



Mojordet flomverk (VV 1240, VV 8966), Åsnes kommune

Status og vurdering av behovet for oppgradering

36
2018



R
A
P
P
O
R
T

Rapport nr 36-2018

Mojordet flomverk (VV 1240, 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: Kartverket

ISBN 978-82-410-1689-9

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 Mojordet flomverk i Åsnes kommune. Flomverket er ca. 250 m langt, og fungerer som sekundærverk for seksjonering av områder som er beskyttet av et ytre verk. Verket beskytter et område på 0,8 km² og 4 bygg, eller 2.7 km² og 198 bygg hvorav 41 bolighus, mot flomvann fra hhv. nord eller sør. Det finnes et område med setninger som bør repareres (ca. 200 m²).

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».

Ansvar 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

Mojordet flomverk (VV 1240, 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 1240 og 8966

DATO / REVISJON: 18. des. 2017/ 00

DOKUMENTKODE: 130615-RiEn-RAP-004



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-004
EMNE	Mojordet 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 av 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 Mojordet flomverk i Åsnes kommune. Flomverket er 250 meter langt, og fungerer som sekundærverk for seksjonering av områder som ligger beskyttet av et ytre verk. Flomverket beskytter et område på 0,8 km² og 4 bygg eller 2.7 km² og 198 bygg hvorav 41 bolighus, for flomvann fra hhv. nord eller sør.

Flomverket er relativt høyt med krona på ca. 1 meter over 200-årsflomvannstand, men det finnes et parti med setninger i flomverket som bør repareres, området med setninger er ca. 200 m². Sum kostnader for rehabilitering av flomverket er overslagsberegnet til kr 120 000,-.

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

INNHOLDSFORTEGNELSE

Begrepsliste	5
1 Bakgrunn	6
2 Faktadel	7
2.1 Nøkkelinformasjon om Mojordet flomverk	7
2.2 Teknisk oppbygging	8
2.3 Større skader, utført vedlikehold og oppgraderinger	8
2.4 Hva sikres av flomverket?	9
2.4.1 Eksisterende sikkerhetsnivå	10
2.4.2 Konsekvensvurdering av flom ved overtopping eller brudd ved Lauta (flomvann inn fra nord)	12
2.4.3 Konsekvensvurdering av flom ved overtopping eller brudd ved Storenga (flomvann inn fra sør)	13
2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet	15
2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner	16
3 Teknisk tilstand	17
3.1 Flomverk	17
4 Vurderinger	19
4.1 Tilsyn og beredskap	19
4.1.1 Tilgang	19
4.1.2 Vedlikehold og Skjøtsel	19
4.2 Teknisk tilstand flomverk	19
4.3 Behov for oppgradering og vedlikehold	20
4.4 Anbefalt sikkerhetsnivå	20
5 Kostnadsoverslag	21
5.1 Kostnadsoverslag for rehabilitering av flomverket med eksisterende sikkerhetsnivå	21
6 Referanser	22

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

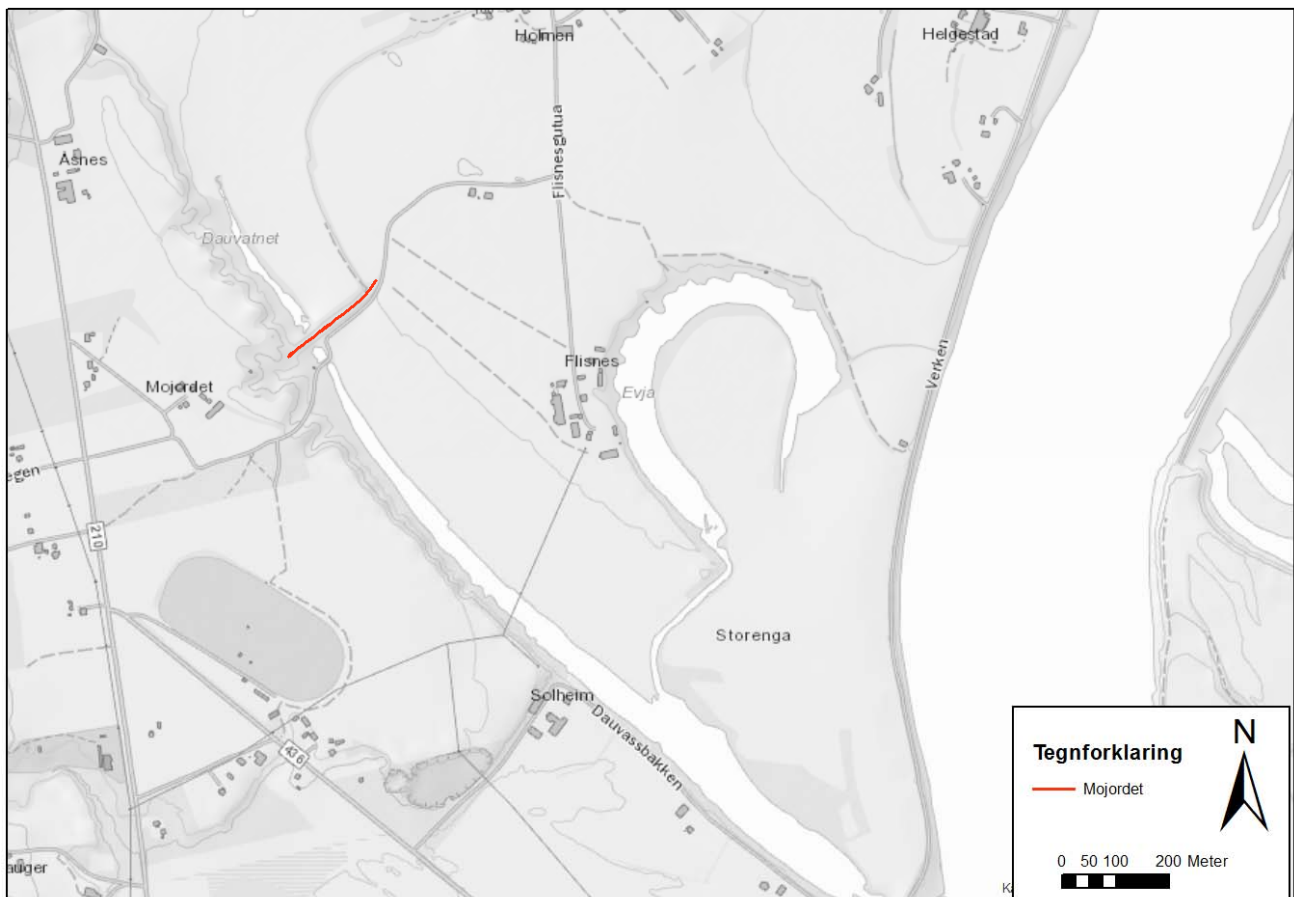
I tidsperioden 1960-2005 ble det bygget en rekke omfattende flomsikringsanlegg langs de store vassdragene på Østlandet. Det har blitt utført varierende grad av vedlikehold og skadereparasjoner på flomverkene opp gjennom tiden etter at de ble bygget, men det finnes ingen god oversikt over dagens status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

Mojordet flomverk i Åsnes kommune ble opprinnelig bygget for å beskytte Lauta mot flomvann fra sør gjennom Dauvatnet. Flomverket ble bygget i perioden 1919-1923, og er 250 m langt. Noe senere bygget man Lauta flomverk som skulle beskytte området nord for verket mot flomvann fra Glomma. Etter at også Storenga ble bygget i sør har Mojordverket fungert som et sekundærverk for seksjonering av områder som ligger beskyttet av de ytre verkene.



