



Ullern flomverk (VV 8901), Sør-Odal kommune

Status og vurdering av behov for oppgradering

24
2018

R
A
P
P
O
R
T



Rapport nr 24-2018

Ullern flomverk (VV 8901), Sør-Odal 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 978-82-410-1677-6

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 Ullern flomverk ved Ullern kirke i Sør-Odal. Flomverket beskytter et område på 0,2 km², omfattende 34 bygg hvorav 5 bolighus og en kirke. Flomverkskrona ligger over nivået for en 100-års flom. Flomverket er i relativt god stand, men det er en del høy vegetasjon på verket.

Emneord: Flomverk, Sør-Odal 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

Ullern flomverk (VV 8901), Sør-Odal kommune

Status og vurdering av behov for oppgradering

OPPDRAAGSGIVER

NVE

EMNE

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

Tiltaksnummer 8901

DATO / REVISJON: 12. des. 2017/ 00

DOKUMENTKODE: 130615-RiEn-RAP-019



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

OPPDRAAG	Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst, status og behov for oppgradering	DOKUMENTKODE	130615-RiEn-RAP-019
EMNE	Ullern Flomverk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	NVE	OPPDRAAGSLEDER	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 Ullern flomverk i Sør-Odal kommune. Flomverket beskytter et område på 0,2 km², som inneholder 34 bygg, inkludert 5 boliger og en kirke.

Flomverket er i relativt god stand med erosjonssikring langs hele strekningen, men det er en del stor vegetasjon på vannsiden av flomverket. Det er viktig at vegetasjonen skjøttes regelmessig. Det anbefales å utvide flomverket langs Sundvegen. Sum kostnader for oppgradering av flomverket er overslagsberegnet til kr 210 000,-.

00	12.12.2017	Rapport	MEDS/RW/RA/AT	HANN/TCW/AGB	RW
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

Begrepsliste	5
1 Bakgrunn	6
2 Faktadel.....	7
2.1 Nøkkelinformasjon om Ullern flomverk.....	7
2.2 Teknisk oppbygging	7
2.3 Større skader, utført vedlikehold og oppgraderinger	8
2.4 Hva sikres av flomverket?	9
2.4.1 Eksisterende sikkerhetsnivå.....	9
2.4.2 Konsekvensvurdering av flom	10
2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet	13
2.6 Kommunens tilsyns og beredskapsplaner.....	13
3 Teknisk tilstand.....	14
3.1 Flomverk	14
4 Vurderinger	17
4.1 Tilsyn og beredskap	17
4.1.1 Tilgang.....	17
4.1.2 Vedlikehold og skjøtsel	17
4.2 Teknisk tilstand flomverk	17
4.3 Behov for oppgradering og vedlikehold.....	18
4.4 Anbefalt sikkerhetsnivå	18
4.5 Plassering av nødoverløp	18
5 Kostnadsoverslag for oppgradering.....	20
5.1 Kostnadsoverslag for oppgradering av flomverket	20
6 Referanser	21

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 etter at de ble bygget, men det finnes ingen god oversikt over dagens status for de ulike flomverkene.

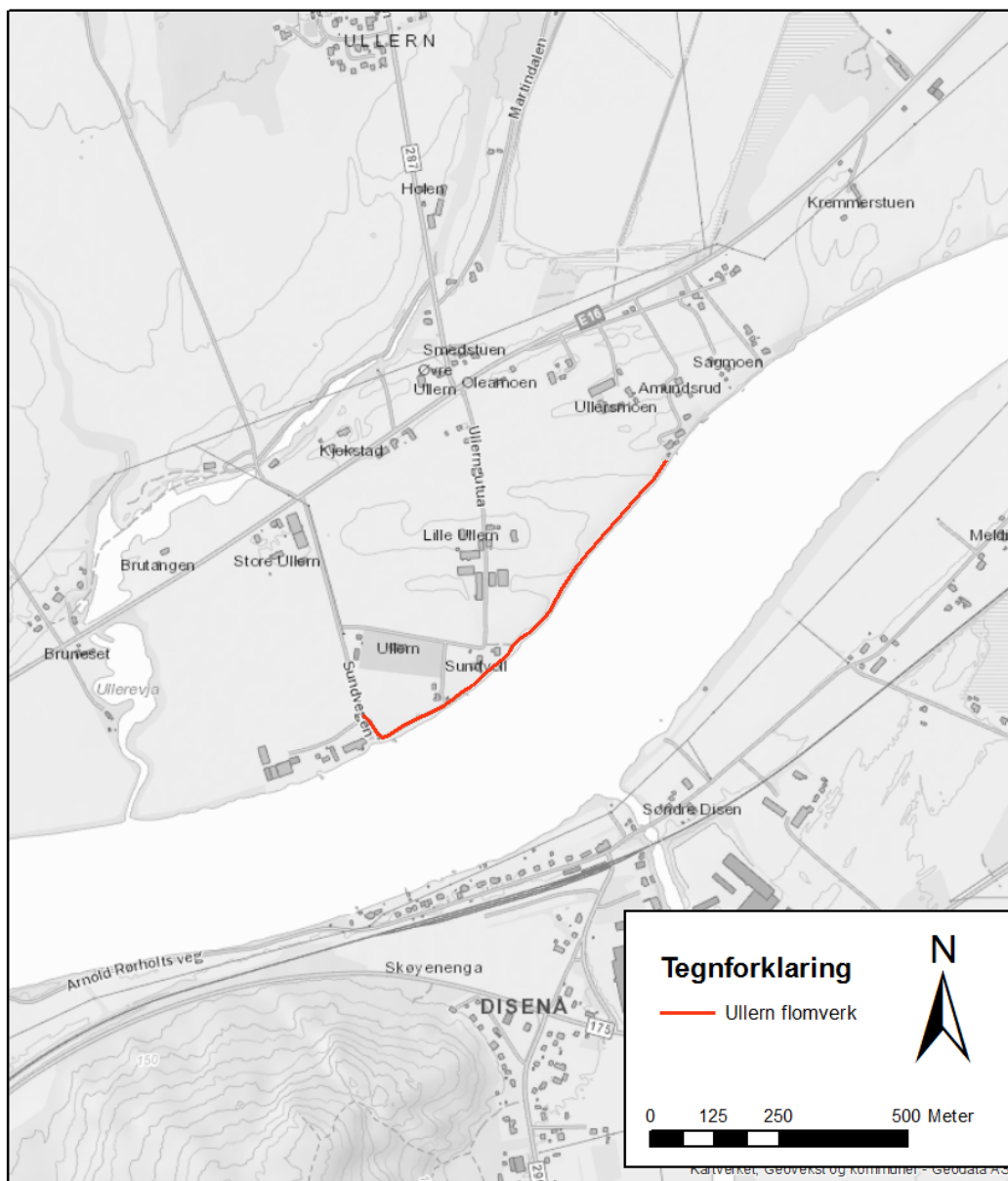
På oppdrag for NVE skal Multiconsult systematisk gjennomgå en rekke anlegg og kartlegge disse anleggenes status og vurdere behov for oppgradering. Resultatet av Multiconsults arbeid vil danne et godt grunnlag for videre vedlikehold og eventuelle oppgraderinger av flomverkene.

