NVE

Flomrisikoplan for Gaula ved Melhus

Et eksempel på en flomrisikoplan etter EUs flomdirektiv

8
2012

RAPPORT

The Interreg IVB North Sea Region Programme

Melhus kommune

NTNU
Det skapende universitet

Flomrisikoplan for Gaula ved Melhus

Et eksempel på en flomrisikoplan etter EUs flomdirektiv

Norges vassdrags- og energidirektorat
2012

Rapport nr 8-2012:
Flomrisikoplan for Gaula ved Melhus
Et eksempel på en flomrisikoplan etter EUs flomdirektiv

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Oddrun Sunniva Waagø

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 50
Forsidefoto: 1940-flommen i Gaula ved Gimse bru. Foto: Bård Bakken.
ISBN: 978-82-410-0785-9

Sammendrag: Denne rapporten er et eksempel på en flomrisikoplan for vannområde Gaula i samsvar med EUs krav for en flomrisikoplan. Rapporten gir en kort innføring i prosessen rundt utarbeidelsen av flomrisikoplanen, en beskrivelse av Gaulas nedbørfelt og flommene som har inntruffet her. Til sist oppsummeres en rekke tiltak som kan være til hjelp for å redusere risikoen for flomskader i området, samt at en oppsummering av erfaringene fra arbeidet med denne planen og anbefalinger for utarbeidelse av slike planer.

Emneord: Gaula, flom, flomrisiko, SAWA, eksempler på tiltak mot flom, flomrisikoplan, EUs flomdirektiv.

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

Februar 2012

Forord

Med bakgrunn i store flommer på det europeiske kontinentet rundt årtusenskiftet startet EU-landene i 2002 et samarbeid med sikte på en helhetlig forvaltning av flomrisiko. Dette resulterte i EUs flomdirektiv som ble gjort gjeldende for EU-landene fra 2007. Direktivet er ikke innført i norsk lov, men NVE har gjennom EU-prosjektet SAWA (Strategic Alliance for Integrated Water Management Actions) gjort en pilotstudie for å få en forhåndserfaring med flomdirektivet.

Denne pilotplanen er et eksempel på en flomrisikoplan i tråd med flomdirektivet. Sammen med en tilsvarende pilotstudie i Tana bidrar rapporten til aktivitet 1.8 i arbeidspakke 1 i SAWA-prosjektet, og er et første forsøk på utarbeidelse av flomrisikoplaner i Norge. SAWA et EU-finansiert interreg 4B-prosjekt som har fokusert på å redusere flomrisikoen i sårbare områder i Nordsjøregionen. Målet for SAWA-prosjektet er å utvikle strategier for å oppfylle kravene i EUs vanndirektiv og flomdirektiv.

Det er et håp at erfaringene fra arbeidet med SAWA-prosjektet skal kunne nyttes til utvikling av helhetlige flomrisikoplaner i tråd med EUs flomdirektiv. Dette vil være nyttig uavhengig av om flomdirektivet blir gjort gjeldende i Norge.

Oddrun Sunniva Waagø, NVE, har utført det meste av arbeidet med denne pilotplanen. Melhus kommune ved Jan Henrik Dahl og Tove Hellem har bidratt til pilotplanen. I tillegg har Bent Braskerud, Marianne Myhre, begge NVE, og ansatte ved NVEs regionkontor i Trondheim, bidratt med hjelp og støtte.

Tiltakene som foreslås i denne planen er utelukkende ideer ment som eksempler, og er ikke politisk forankret i Melhus kommune. Planen her heller ikke forpliktende for noen av de andre myndighetene eller partene som er nevnt under de foreslåtte tiltakene.

Oslo, februar 2012

Steinar Schanche

Steinar Schanche
seksjonssjef
Seksjon for areal og sikring

Sammendrag

EUs flomdirektiv legger opp til å utarbeide helhetlige flomrisikoplaner for områder med betydelig flomrisiko. Slike planer har tidligere ikke vært utarbeidet for norske vassdrag. Denne planen er resultatet fra et pilotprosjekt i Gaula for å høste erfaringer med utarbeidelse av flomrisikoplaner i samsvar med flomdirektivet.

Dette eksempelet på flomrisikoplan omhandler Gaula i Melhus kommune. I planen gis det en beskrivelse av ulike typer flommer som er relevante i en flomrisikoplan. Planen gir en omtale av Gaulas nedbørfelt, historiske flommer i vassdraget og konsekvenser som klimautviklingen kan få for fremtidige flommer. Det er foreslått mål for håndteringen av flomrisikoen. Den viktigste delen av planen beskriver 50 eksempler på ulike flomrisikoreduserende tiltak mot flom, og foreslår sju tiltak som kan realiseres i pilotområdet.

Til slutt er det gitt en oppsummering av erfaringene fra arbeidet, og anbefalinger for innholdet i slike flomrisikoplaner og prosessen rundt utarbeidelsen.