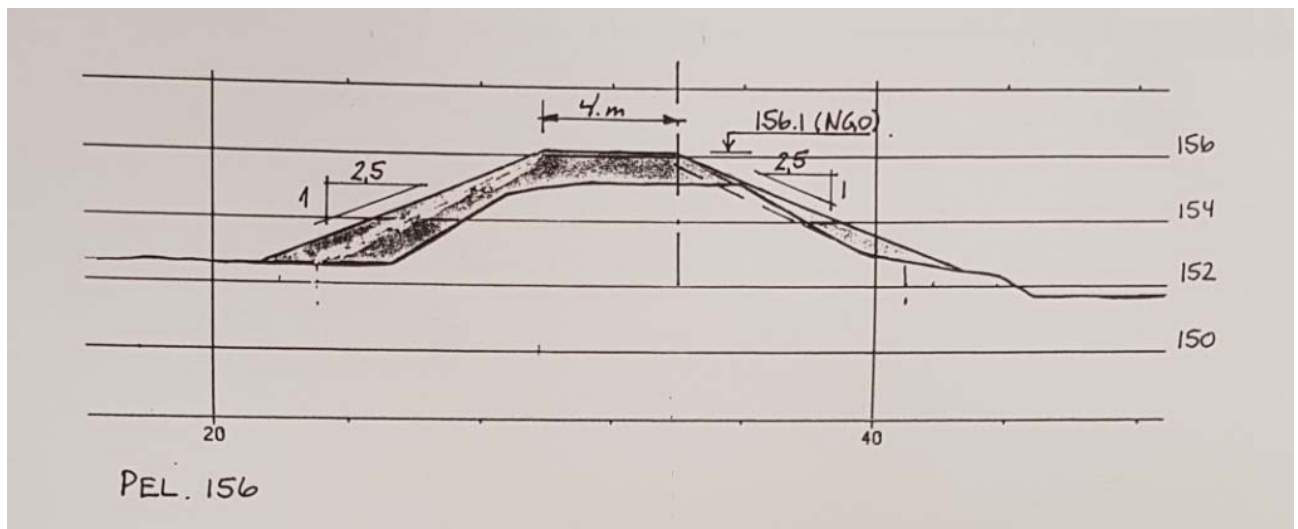
Figur 1 – Oversiktskart (rød linje er basert på profilmålinger)



Figur 2- Bilder av Mojordverket fra NVEs arkiv, datert 29.04.1936

2.2 Teknisk oppbygging

Flomverket ved Mojordet er bygget med en kronebredde på 4m og skråningshelning på 1:2,5 for begge sider. Flomverkets maks-høyde er ca. 7 m.



Figur 3 – Typisk planlagt snitt av flomverket (tegningen fra NVE arkivet)

Det ligger i dag et PEH $\varnothing 800$ rør gjennom flomverket. Lavvannsrøret er utstyrt med en tilbakeslagsventil mot Dauvatnet (mot sør) og det er et spor for nedføring av en plate for å stenge røret på nordsiden.

2.3 Større skader, utført vedlikehold og oppgraderinger

Flomverket Mojordet ble reparert første gang i 1935, og verket var fremdeles i god stand ved vedlikeholdskontroll i 1962. Det ble da påpekt at gjenstengningsluken i stikkrennen ikke fungerte optimalt på grunn av gjengrodd løp, mann ble også anbefalt å rense grøften ned til Dauvatnet for å lette vedlikehold senere, samt utbedre ytterligere én stikkrenne. Det gamle verket var bygget med smal krone og svært bratte skråninger.

Under flommen i 1995 brøt flomverket Lauta i nord sammen og området nord for Mojordverket ble oversvømt. Vanntrykket og sannsynligvis et gjennomgående hull i verket førte videre til at Mojordverket brøt sammen, og flomvann fløt inn over jordbruksland bakenfor Storengaverket.

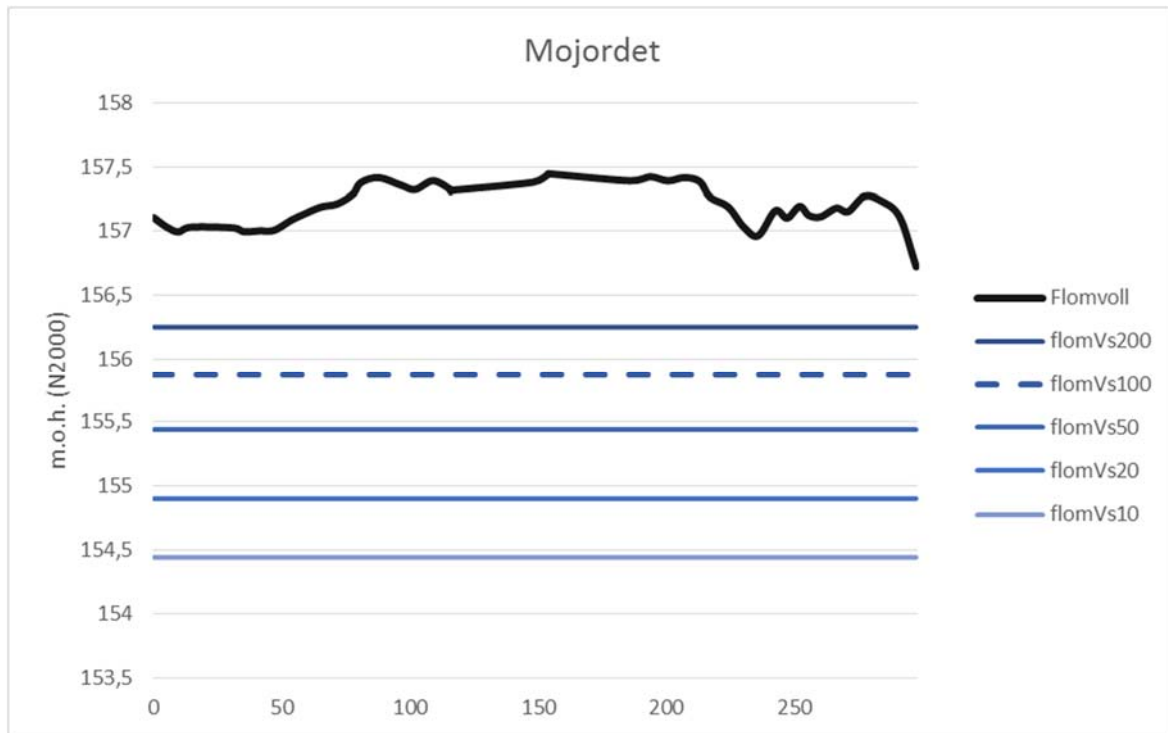
I etterkant av flommen ble verket gjenoppbygd med følgende spesifikasjoner:

- Sandfylling med kronebredde 4m og sideskråninger 1:2,5 – 1:3. (Det ble ikke lagt tetningsduk eller drengrøft i verket)
- Anslått volum i erosjonsgrøp 40 – 50 000m³.
- Forsterkninger av verket med ca. 20 000m³
- Lavvannsrør skiftet og forlenget med nytt PEH $\varnothing 800$ mm anleggørør for naturlig drenering av arealet innenfor Lautaverket til Dauvatnet. Lavvannsrøret ble utstyrt med tilbakeslagsventil mot Dauvatnet, samt en manuell lukkemekanisme i innløpet på nordsiden av verket.