2 Faktadel

2.1 Nøkkelinformasjon om Ullern flomverk

Ullern flomverk ligger i Sør-Odal kommune. Flomverket, slik det fremstår i dag, ble bygget etter flommen i 1995. Det skal ha vært forbygning på stedet før flomverket ble oppført, uten at det er kommet frem noe informasjon om dette. Ullern flomverk ble hovedsakelig anlagt for å beskytte Ullern kirke like innenfor flomverket.

Flomverket er 840 m langt og ble avsluttet ved Sundvegen i nedstrøms ende.



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

2.2 Teknisk oppbygging

Flomverket er delvis bygget som en flomvoll (nedstrøms ende, ca. 380 m) og delvis bygget som en heving av jordbruksarealet mot Glomma (oppstrøms ende, ca. 460 m). Det er uklart i hvor stor grad jordbruksarealet har blitt hevet og hva som er naturlig terreng.

Sundvegen ble ikke hevet i forbindelse med arbeidene, men fremstår som et tydelig lavbrekk i terrenget. Ved en flomsituasjon har man lagt opp til at flomverket forlenges innover Sundvegen med midlertidige flombarrierer (masseutlegging).

Det ble ikke funnet planer som beskriver utformingen av flomverket ved Ullern. Skråningshelningen mot Glomma er antatt bygget til 1:2. På luftsiden er skråningshelningen trolig bygget noe slakere, særlig inn mot boligene ved Sundvoll. Kronebredden er målt til 4 m, og det er anlagt grusdekke i hele flomverkets lengde, med unntak av enkelte partier ved boligene ved Sundvoll, hvor det er anlagt plen over flomverket.

Flomvollen ligger helt ut mot Glomma hele vegen, men er trolig bygget på toppen av elveskråningen.

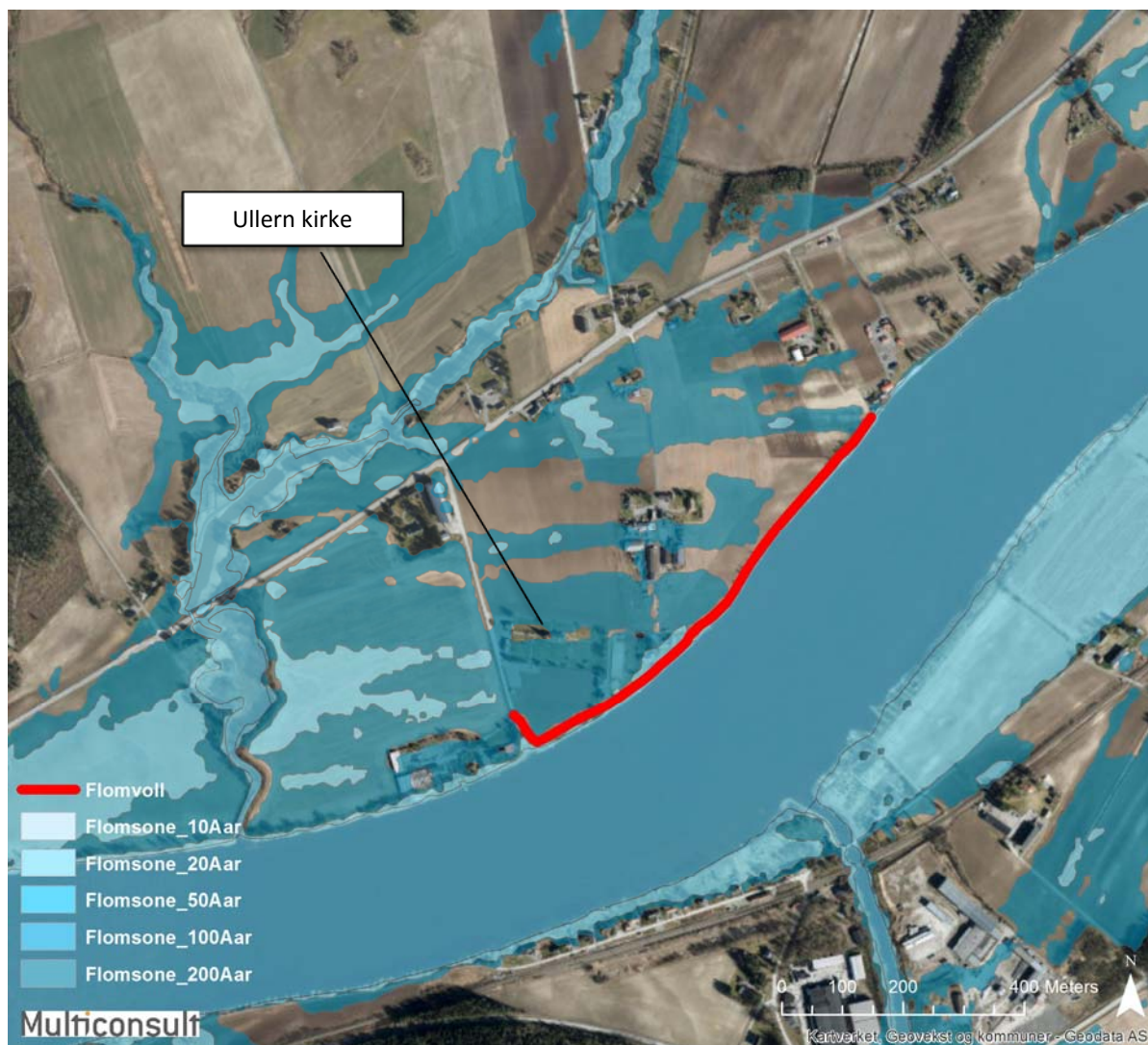
2.3 Større skader, utført vedlikehold og oppgraderinger

Ved flommen i 1995 ble områdene bak Ullern flomverk i sterk grad bløtlagt av flomvann. Gravstøtter raste overende, og man var på et tidspunkt svært urolig for fundamentene til Ullern kirke. Etter flommen ble det derfor besluttet å anlegge flomverk langs denne delen av Glomma.

Det har ikke vært skader på Ullern flomverk etter at flomverket ble oppført.

