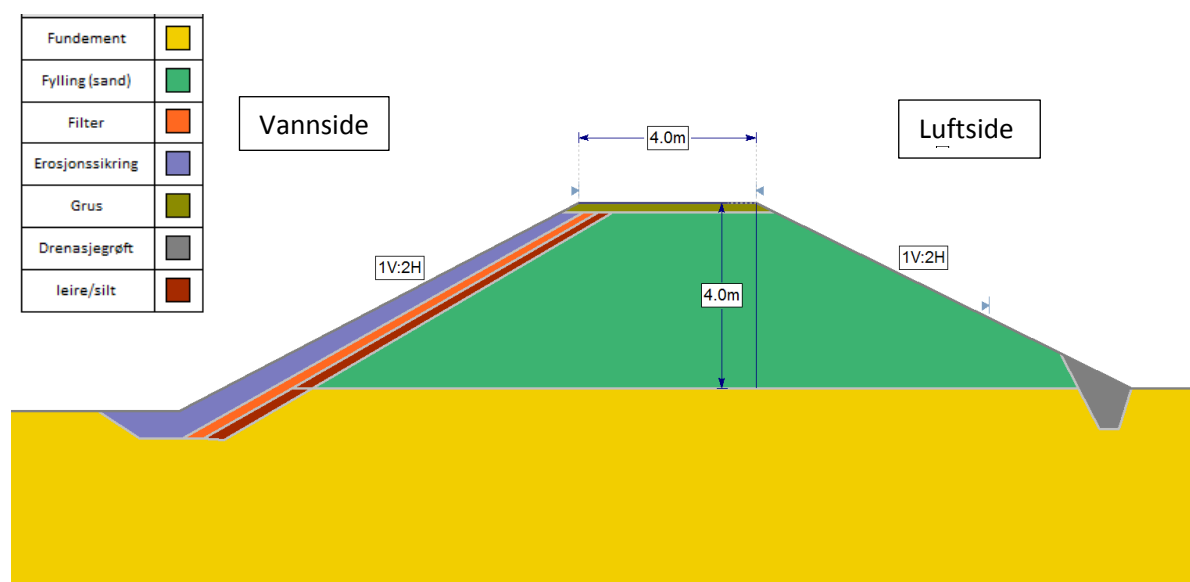
1.3.1 Analysemetode

Analysen er basert på grenselikevektsbetraktning ("General Limit Equilibrium"), og tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt.

1.3.2 Geometri

Basert på en gjennomgang av tegninger av alle flomverkene og NGIs rapport av 1996 er følgende geometri og oppbygning benyttet i analysen:

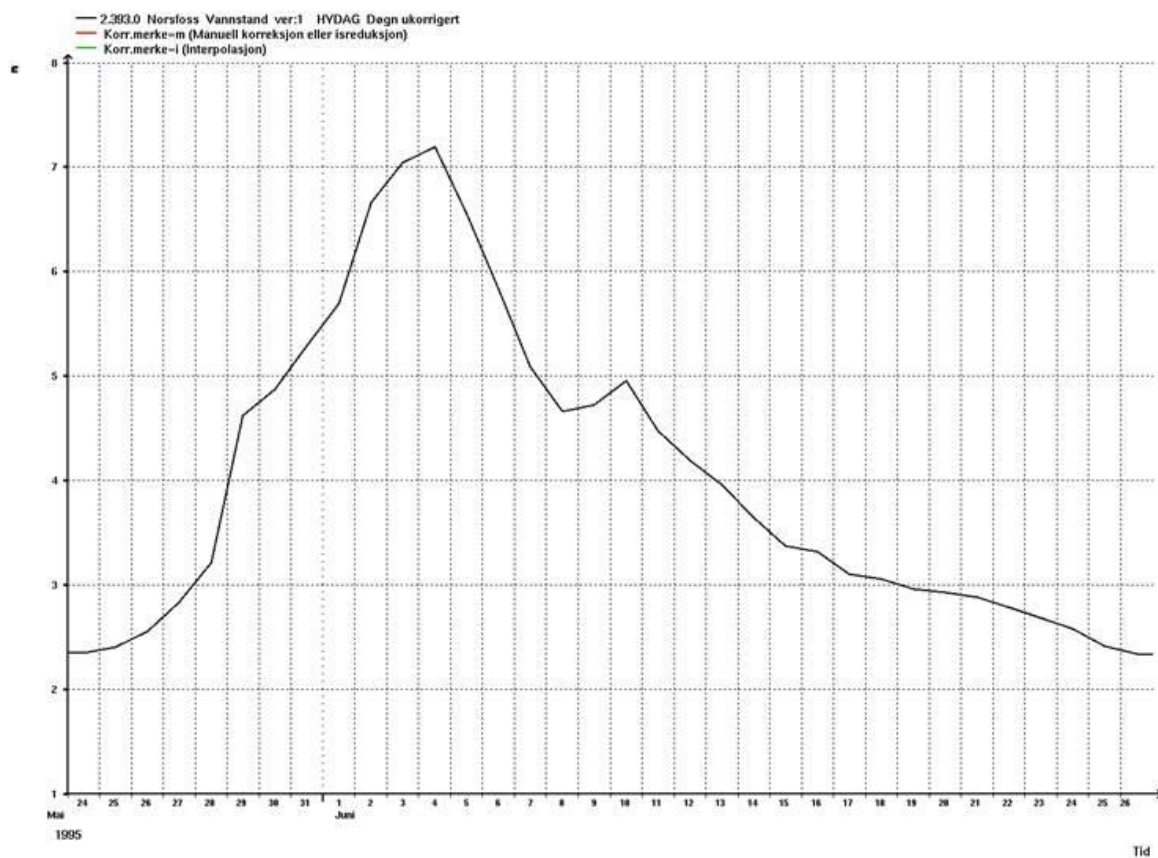
- Vannside skråning, 1V:2,0H
- Luftside skråning, 1V:2,0H
- Topp bredde – 4,0m
- Høyde – 4,0m
- Tetningskjerne av leire / silt på vannside