2.4.1 Eksisterende sikkerhetsnivå

Mojordet flomverk

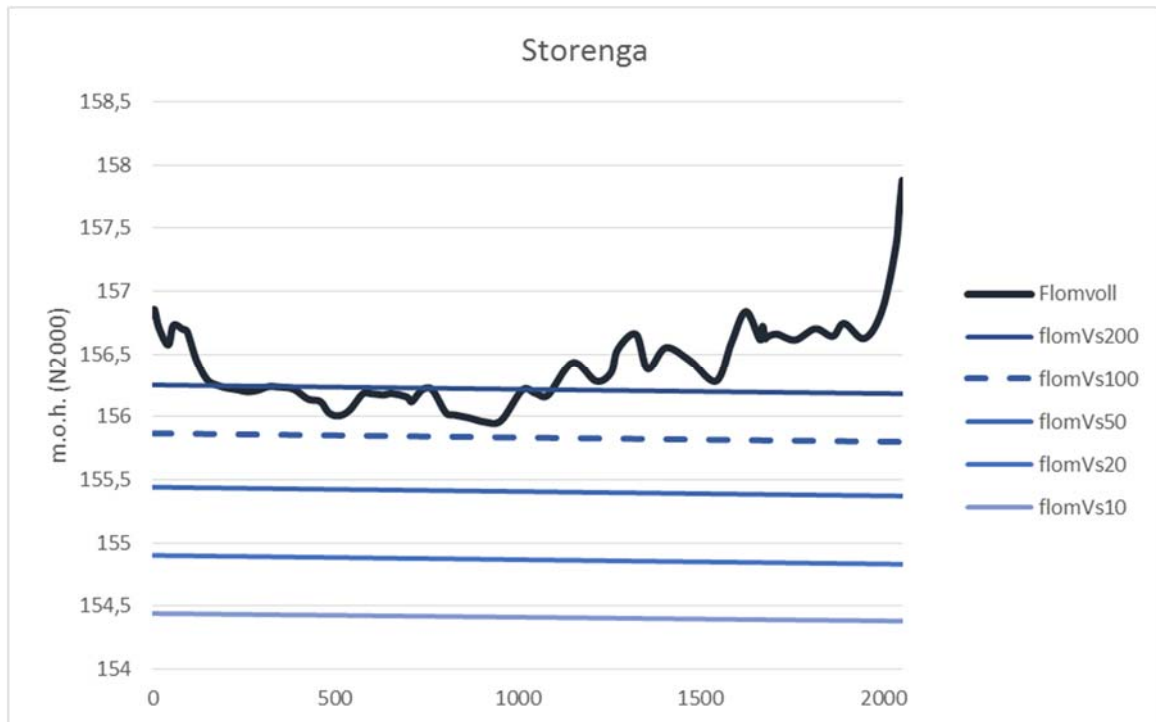
Innmålt høydeprofil av flomverket sammenliknet med vannstander ved flommer av ulike gjentaksintervall (tverrprofil #7) konvertert til NN2000-høyder, viser at flomverket beskytter mot flomnivå over et 200- års gjentaksintervall (se Figur 5).



Figur 5 - 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.

Storenga flomverk

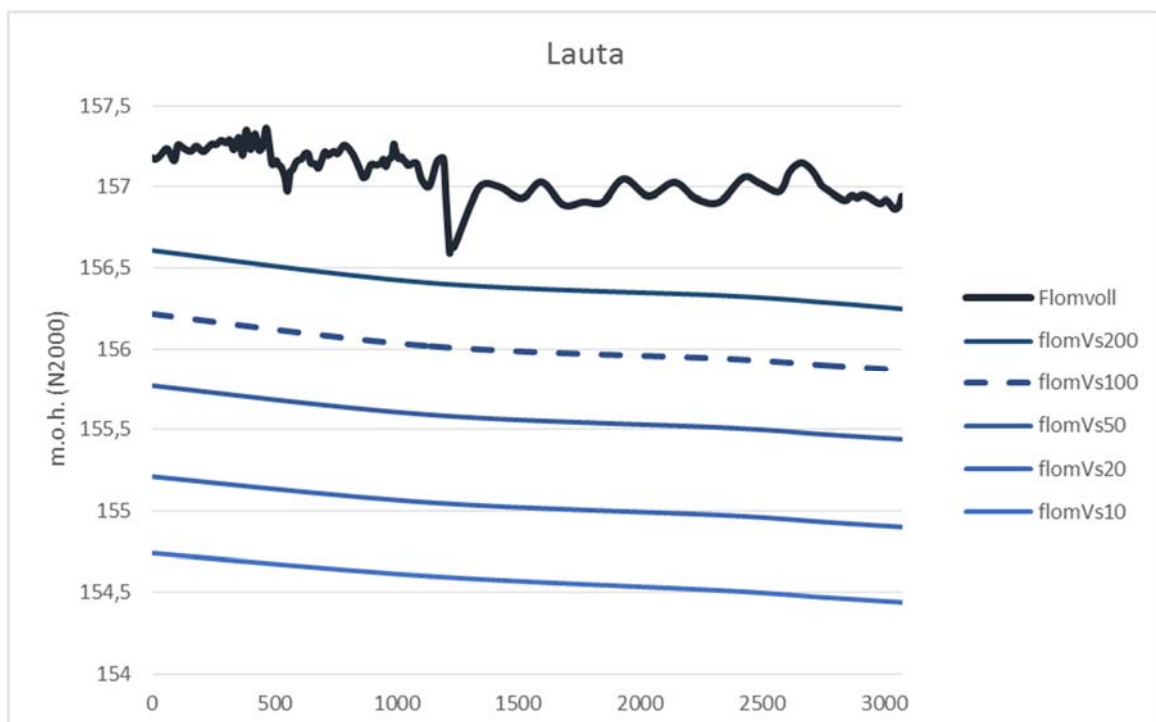
Innmålt høydeprofil av flomverket sammenliknet med vannstander ved flommer av ulike gjentaksintervall (tverrprofilene #7 til #8), viser at flomverket beskytter områdene bak flomverket mot flomnivå opp til 100 års gjentaksintervall. Dette skyldes to lavere partier ved ca. 1000-1200 m og 1500-1600 m fra nordlig endepunkt som ligger lavere enn 200-årsflom (se Figur 6).



Figur 6 - Høydeprofil for flomverket Storenga samt vannstander ved ulike gjentakintervall (NVE flomdata i tverrprofiler korrigert til NN2000-høyder). Profilet ses her fra vannsiden, dvs. 0=oppstrøms ende.

Lauta flomverk

Innmålt høydeprofil av flomverket sammenliknet med vannstander ved ulike gjentakintervall (tverrprofilene #2 til #7)¹ viser at flomverket beskytter til nivå over 200-årsflom (se Figur 7).