2.4 Hva sikres av flomverket?

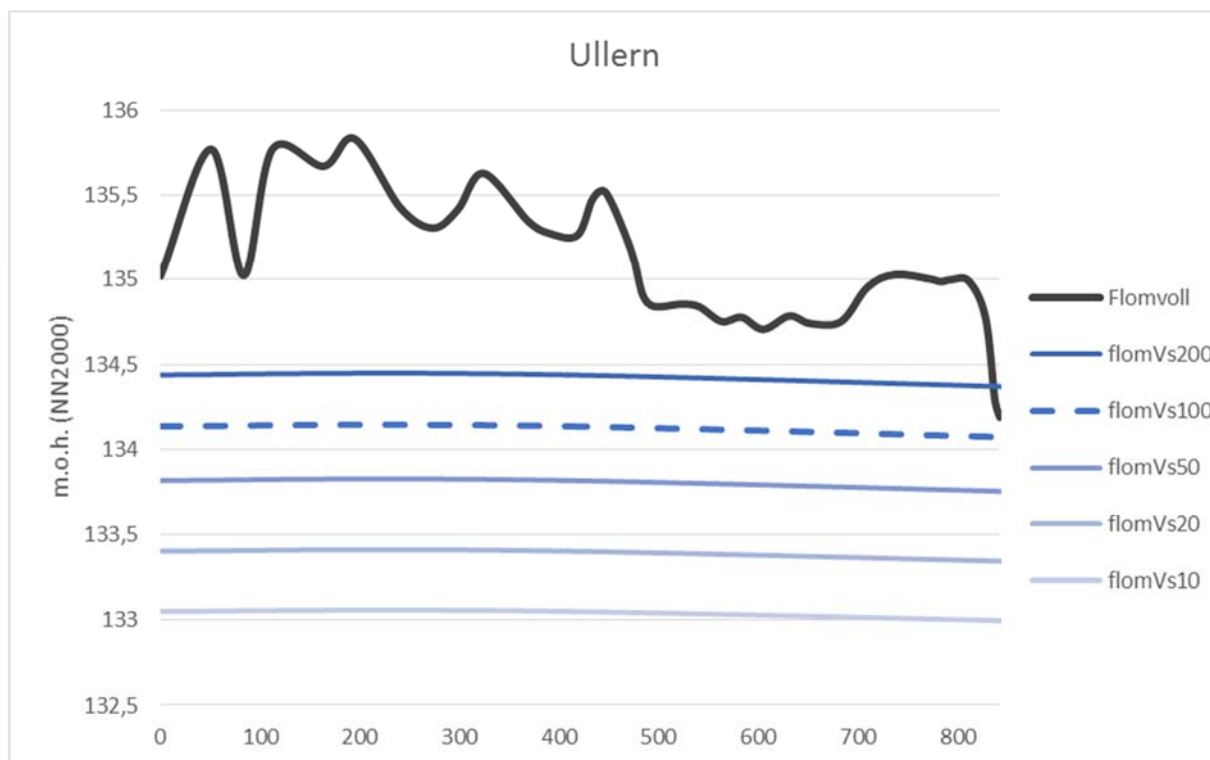
Flomvollen som vurderes i denne rapporten er vist på kartet i Figur 2, med utbredelsen av potensielle flomsone/lavpunkt for flomhendelser av ulike gjentakintervall. Av særlig interesse her er Ullern kirke på innsiden av den sydvestlige enden til flomvollen, og kirken ligger i 200-års flomsone. Flomvollen beskytter lavtliggende landområder som vist i Figur 4.



Figur 2 - Kartet viser aktuelle flomtiltak samt utbredelsen av flomsone/lavpunkt for ulike gjentakintervall i en situasjon uten sikringstiltak. Flomsoneene er overlappende iht tegnforklaringen. Utbredelsen av de sjeldnere, større hendelsene illustreres av de mørke nyanser, som dekker større områder, da inkludert de lysere områdene.

2.4.1 Eksisterende sikkerhetsnivå

Innmålt høydeprofil av flomverket med vannstander ved flommer av ulike gjentakintervall (tverrprofil #12 og #11) er illustrert i Figur 3. Profilet viser et fall i sydvestlig ende, der vollen sammenfaller med Sundvegen. En vesentlig merknad i den forbindelse, som har betydning for områdets beskyttelse mot flom, er at veien forhøyes med midlertidige flombarrierer til nivå over 200-års flomvannstand.



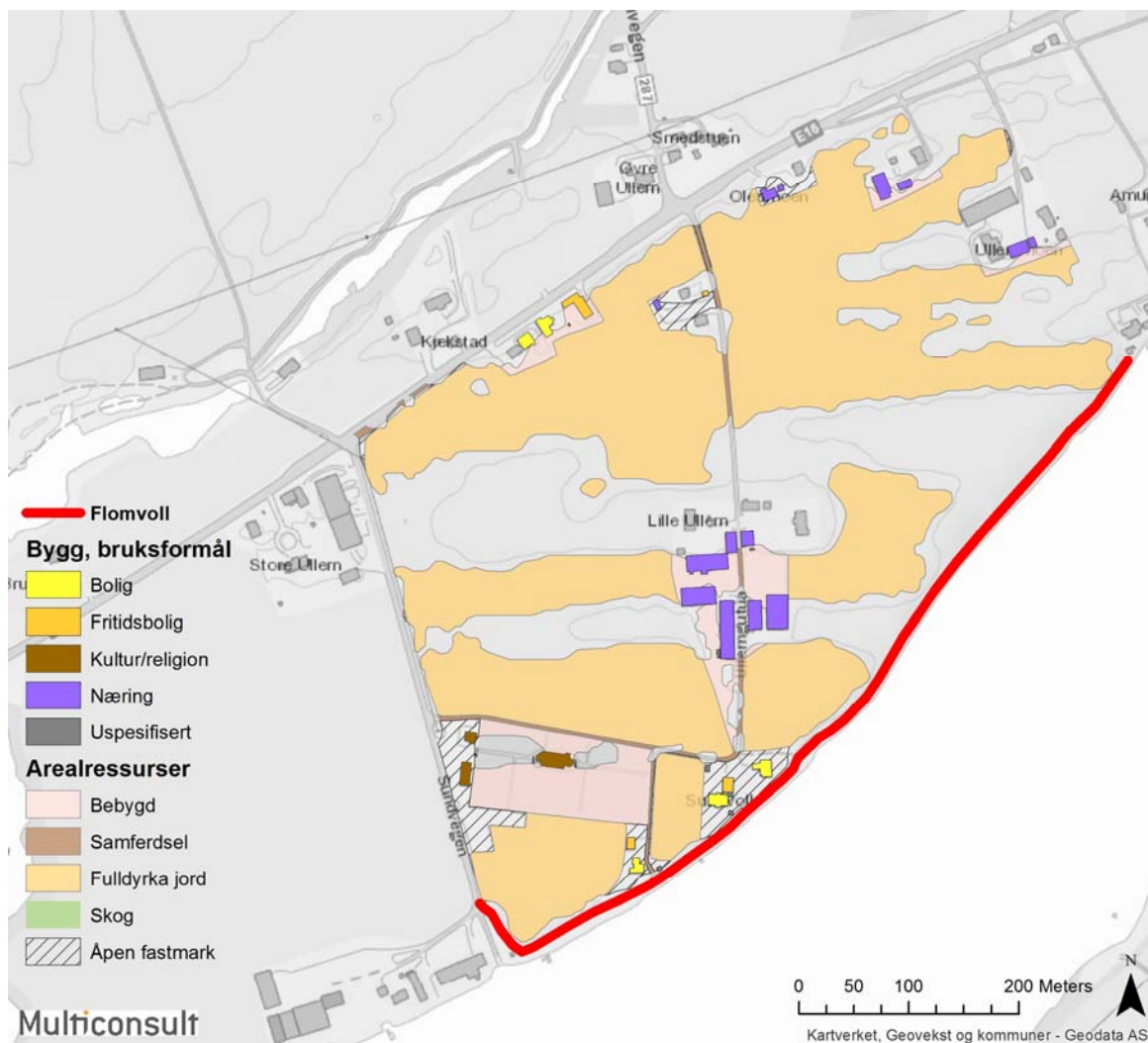
Figur 3- Lengdeprofil av flomverket på Ullern samt vannstander ved flommer med ulike gjentakintervall (NVE flomdata i tverrprofiler korrigert til NN2000-høyder). Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av flomverket, dvs. at pel nr. 0 er lokalisert i oppstrøms ende.

2.4.2 Konsekvensvurdering av flom

Flomvollen er dimensjonert for å beskytte mot flommer opp til 200 års gjentakintervall. Det er et lavere parti i sydlig ende, ved Sundvegen. For å estimere teoretisk skadepotensial, legges utbredelsen av en 200-årsflom til grunn. Ved en slik hendelse vil et område på 0,18 km² bli rammet av oversvømmelse.