Figur 1: Representativt snitt av flomvoll, med soneinndeling

1.3.3 Hydrauliske forutsetninger

Ved stasjonærtilstand ble vannstanden på vannside satt til 0,5m under toppen av flomverket. «Transient analysis»-beregningene er utført basert på hydrografen for 1995-flommen hvor vannstanden i elva steg og avtok med nesten samme rate (ca. 0,5 meter pr. døgn). Også her ble høyeste vannstand den samme som for stasjonærtilstand, 0,5m under topp flomverk.



Figur 2: Hydrogram fra 1995 flommen

1.3.4 Geotekniske parametere

Styrkeparametere og permeabilitetsverdier benyttet i beregningen er vist i tabell 1. Parameterne som er basert på erfaringsverdier er hentet fra følgende kilder:

- 1) Brudd i flomverk langs Glomma, Geoteknisk analyse og vurdering, 1 juli 1996, NGI
- 2) Håndbok V220 – Geoteknikk i vegbygging, Juni 2014, Statens vegvesen - Figur 2.39

Tabell 1: Geotekniske styrkeparametere.

Materiale	Beskrivelse	Parameter	Kommentar / kilde
1 Fundament (Naturlig grunn)	Vekt	20 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0 kPa	
	Friksjon	34°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻⁴ m/s	
2. Fylling (sand)	Vekt	18 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0 kPa	
	Friksjon	36°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻⁴ m/s	
3. Filter (Grus)	Vekt	20 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0	
	Friksjon	38°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻⁴ m/s	
4. Erosjonssikring	Vekt	18 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0 kPa	
	Friksjon	42°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻¹ m/s	
5. Drenasjegrøft	Vekt	23 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0 kPa	
	Friksjon	38°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻² m/s	
6. leire/silt	Vekt	20 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0 kPa	
	Friksjon	32°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻⁶ m/s	

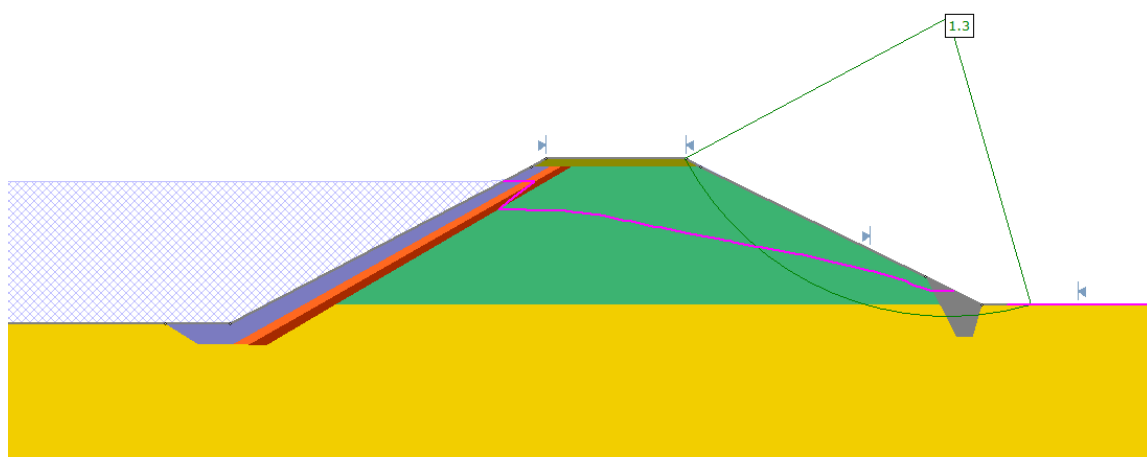
1.4 Beregninger og resultater

Tabell 2 Resultatene av analysen.