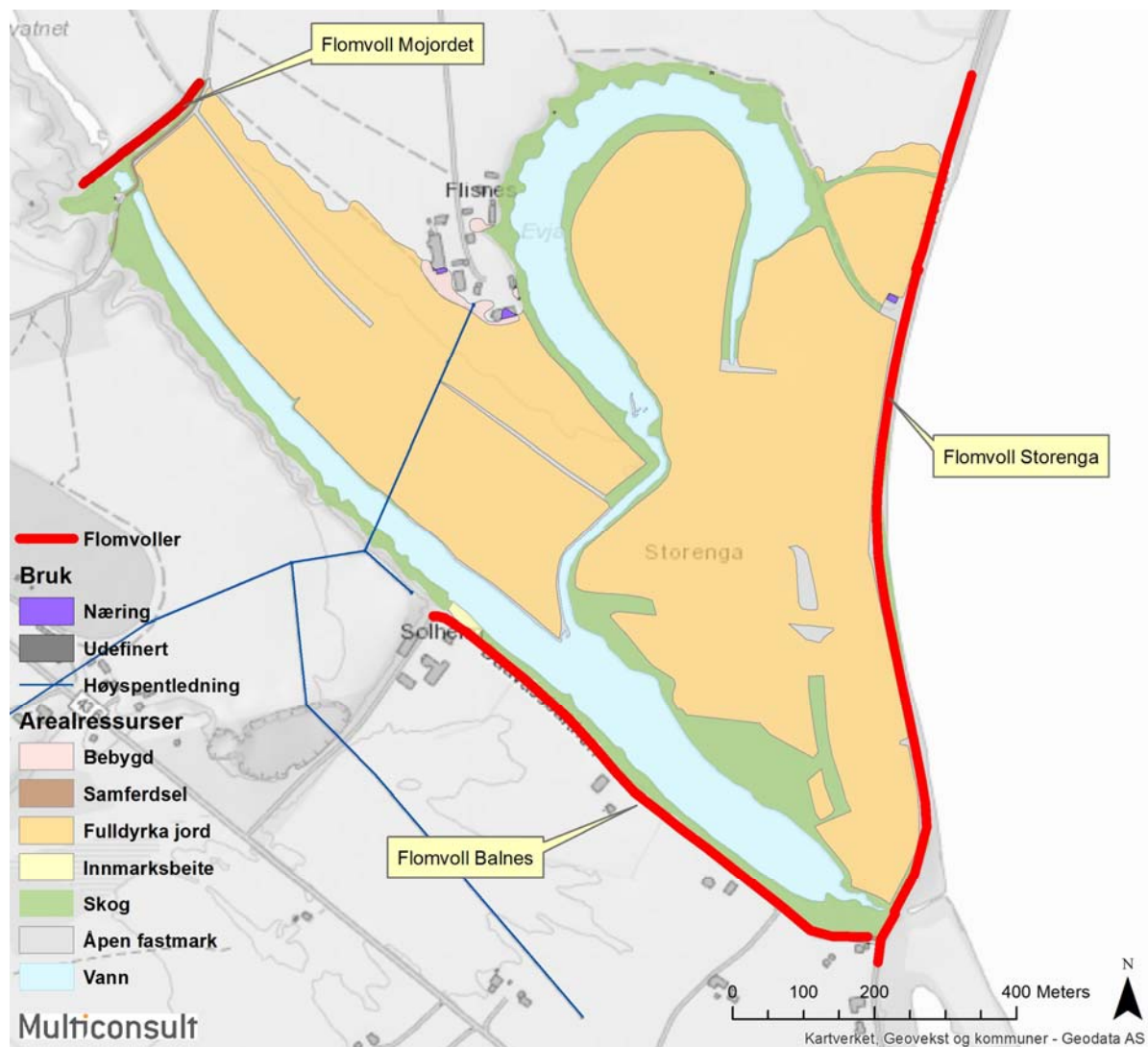
Figur 7 - Høydeprofil for flomverket på Lauta samt vannstander ved ulike gjentakintervall (NVE flomdata i tverrprofiler korrigert til NN2000-høyder). Profilet vises fra 0=oppstrøms mot nedstrøms Glomma.

¹ NVEs flomdata i tverrprofiler

2.4.2 Konsekvensvurdering av flom ved overtopping eller brudd ved Lauta (flomvann inn fra nord)

Flomvollene Mojordet og Storenga beskytter det mellomliggende området mot flommer opp til nivå tilsvarende hendelser med 100 års gjentakintervall. En 200-årsflom legges til grunn for utbredelsen av flom i området. Ved en slik hendelse vil et område på 0,8 km² bli rammet. Her er det tatt utgangspunkt i NVEs egne flomsonekart for 200-årsflommen. 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 flomsonekartet for hvert gjentakintervall differensiert mellom områder i direkte *flomfare* ved hendelsen samt «*lavpunkter*» forstått som lavtliggende områder beliggende 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. Kartet viser arealressurser samt bygg og anlegg.

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

Tabell 1 - Antall potensielt flomutsatte bygg innenfor kategoriserte bruksformål (kilde: FKB bygningsdata for analyseområdet)

Bruksformål, detaljert	Antall	Sum grunnareal [m ²]
Annen landbruksbygning	2	127
Hus for dyr/landbruk, lager/silo	2	275
Udefinert	-	31
Total	4	433

Omfanget av arealer som potensielt rammes av flom er oppsummert i Tabell 2 etter 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	3,3
Samferdsel	7,3
Fulldyrka jord	514,7
Innmarksbeite	0,9
Skog	117,4
Åpen fastmark	17,1
Ferskvann	140,9
Total	801,5

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

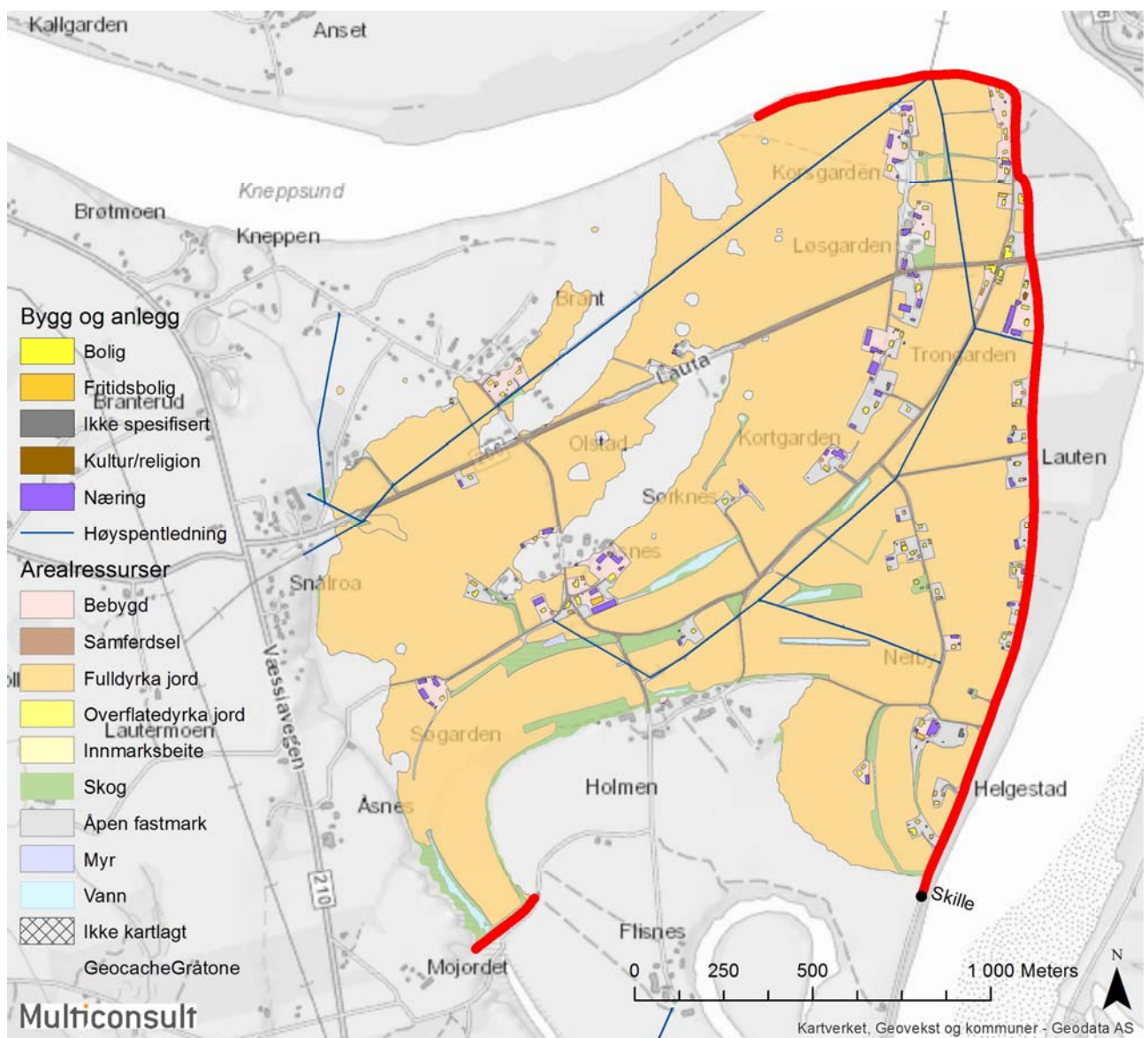
2.4.3 Konsekvensvurdering av flom ved overtopping eller brudd ved Storenga (flomvann inn fra sør)