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 flomsone for hvert gjentakintervall differensiert mellom områder i direkte *flomfare* ved hendelsen og «*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 flomverket, og gitt at Sundvegen heves, er analysert for samfunnsverdier i form av antall bygg med ulike bruksformål, totalt areal innen aktuelle arealressurskategorier (AR5, Kartverket 2016), samt viktig infrastruktur som jernbane og transmisjonsnett.



Figur 4 – Analyseområdet som vurderes for samfunnsverdier i flomsonen. Kartet viser arealressurser samt bygg og anlegg som er flomutsatt.

Omfanget av bygg som potensielt rammes av flom er oppsummert i Tabell 1 under, med antall bygg for kategoriserte bruksformål og grunnareal. Dette omfatter i hovedsak landbruk og boliger.

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

Bruksformål, detaljert	Antall	Sum grunnareal [m ²]
Annen landbruksbygning	5	321
Bedehus, menighetshus	1	89
Enebolig	4	682
Garasje, uthus, anneks til bolig	4	490
Hus for dyr/landbruk, lager/silo	9	3 420
Kirke, kapell	1	386
Krematorium, gravkapell	1	179
Tomannsbolig	1	140
<u>Uspesifisert</u>	8	100
Total	34	5 807

Omfanget av arealer som potensielt rammes av flom er oppsummert i Tabell 2 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	18,3
Samferdsel	2,1
Overflatedyrka jord	149,5
Åpen fastmark	11,0
Total	180,9

2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet

Kommuneplanens arealdel 2013-2024 er tilgjengelig fra karttjenesten <http://kart.sorhedmark.no>. I følge arealdelen sikrer flomverket et område som primært er kategorisert etter nåværende Landbruk-, natur- og friluftsmål samt reindriftsmål (LNFR-formål). Nord for E16, helt i ytterkant av sikringsområdet foreligger det en båndleggingssone i påvente av vedtak etter plan og bygningsloven. Sonen er båndlagt som «Letekorridor» for E16. Kommunen opplyser per epost, 24.10.17, at det ikke foreligger utbyggingsplaner i sikringsområdet.

2.6 Kommunens tilsyns og beredskapsplaner

Tilsynsrutiner:

Ut fra forskrift for *tilsyn av sikrings- og miljøtiltak* er kommunen forpliktet til å føre tilsyn med flomverkene, og det skal for tilsynet benyttes skjema fra NVE.

Grunneierne fører tilsyn etter egne rutiner og flomsikringslaget har ikke noe tilsyn med anleggene.

Beredskapsrutiner:

Det har blitt gjennomført en helhetlig ROS- analyse for Sør-Odal kommune. Denne ledet videre til utarbeidelse av en overordnet beredskapsplan for kommunen med tilnærming for ulike beredskapshendelser som f.eks. flom, skred og dambrudd. Det er utført flere øvelser i forbindelse med beredskapsarbeidet, blant annet ble det gjennomført en flomøvelse i 2013.

Det er rådmannen som beslutter om beredskapsledelse skal etableres, hvem som innkalles og når den skal avvikles. Beredskapsledelse settes primært i rådhuset. Medlemmer i beredskapsledelsen består av Rådmann, Ordfører, Beredskapsleder, Kommunikasjonsleder, Virksomhetsledere, Kommunelege, IKT-leder, Brannsjef og Støttefunksjonærer. Funksjonsbeskrivelse til hver enkelt er beskrevet i detalj i beredskapsplanen.

Det er utviklet tiltakskort som beskriver beredskapsledelsens oppgaver dersom en flom skulle inntreffe. Tiltakskortene er utviklet på grunnlag av dimensjonerende hendelser basert på den helhetlige ROS-analysen og beredskapsanalyse. Kortet beskriver oppgaver og ansvarsfordeling gjennom de ulike fasene; varsling, mobilisering, håndtering og normalisering.

3 Teknisk tilstand

3.1 Flomverk

Det ble utført befarings på Ullern flomverk den 14.09.2017. Tilstede på befaringsen var Morten Andreassen fra Sør-Odal Kommune, grunneier og Media Sehatzadeh og Jon Magnus Amundsen fra 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 observasjoner ble lagret digitalt i et 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

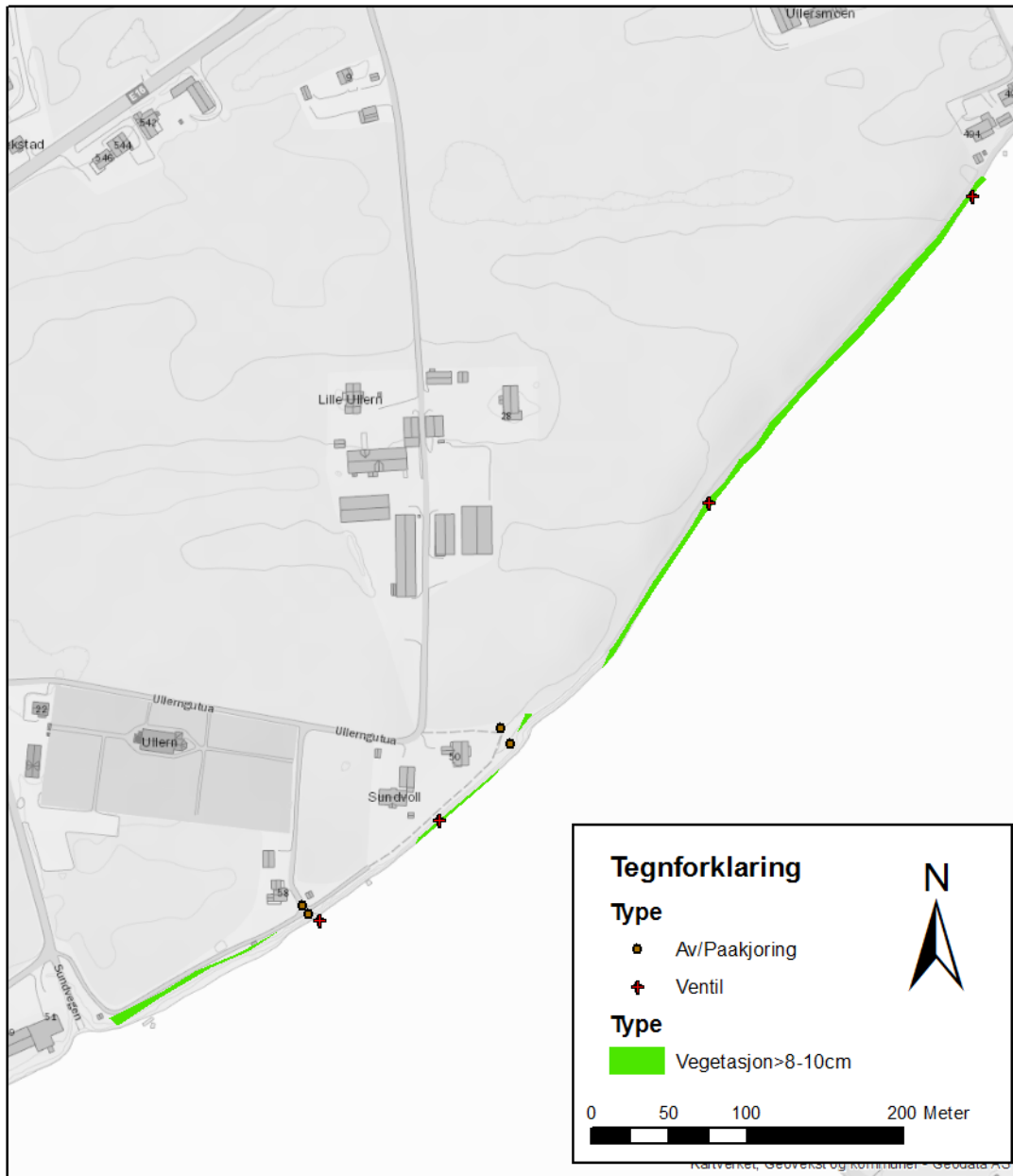
Andre registreringer på flomverk

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 nedenfor og detaljert kart med markerte observasjoner kan ses i figuren nedenfor. Observasjonene er også levert i digitalt format som vedlegg til denne rapporten.