Tilfelle	Damside	Vannstand	Beregnet SF
Stasjonærtilstand	Luftside	0,5m under toppen	1,3
"Transient analysis"	Luftside	0,5m under toppen	1,3
	Vannside		1,5
	Luftside	Ugunstig (se, Figur 4 og Figur 5	1,3
	Vannside		1,4

1.4.1 Stasjonærtilstand Luftside,

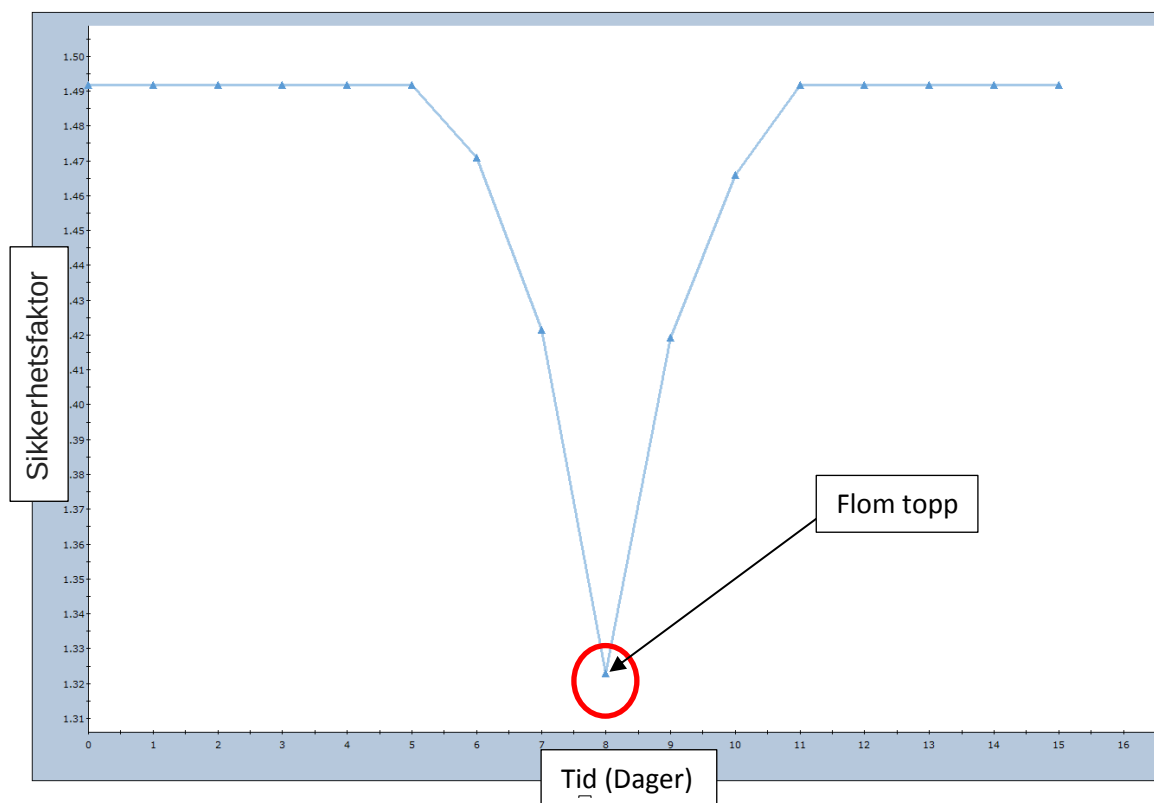
Sikkerhetsfaktoren under stasjonærtilstand er 1,3. Det betegner imidlertid verste tilfelle for flomverkets luftside. Sikkerhetsfaktoren er påvirket av fyllingens friksjonsvinkel, helning og soneinndeling (permeabilitetsforskjell mellom tetning, fyllmateriale og drenasjegrøft). En større forskjell mellom permeabiliteten fra vannside til luftside vil øke sikkerhetsfaktoren og omvendt. Permeabiliteten og tykkelsen av soner benyttet i analysen er på den konservative siden. Dette fører til at porevannstrykket er relativt høyt i flomverket, som vist på figuren nedenfor.