Flomvollene Lauta og Mojordet beskytter det mellomliggende området mot flommer med 200 års gjentaksintervall. Storenga er per i dag noe lavere enn nivå for 200-års flom. En 200-årsflom legges også til grunn for utbredelsen av flom i området. Her påpekes det at vannstanden for 200-årsflom ved Storengaverket er estimert til kote 156,25 moh. (NN2000). Tverrprofilene som ligger til grunn for utbredelsen av flomsoner nord for Mojordet angir flomvannstander for 200-årsflom fra kote 156,25 til 156,6 moh. (NN2000), se Figur 7. Konsekvenser for scenarioet med flomvann inn fra sør vil dermed overestimeres. Forskjellen i flomdekt areal vurderes til å være mindre enn 10%.

Her er det tatt utgangspunkt i NVEs egne 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 flomsonene 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 9 – 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 3 med antall bygg for kategoriserte bruksformål og grunnareal.

Tabell 3 - Antall potensielt flomutsatte bygg på Lauta innenfor kategoriserte bruksformål (kilde: summering av FKB bygningsdata for området)

Bruksformål, detaljert	Antall	Sum grunnareal [m ²]
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 Tabell 4 med antall arealressurskategorier (AR5). Arealet er oppsummert innen hver arealbrukskategori samt for totalen.

Tabell 4 - Omfanget av potensielt flomutsatte arealressurser og annen arealbruk innenfor definerte kategorier (kilde: summering av FKB Arealbruksdata for området).

Arealbruk	Sum grunnareal [daa]
Bebygd	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 distribusjonsnettene seg innover området for lokal energiforsyning (se Figur 9).

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 friluftsføremål samt reindrift (LNFR-formål). 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 2015, som 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 elv. Planen fastsetter ansvarsfordeling mellom offentlige myndigheter og verkestyret/grunneierlag. Kommunen er ansvarlig overfor NVE for tilsyn og vedlikehold av utførte flomsikringsanlegg i henhold til avgitt kommunestyrevedtak. Normalt har kommunen overført dette ansvaret til verkestyrene/grunneierne som har gitt undergaranti og har rapporteringsplikt overfor kommunen. Mojordet flomverk tilhører Lauta/Mojord verkestyret.

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 flomverkene 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 på 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 verkestyret.
- Rapportere til kommunens administrative og politiske ledelse samt lensmannen om utviklingen.
- Kontakt med NVEs regionkontor på Hamar.
- Brannvesenets ledelse gjennomgår internt instruksjonen 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 Redningsentral (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 Mojordet flomverk den 02.08.2017. Tilstede på befaringen var Media Sehatzadeh og Jon Magnus Amundsen fra Multiconsult, samt Brede Steinbakken, kommunes kontaktperson for flomverket.

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

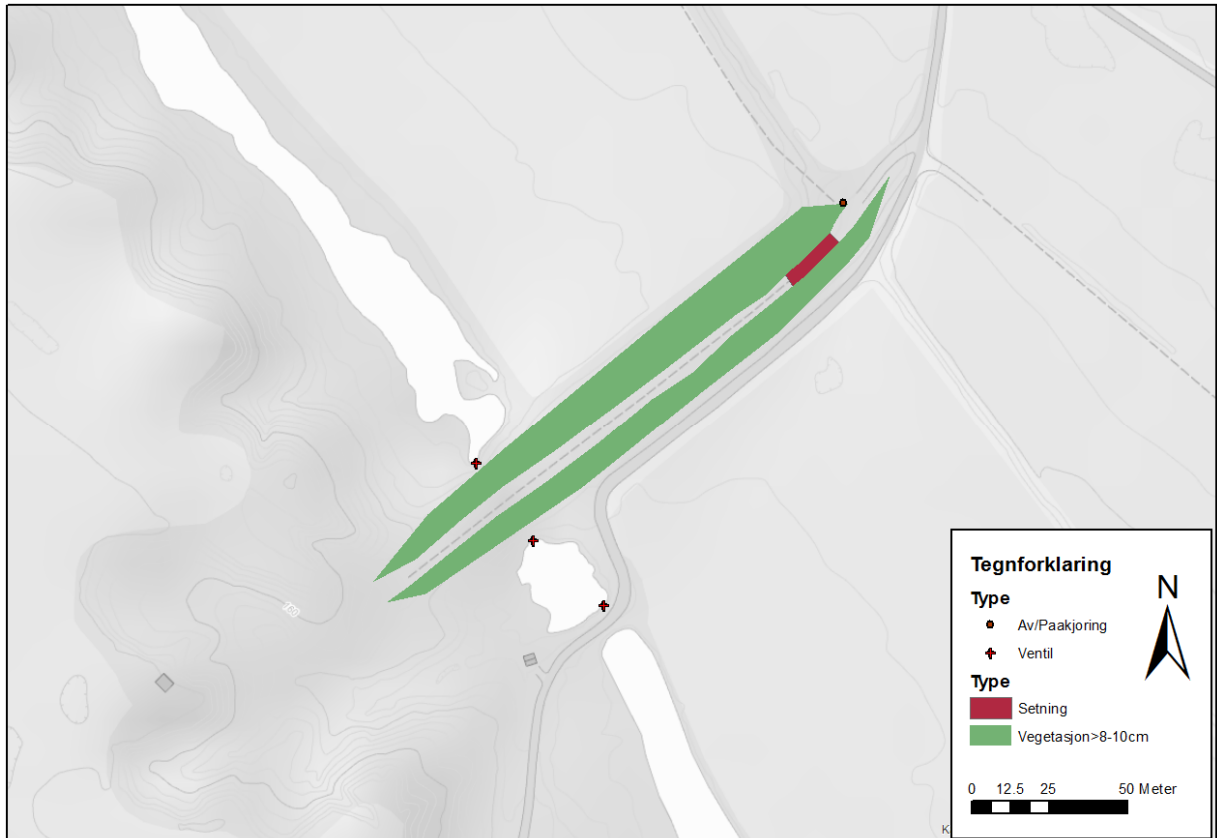
Andre registreringer på flomverk

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 figurene nedenfor. Observasjonene er også levert i digitalt format som vedlegg til denne rapporten.