Figur 5 – Observasjonene ved flomverket.

Erosjonssikringen langs Ullern virker å være av god kvalitet. Det ble observert to nivåer i erosjonssikringen hvorav foten ut mot elva hadde større steinstørrelse enn et høyere nivå med mindre stein og mer matjord med vegetasjon.



Figur 6: Erosjonssikring i to nivåer langs flomverket (Boken på bildet er 21,5x17cm) (Bilde: Multiconsult).

Flomverket er i ganske bra tilstand, med erosjonssikring langs hele strekningen. Det er vegetasjon på vannside på mesteparten av flomverket. Det er fire av- og påkjøringer på flomverket, men disse har ikke ført til setninger i verket. Flomverket er generelt ganske høyt over vannflaten, med unntak av nedstrøms ende hvor det blir lavere pga. adkomstvei.

Det er fire Ø300 lavvannrør med tilbakeslagsventiler gjennom flomverket. Ventilene er i god stand unntatt en som mangler tilbakeslagsventil. Lavvannrørene har grei steinsetting, uten setninger/skader i flomverket.



Figur 7 – Lavvannrør med tilbakeslagsventil gjennom flomverk (Bilde: Multiconsult)

4 Vurderinger

4.1 Tilsyn og beredskap

4.1.1 Tilgang

Det er god adkomst til flomverket, siden det er anlagt en vei til nedstrøms ende.

4.1.2 Vedlikehold og skjøtsel

Vedlikehold av flomverket er generelt bra, men det er vegetasjon på vannsiden på flere steder.

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

4.2 Teknisk tilstand flomverk

Vegetasjonen kan potensielt 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 enn 10 cm i diameter ved roten bør derfor fjernes.

Ved befaringen ble det notert at ett av overvannsrørene gjennom verket manglet tilbakeslagsventil. Det ble forklart at dette røret starter ved bebyggelsen et godt stykke unna flomverket. Det er derfor vanskelig å vurdere hvor vidt det er et behov for tilbakeslagsventil da innløpet til OV-røret kan ligge flomsikkert.

For øvrig virker utformingen av flomverket å være god, samt erosjonssikringen å være i god stand og det ble ikke notert noen mangler ved flomverket. Flomverket er vurdert gjennom en generell stabilitetsvurdering for typiske flomverk langs Glomma, se vedlegg 1. Ut fra observasjoner på befaring har flomverket tilsvarende geometri som det typiske flomverket i stabilitetsanalysen, med unntak av en lavere høyde på luftsiden. Flomverket er på sitt høyeste 1,5 – 2 m på luftsiden. Det antas derfor at flomverket har en større sikkerhetsfaktor enn typeverket mot utglidninger og er vurdert som tilfredsstillende.

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, bare vegetasjon, noe som bare gir begrenset sikkerhet ved overtopping. De områdene av flomverket der luftsiden ikke har vegetasjon, men kun 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.

Siden flomverket ved Ullern ligger tett mot Glomma, vil erosjonssikringen være utsatt for sterke strømningskrefter. Det ble ikke avdekket svakheter i erosjonssikringen. Det ble heller ikke opplyst om skader eller tidligere problemer som følge av erosjon.

4.3 Behov for oppgradering og vedlikehold

Flomverket sikrer i dag bakenforliggende bebyggelse mot en 200-årsflom med et fribord på 25 cm. Så fremt Sundvegen vil fungere som barriere i en flomsituasjon.

Det er vurdert slik at oppfylling av Sundvegen i en flomsituasjon er gjennomførbart da veien ligger normalt på strømningsretningen i nedstrøms ende. Dette krever da at kommune og grunneiere er i beredskap ved en flomsituasjon. En slik prioritering av ressurser kan være mindre hensiktsmessig i en flomsituasjon, og dermed bli bortprioritert. Vi foreslår derfor at Sundvegen heves for å redusere behovet for overvåkning samt frigjøring av maskiner og personell til andre oppgaver.

Hevingen av Sundvegen foreslås gjennomført for 190 m veg fra Glomma til krysset ved Ullerngutua. I den forbindelse bør det vurderes å etablere et nødoverløp ved lavere partier på veien.

4.4 Anbefalt sikkerhetsnivå

Bak flomvollen finnes det i dag fem (5) bygg som etter Byggteknisk 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 bygget er sikret mot en 200-års flom. Byggteknisk forskrift gjelder imidlertid kun for ny bebyggelse og påbygg på eksisterende bebyggelse. Flomverket er per i dag dimensjonert for å stå imot en 200-årsflom, med 25 cm fribord.

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 kunne strøkke 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.