Figur 3: Stasjonærtilstand - Luftside

1.4.2 «Transient analysis» Luftside,

Analysen viser at sikkerhetsfaktoren er minst ved flomtoppen. Under normal elveflyt er sikkerhetsfaktoren ca. 1,5 og faller til 1,3 ved flomtoppen og går deretter tilbake til 1,5 når flommen passerer. Den laveste sikkerhetsfaktoren er lik analysen for stasjonærtilstand. En tykkere tetning eller mindre permeabel tetning vil bety at faktorsikkerheten faller mindre under flommen, da poretrykklinjen i flomverket vil ligge lavere.

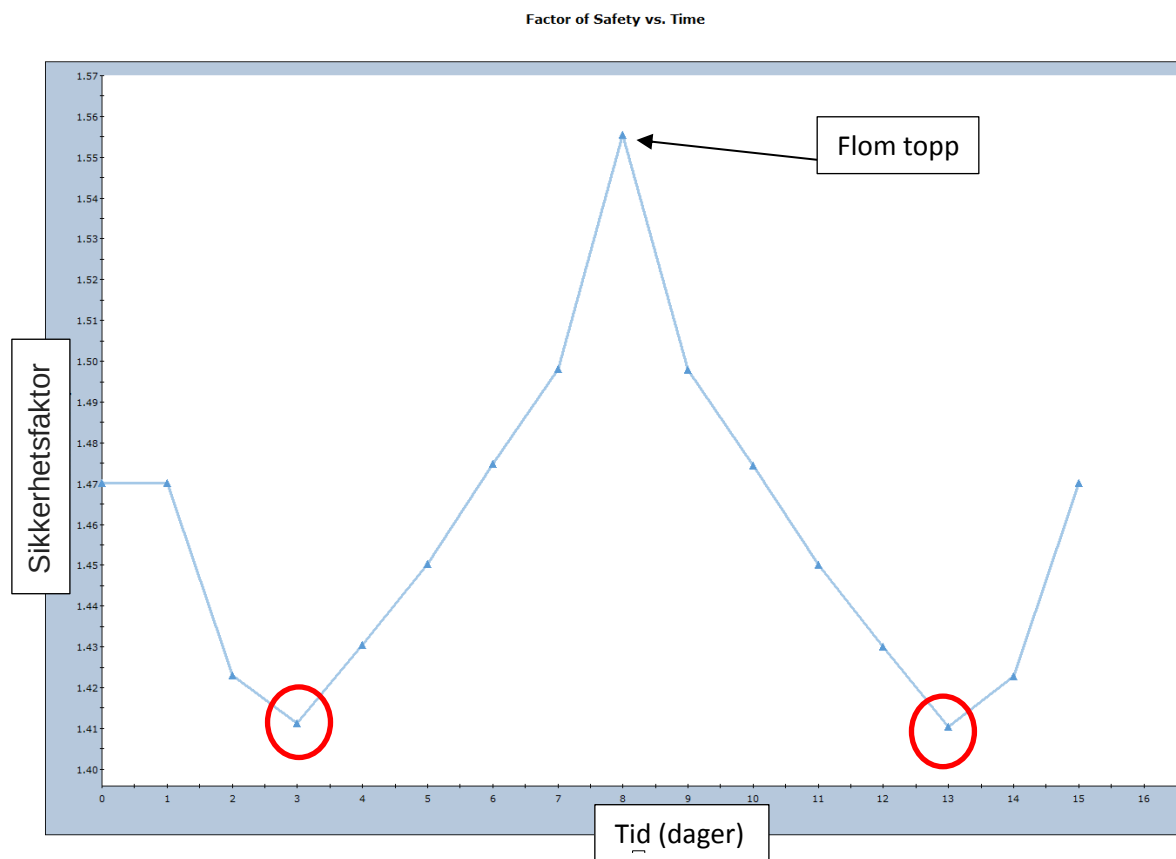


Figur 4: «Transient analysis» Luftside, sikkerhetsfaktor mot tid (ugunstig markert med en rød sirkel)