Figur 10 – Observasjonene ved flomverket.

Flomverket er relativt høyt som en enkel dam, dekket med vegetasjon på begge sider, og det er en setning i østlig del av flomverket på krona. Et nytt lavvannrør ble etablert etter 1995.

Det er en $\varnothing 800$ rør ventil gjennom flomverket med tilbakeslagsventil på sørsiden ved Dauvatnet.

4 Vurderinger

4.1 Tilsyn og beredskap

4.1.1 Tilgang

Det er god tilgang til flomverket, da det er anlagt en vei ved flomverket.

4.1.2 Vedlikehold og Skjøtsel

Det er vegetasjon på begge sider, og det er en setning i østre del av flomverket som bør repareres. 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. Vegetasjon større en 8-10cm i diameter bør derfor fjernes, markert i Figur 10, skjøtsel må skje regelmessig.

Flomverkets stabilitet har blitt vurdert gjennom en stabilitetsanalyse gjort for et typisk flomverk, se Vedlegg 1. Skråningshelninger for Mojordet er 1:2,5 på både vannside og luftside, og verket er da slakere enn det typiske flomverket. Flomverket antas dermed å ha en bedre sikkerhetsfaktor mot utglidning, og sikkerhetsfaktoren vurderes som tilfredsstillende.

I rapporten fra planleggingsarbeidene etter flommen i 1995 ble det påpekt at lavvannsrøret burde utstyres med en ventil som lar seg manuelt opereres fra toppen av flomverket. Dagens løsning med et spor for stengeplate i nordenden vurderes som dårlig da man vil ha et kort handlingsrom for å sette inn en slik plate. Det vil også være svært usikkert om røret lar seg åpne igjen ved behov.

Dersom vannstanden i Glomma synker samtidig som det er mye nedbør lokalt, kan vannstanden på nordsiden av flomverket fortsette å øke på et tidspunkt hvor lavvannsrøret med fordel kunne vært åpnet. Bruk av dykkere for å stenge slike rør vurderes som en svært farefull operasjon.

Setningsskadene i den nordøstlige delen av flomverket påvirker sikringshøyden og bør derfor utbedres.

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 sikkerhet 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 som følge av indre erosjon inkluderer følgende:

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

Selv om de ovenfor nevnte mulige årsakene til brudd er vanskelig å oppdage, og enkelte bare oppstår under en flom, var det ingen indikasjon på at noen av disse mulige årsaker til brudd var til stede.

Erosjonssikringen av flomverket virker å være godt utført med større steiner i de nederste partiene og noe avtakende steinstørrelse mot toppen. Det vil ikke opptre strømmende vann langs flomverket.

4.3 Behov for oppgradering og vedlikehold

Setningskadene i nordøstre ende av flomverket må utbedres for et område på ca. 200 m².

Det bør også etableres en ventil for å styre vanngjennomstrømningen i lavvannsrøret som lar seg manøvrere fra toppen av flomverket, eller annet flomsikkert sted.

4.4 Anbefalt sikkerhetsnivå

Bak flomvollen finnes det i dag 41 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.

Flomverkets høyde er i dag minst 1 meter over 200-årsflomvannstand, dette vurderes som tilstrekkelig.

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 arbeidernes størrelse og kompleksitet.

5.1 Kostnadsoverslag for rehabilitering av flomverket med eksisterende sikkerhetsnivå

Kostnader er estimert basert på rehabiliteringsarbeider anbefalt i 4.3:

Flomverk (1240/8966)	Mengde	Enhetspris	Delsum
Markrydding, grunnforsterking, graving og fylling: Oppfylling av setningsskader.	350 m ³	170 kr/m ³	Kr 59 500
Terrengarbeider: Arrondering ved oppfylt setningsskader	200 m ²	55 kr/m ²	Kr 11 000
Metallarbeider: Etablering av ventil som lar seg styre fra toppen av flomvullen:	1 stk	RS	50 000
SUM			Kr 125 000

Rigg, drift, uforutsette kostnader og merverdiavgift vil komme i tillegg. Sum er rundet opp.

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

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 plastfolien (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:

- Stasjonært tilstand (Luftside)
- «Transient analysis» (Vannside og Luftside)

«Stasjonært tilstand» 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

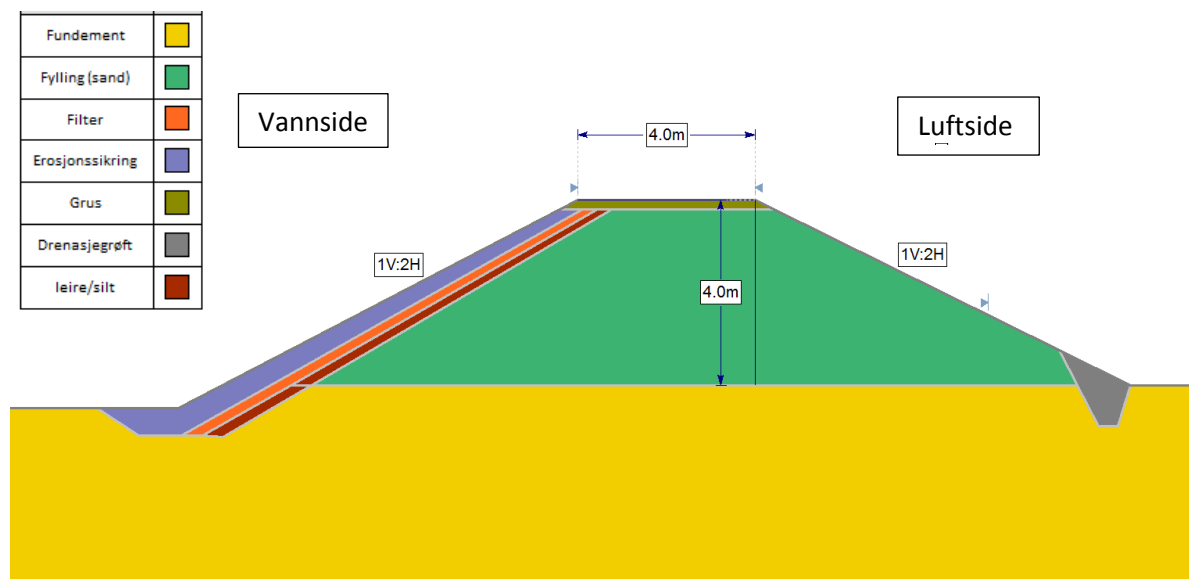
1.3.1 Analysemetode

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:

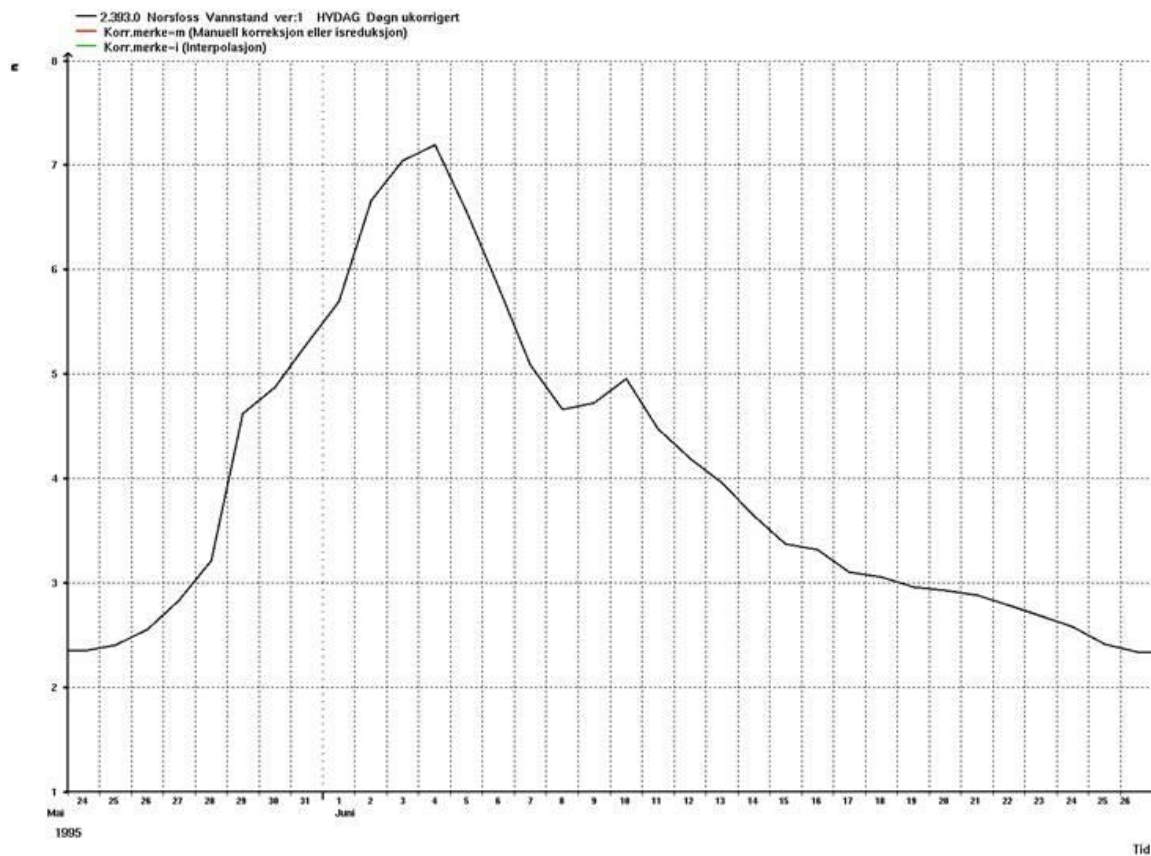
- Vannside skråning, 1V:2,0H
- Luftsider skråning, 1V:2,0H
- Topp bredde – 4,0m
- Høyde – 4,0m
- Tetningskjerne av leire / silt på vannside



Figur 1: Representativt snitt av flomvoll, med soneinndeling

1.3.3 Hydrauliske forutsetninger

Ved stasjonært tilstand 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 stasjonært tilstand, 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	

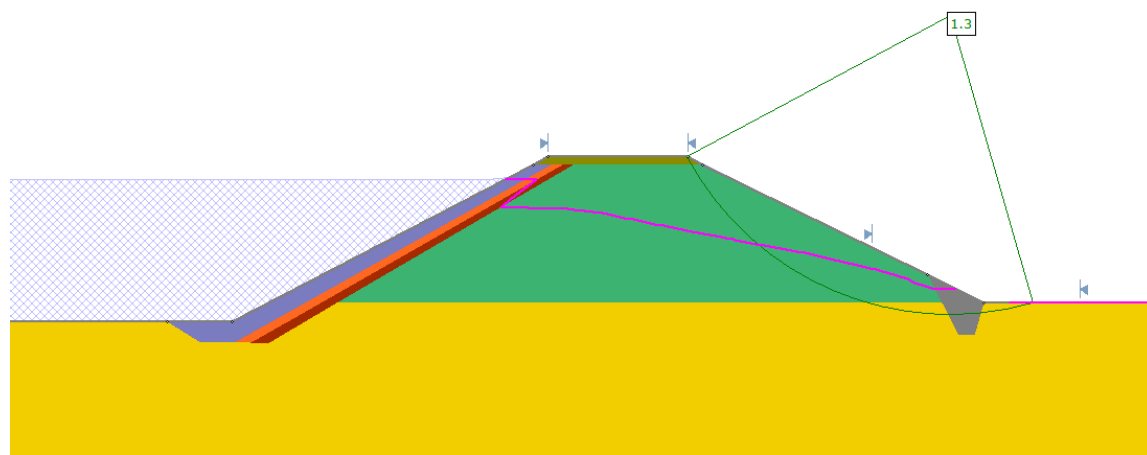
1.4 Beregninger og resultater

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,

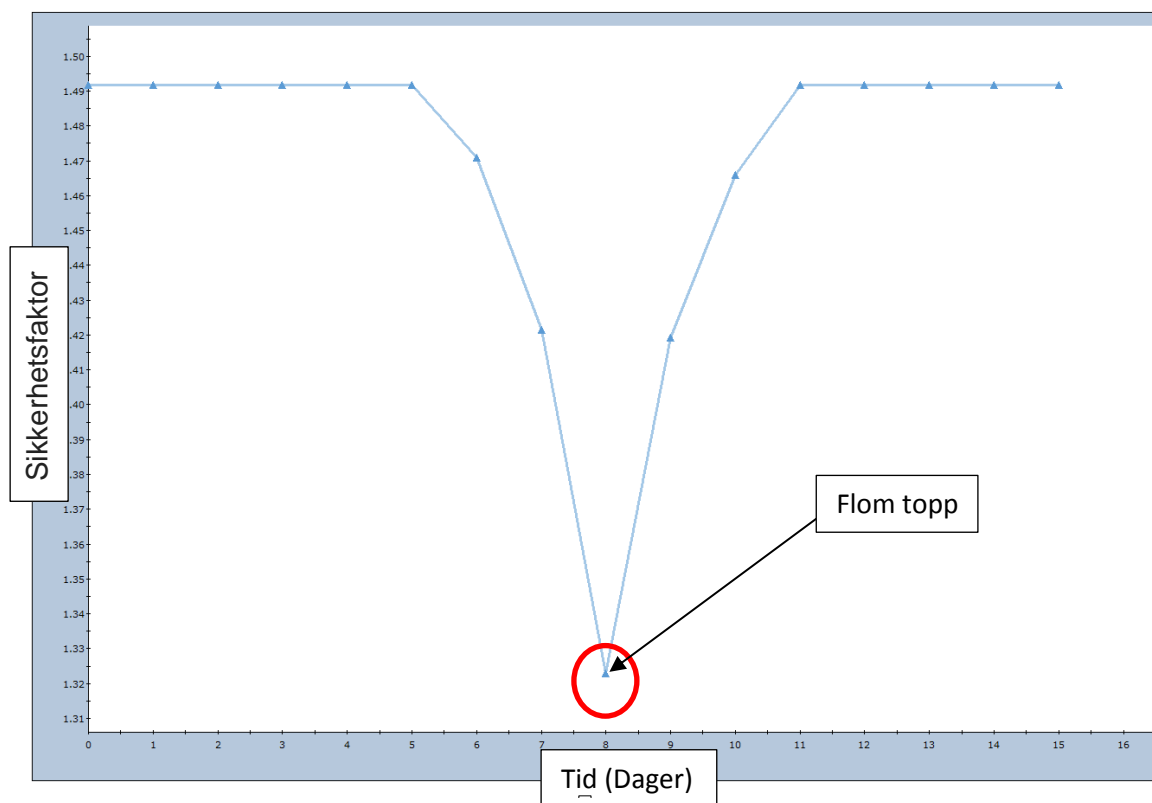
Sikkerhetsfaktoren under stasjonærtilstand er 1,3. Det betegner imidlertid verste tilfelle for flomverkets luftside. Sikkerhetsfaktoren er påvirket av fyllingens friksjonsvinkel, helning og soneinndeling (permeabilitetsforskjell mellom tetning, fyllmateriale og drenasjegrøft). En større forskjell mellom 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 poretrykklinjens i flomverket vil ligge lavere.