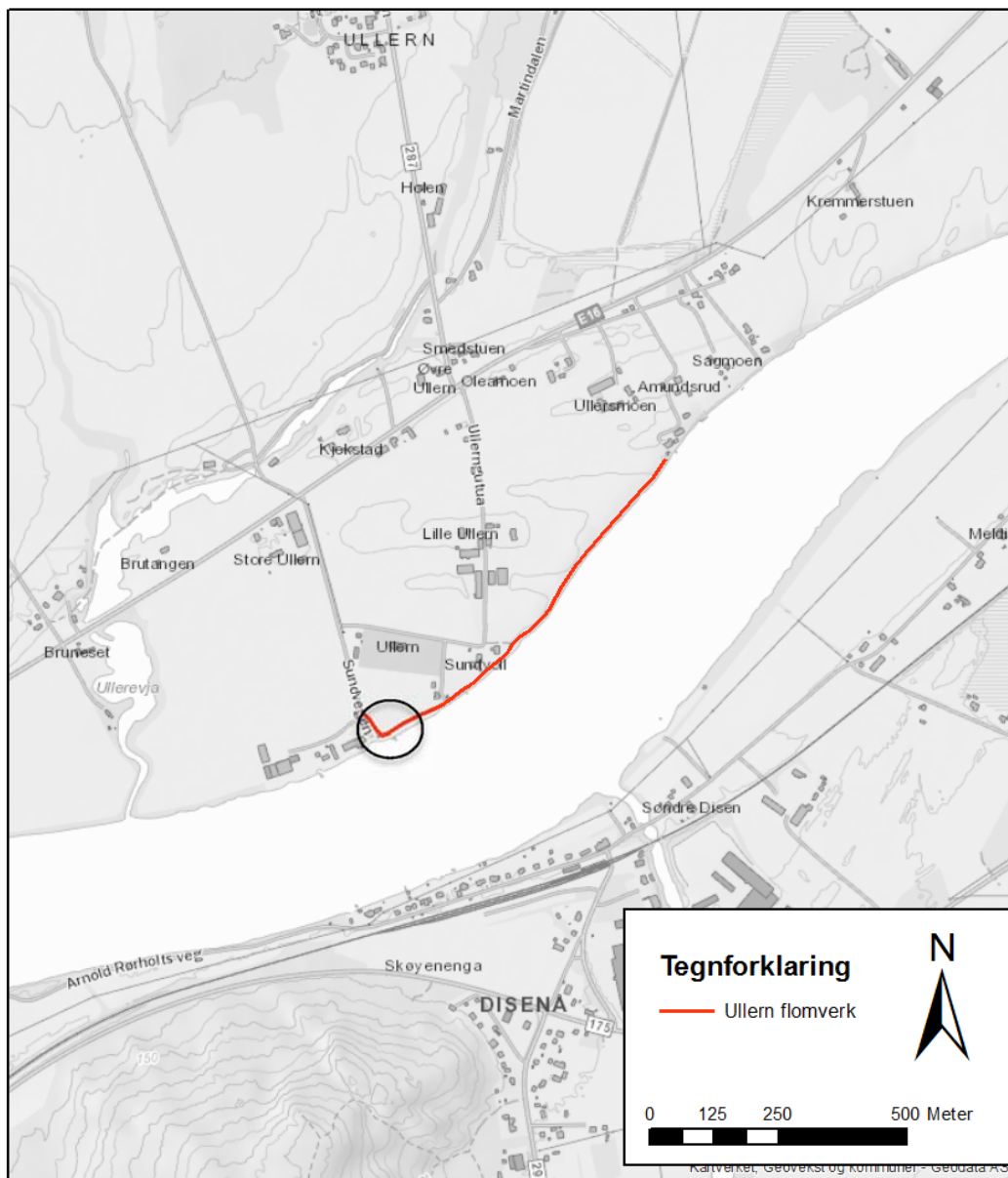
For plassering av nødoverløp, foreslår Hydra (1999) at følgende parametere legges til grunn:

- 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 strøkke mot lavere områder
- Det vil være lettere å forberede en lokal seksjonering når strømkreftene er små, slik at ikke hele området behøver å fylles.

Vi anbefaler at et eventuelt nødoverløp ved Ullern plasseres i nedstrøms endelangs Sundvegen. Dette vil sikre at området eventuelt fylles opp fra nedstrøms ende, og at det ikke vil strømme vann med stor hastighet over jordene. Figur 8 viser plassering av nødoverløpet. Det vil være stor erosjonsfare like bak overløpet, men denne faren ansees som mindre enn erosjonsfaren ved brudd.



Figur 8 – Forslag til plassering av nødoverløp (svart sirkel)

5 Kostnadsoverslag for oppgradering

Rater er basert på Vegvesenets håndbok R764, 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, heving av Sundvegen i en strekning på 190 m. Tiltaket vil sikre bebyggelsen bak flomverket mot 200års flom. Heving av Sundvegen er kostnadsberegnet med en enkel veioverbygning for tilsvarende veger. For kostnadsberegningen er vegen antatt hevet tilsvarende veioverbygning.

	Mengde	Enhetspris	Delsum
Fjerning av slitelag (RS)	760 m ²	RS	Kr 25 000
Slitelag (40mm AgB 11)	30 m ³	3125	Kr 93 750
Bærelag (50mm Ag16 over 100mm pukk 0/32)	114 m ³	170	Kr 19 380
Forsterkingslag (500mm Kult 22/120)	380 m ³	170	Kr 64 600
SUM			Kr 210 000

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

6 Referanser

- [1] NVE 2001. *Flomsonekart Delprosjekt Skarnes*, Ahmad Reza Naserzadeh, Ivar Olaf Peereboom, Norges vassdrags- og energidirektorat, 2001
- [2] Sør-Odal kommune 2016, Overordnet beredskapsplan, Norconsult AS, 2016
- [3] GIS i Sør-Hedmark 2017, Planinnhold – Gjeldende arealplaner, tilgjengelig fra <http://kart.sorhedmark.no>, lastet ned: 09.10.17
- [4] Sør- Odal Kommune 2013, Kommuneplan for Sør-Odal kommune 2013-2024 – Bestemmelser og retningslinjer, Sør-Odal kommune, 2013
- [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 myravssetninger 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

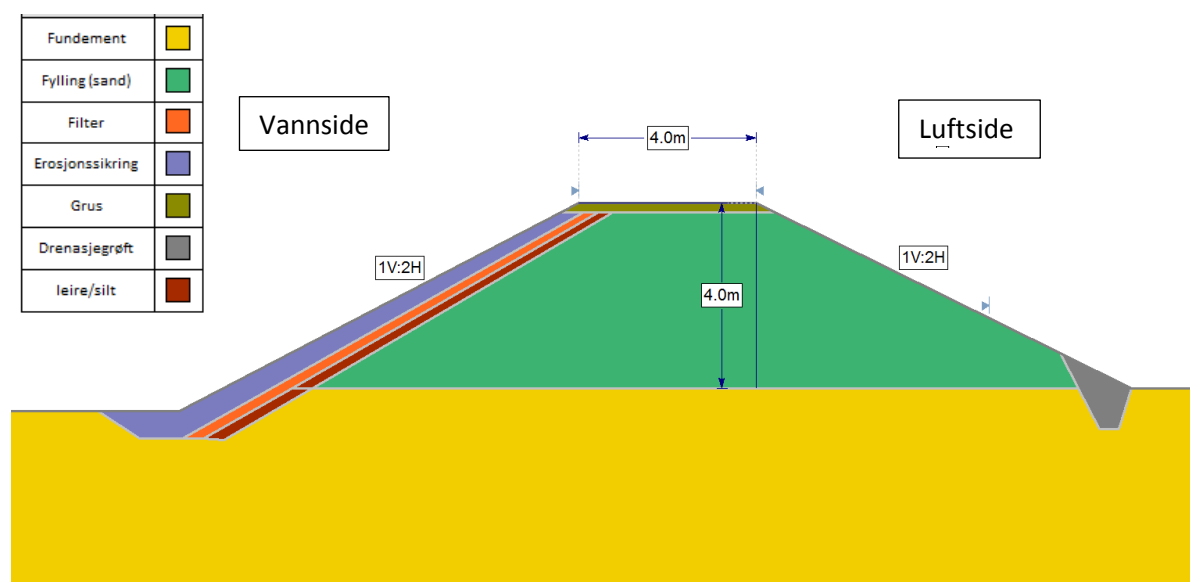
1.3.1 Analysemetode

Analysen er basert på grenselikevektsbetraktning ("General Limit Equilibrium"), og tilfredsstiller 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:

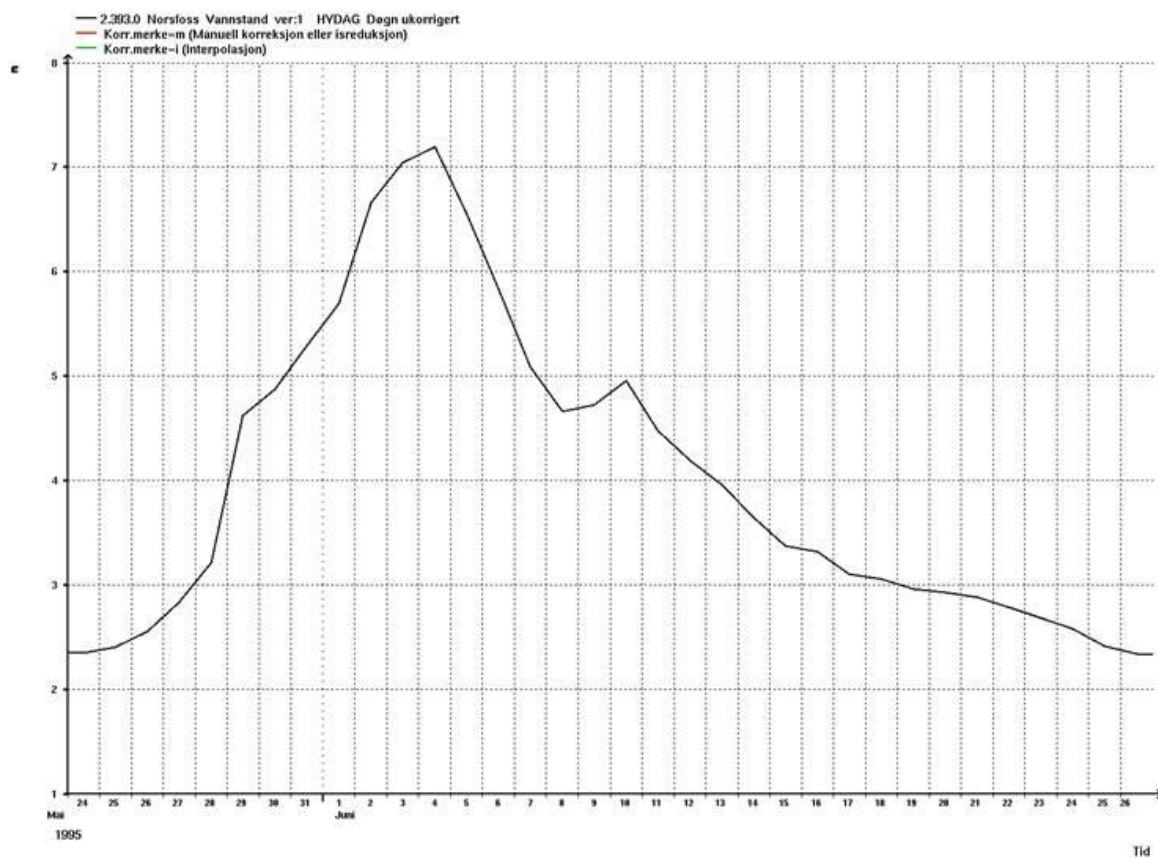
- Vannside skråning, 1V:2,0H
- Luftside skråning, 1V:2,0H
- Topp bredde – 4,0m
- Høyde – 4,0m
- Tetningskjerne av leire / silt på vannside



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	

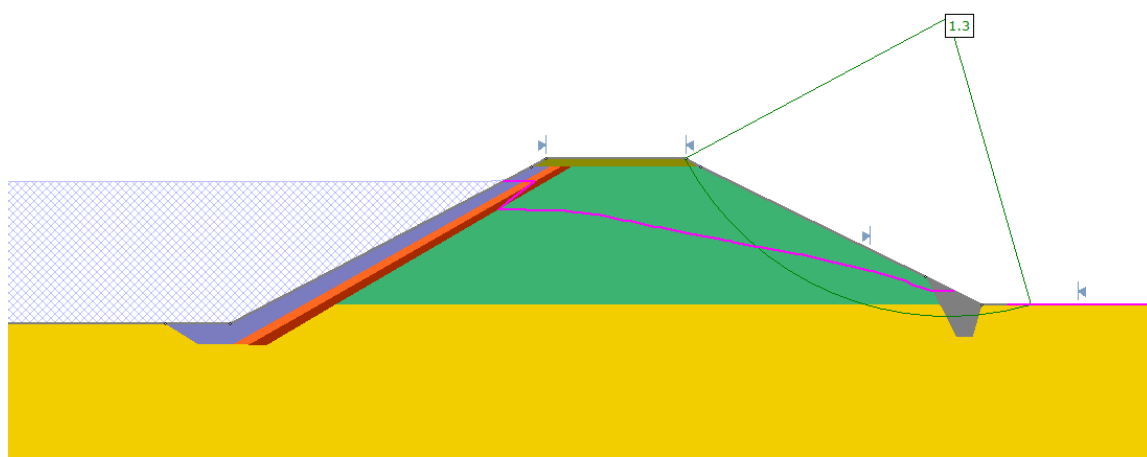
1.4 Beregninger og resultater

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,

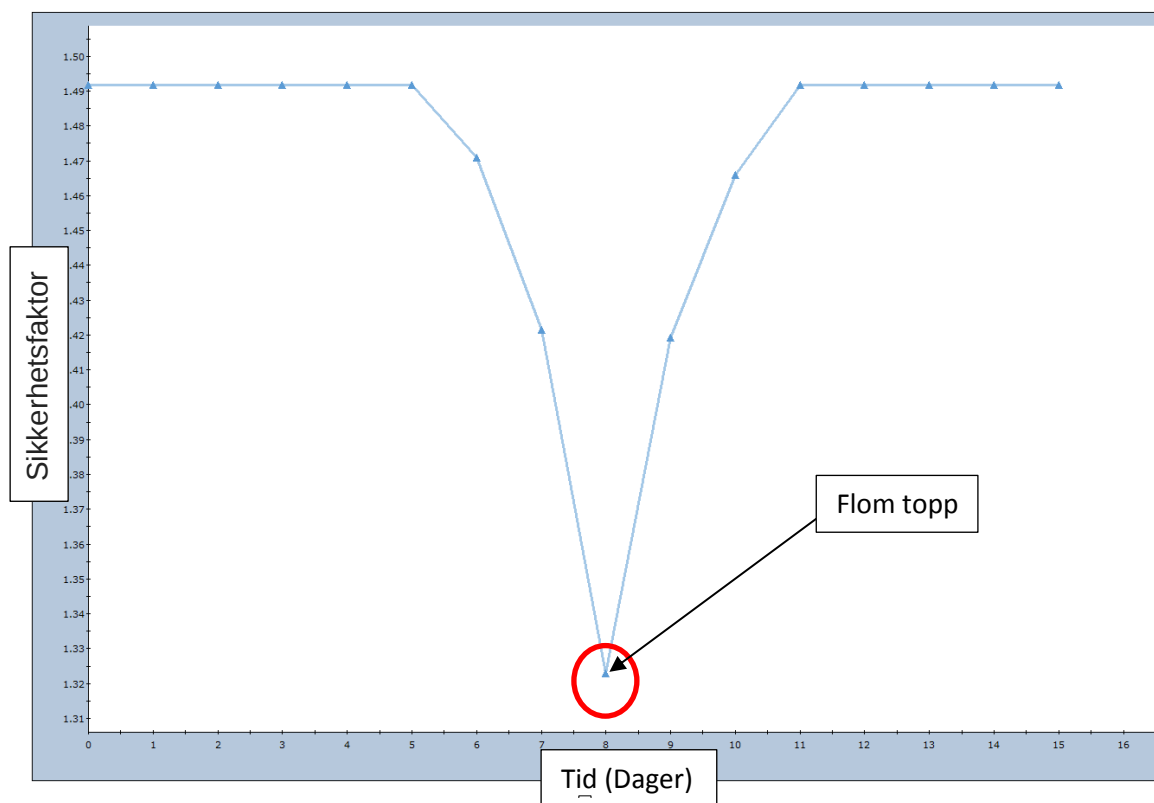
Sikkerhetsfaktoren under stasjonærtilstand er 1,3. Det betegner imidlertid verste tilfelle for flomverkets luftside. Sikkerhetsfaktoren er påvirket av fyllingens friksjonsvinkel, helning og soneinndeling (permeabilitetsforskjell mellom tetning, fyllmateriale og drenasjegrøft). En større forskjell mellom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