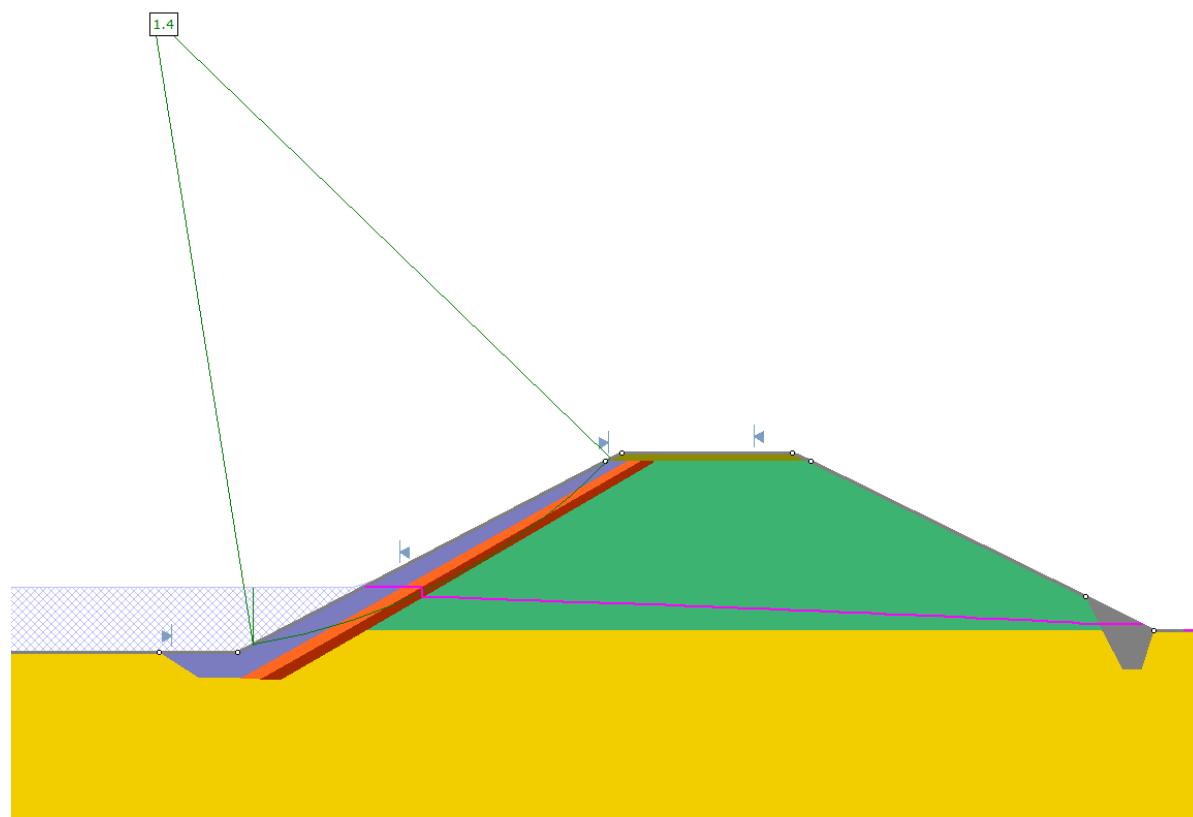
1.4.3 «Transient analysis» vannside,

Sikkerhetsfaktoren på vannsiden er lavest under flom start (3 dager) og i løpet av flommens slutt (13 dager). Dette skyldes at effekten av økt poretrykk i de nedre delene av flomverket er mer destabiliserende enn den stabiliserende effekten av vannet. Når vannstanden øker vil den stabiliserende effekten av vannet øke og sikkerhetsfaktoren vil også øke (se dag 8).

Det vil med andre ord ikke oppstå en situasjon der man har høyt poretrykk i fyllingen uten en stabiliserende effekt fra høy vannstand; et scenario som er vanlig ved rask nedtapping ved fyllingsdammer. Hvis permeabiliteten skulle være mindre eller høyere, ville sikkerhetsfaktoren ikke bli påvirket så lenge hastigheten på vannstandsendingene og vannstandsstigningen er lik.



Figur 5: «Transient analysis» vannside, sikkerhetsfaktor mot tid (ugunstig markert med en rød sirkel)



Figur 6: «Transient analysis» vannside, Etter 13 dager

1.5 Konklusjoner

Analysen viser at det typiske flomverket har en sikkerhetsfaktor på mer enn 1,3 i alle tilfeller og det typiske flomverket anses derfor å være tilstrekkelig stabilt gitt de konservative antagelsene.

De 19 flomverkene vil bli vurdert mot denne analysen ved å sammenligne geometrien og materialene som brukes til å konstruere flomverket mot parameterne som brukes i denne analysen. Den overordnede geometrien er lettere å bekrefte enn materialparameterne ettersom alle flomverk er befart, mens materialparameterne og soneinndeling er basert på nøyaktigheten og kvaliteten på historisk informasjon fra blant annet arkivsøk.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Internett: www.nve.no