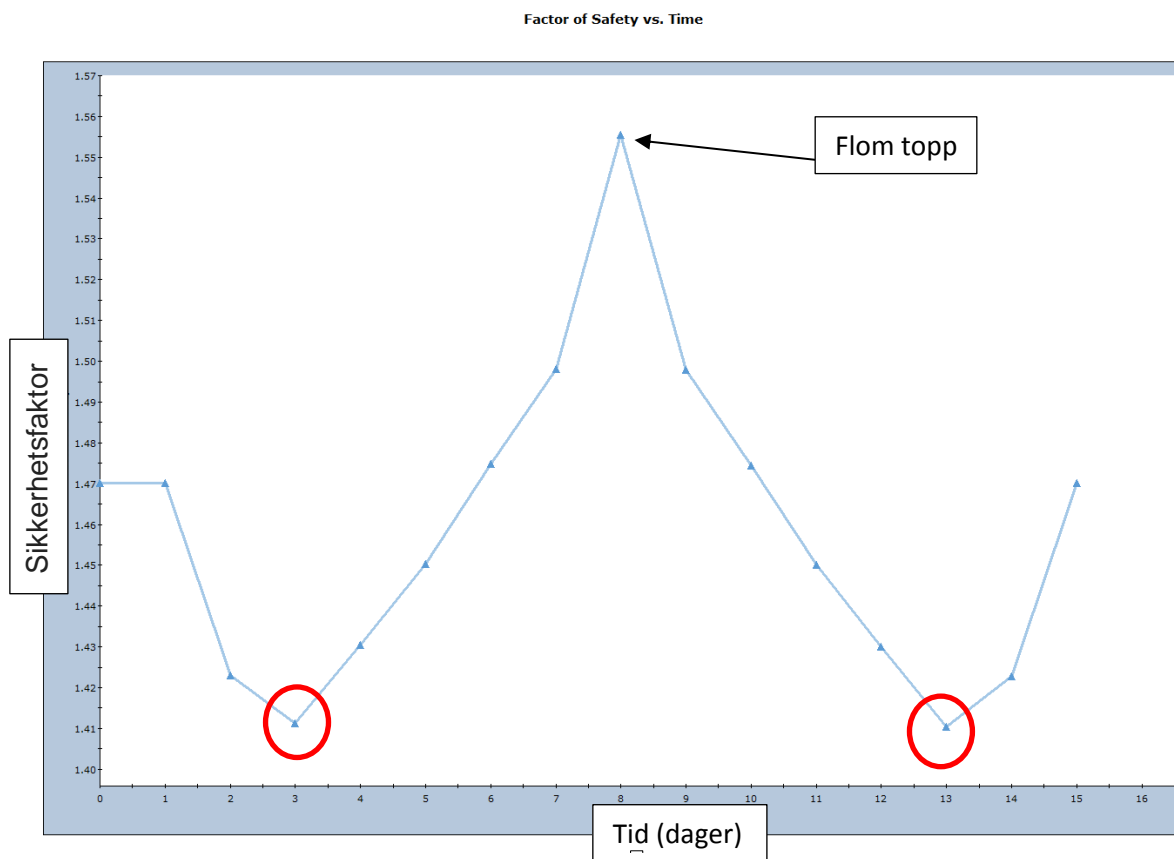


Figur 4: «Transient analysis» Luftside, sikkerhetsfaktor mot tid (ugunstig markert med en rød sirkel)

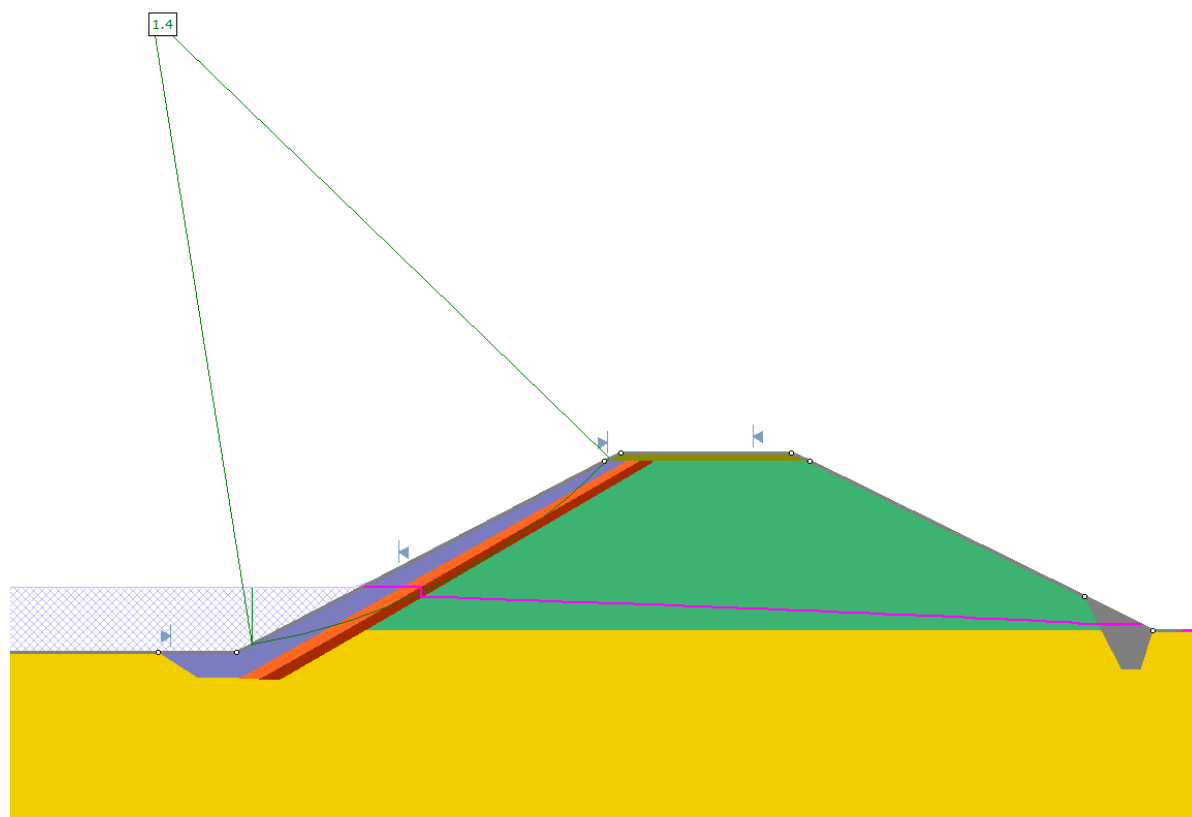
1.4.3 «Transient analysis» vannside,

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