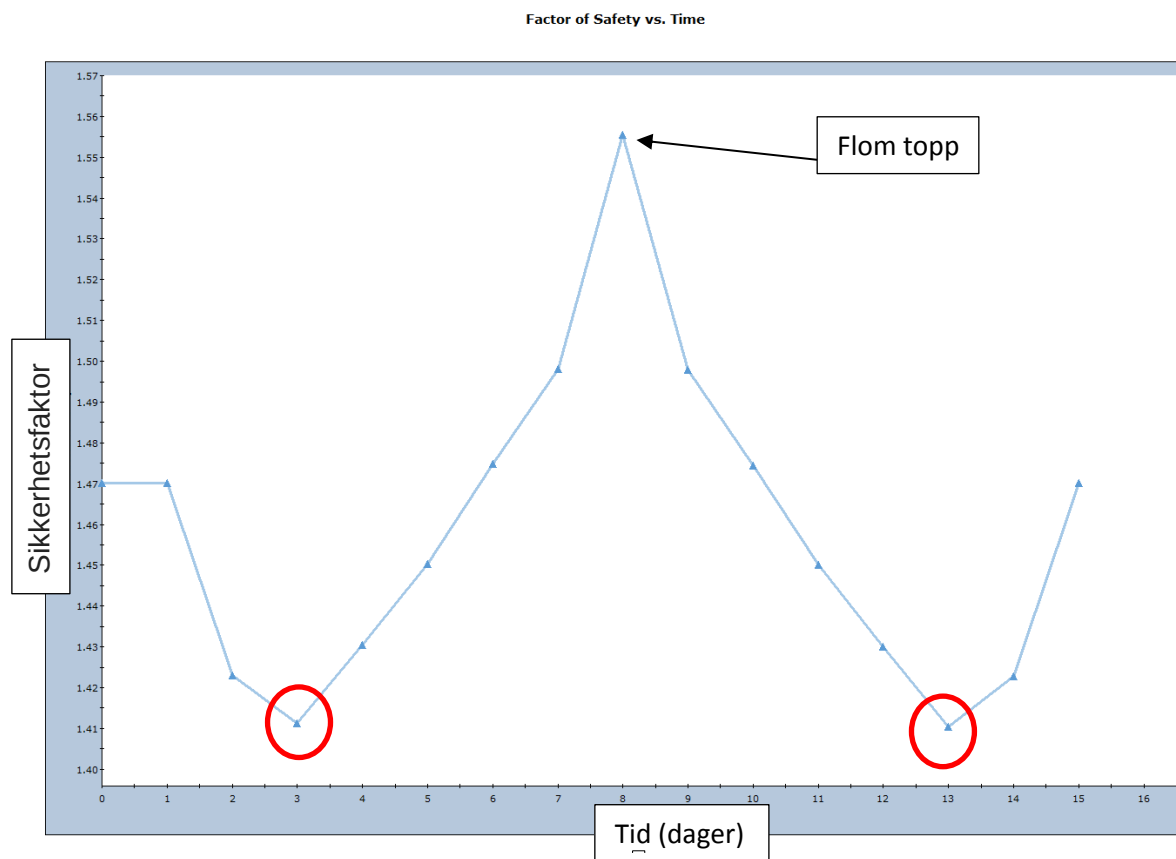


Figur 4: «Transient analysis» Luftside, sikkerhetsfaktor mot tid (ugunstig markert med en rød sirkel)

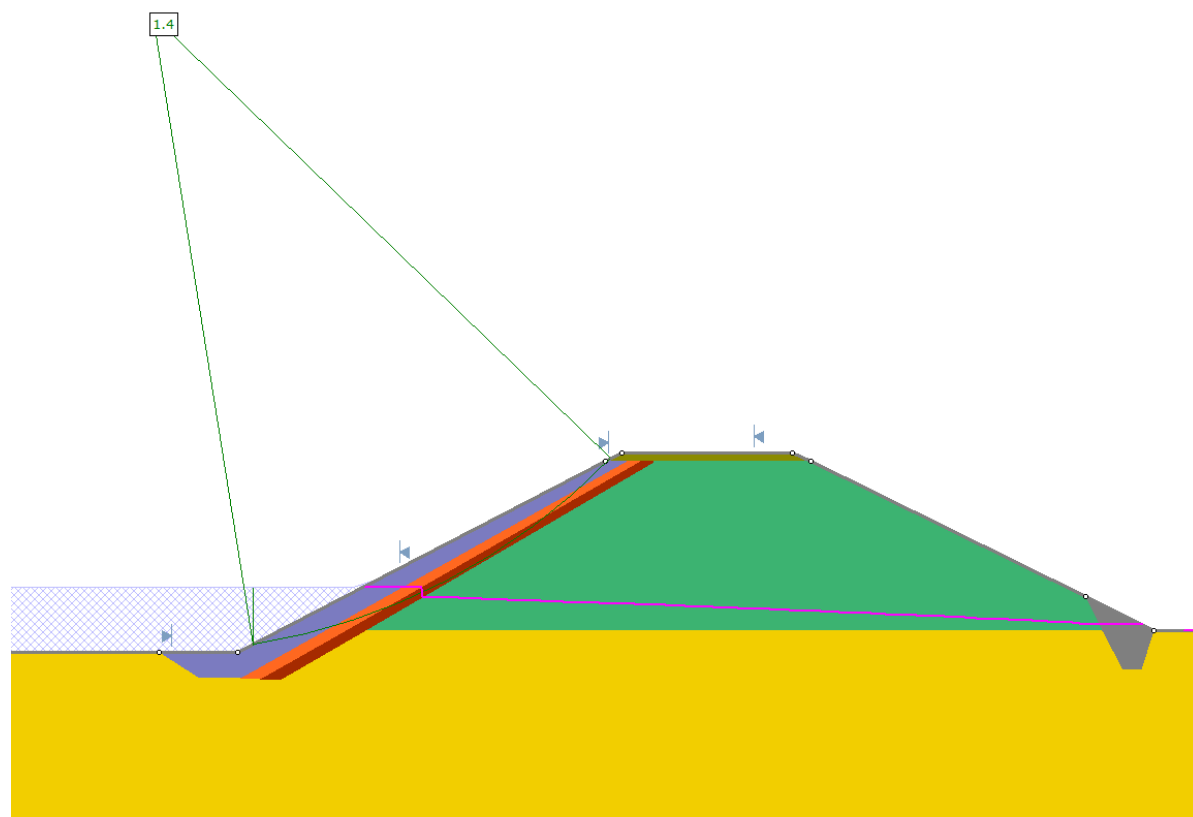
1.4.3 «Transient analysis» vannside,

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