Innhold

1 Innledning 1

1.1 Bakgrunn 1
1.1.1 Mål for pilotprosjektet 1
1.2 EUs flomdirektiv 2
1.2.1 SAWA 3
1.3 Hva menes med flom og risiko 3
1.4 Flomtyper 4
1.4.1 Elveflom og styrtflom 4
1.4.2 Overvannsflom 5
1.4.3 Stormflo/havnivåstigning 5
1.5 Klima og klimatilpasning 6

2 Prosess 7

2.1 Samordning med vanndirektivet 7
2.1.1 Forvaltningsplan for vann i Melhus kommune 7
2.2 Samordning med andre planer 8
2.3 Medvirkning 8
2.3.1 Erfaringer fra vanndirektivet 8
2.3.2 Råd for god medvirkning 9
2.3.3 Medvirkning i denne planen 10

3 Beskrivelse av vannområde Gaula 11

3.1 Geografi, avgrensing, kjennetegn og særtrekk 11
3.1.1 Geografi 11
3.1.2 Landskap og natur 12
3.1.3 Hydrologi 13
3.1.4 Kvikkleire 13
3.1.5 Vassdragsinngrep 14
3.2 Flommer i Gaula 15
3.2.1 Leirfallet i 1345 16
3.2.2 Flommer før 1900 17
3.2.3 Flommen i 1918 17
3.2.4 Flommen i 1940 18
3.2.5 Flommen i Ålen 2011 20
3.2.6 Skader fra styrtflommer, overvannsflommer og stormflo 22
3.3 Forventninger om flom i framtiden 23
3.3.1 Effekten av bunnsenking i Gaula 23
3.3.2 Klimaendringer 24

4 Kartlegging av flomrisiko 25

4.1 Krav til foreløpig kartlegging av flomrisiko 25
4.2 Farekartlegging 25
4.2.1 Flomsonekart for Gaula 26

5 Vurdering av risikoområder 27

5.1 Risiko for liv og helse, kulturarv, miljø og økonomi 28

5.2 Risikokart over Gimsøya 29
5.3 Bekker og områder med fare og risiko 29

6 Mål for flomforvaltningen 30

7 Tiltak og flomforebygging 31

7.1 Kartlegging 32
7.2 Planlegging 34
7.3 Beskyttelse og sikringstiltak 37
7.3.1 Lokal overvannshåndtering 39
7.3.2 Skadebegrensende beskyttelse for bygninger og annet 41
7.4 Varsling og beredskap 41
7.5 Krisehåndtering 43
7.6 Gjenoppretting og evaluering 44
7.7 Tiltak rettet mot vanndirektivet 44
7.8 Oppsummering av tiltak 46
7.9 Forslag til prioriteringer 52
7.9.1 Ansvarlige myndigheter 53

8 Videre arbeid 54

8.1 Erfaringer fra pilotprosjektet 54
8.2 Anbefalinger for arbeidet med flomrisikoplaner 54
8.2.1 Oppstart 55
8.2.2 Formulering av mål 55
8.2.3 Tiltak 55
8.2.4 Prioritering av tiltak 56
8.3 Videre arbeid med pilotplanen 56

Referanser 57

Appendix I

A. Arealfordeling for vannområde Gaula II
B. Skadefordeling etter flommen i 1940 II
C. Eksempler på tiltak IV

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Denne pilotplanen har blitt utarbeidet på bakgrunn av EU-prosjektet SAWA. Planen følger kravene i EUs flomdirektiv, men er først og fremst tilpasset norsk forvaltning.

I Norge ivaretas forvaltningen av flomrisiko lokalt av kommunene. Kommunen har ansvaret for at eventuell flomfare kartlegges, og skal ta hensyn til dette i arealplanleggingen. Kommunen skal også iverksette sikringstiltak, beredskapsplanlegging og krisehåndtering. NVE er nasjonal myndighet for flom. Dette innebærer at NVE varsler flom, kartlegger flomutsatte elvestrekninger, gir bistand til sikring av eksisterende bebyggelse og i flomfaglig bistand i krisesituasjoner. NVE gir også retningslinjer for hvordan hensynet til flom skal innarbeides i arealplaner og kan reise innsigelse dersom arealplaner ikke tar tilstrekkelig hensyn til flomfare.

Også andre statlige etater har oppgaver og ansvar innen håndtering av flomrisiko. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og Fylkesmannen er statlig myndighet for ROS-analyser og beredskapsplanlegging, mens politiet har ansvaret for å iverksette nødvendige tiltak sammen med kommune, sivilforsvar og Fylkesmannen.

Det har tidligere ikke blitt utarbeidet noen helhetlig sammenstilling av alle sider ved flomproblematikken etter modellen som er beskrevet i EUs flomdirektiv.

NVE har på grunn av sin deltakelse i SAWA-prosjektet valgt å lage pilotplaner for flomrisikohåndtering etter anvisninger fra EUs flomdirektiv. EUs flomdirektiv er ikke innført i Norge, dette avhenger av at direktivet blir tatt inn i EØS- avtalen.

Gaula i Sør-Trøndelag ble valgt ut som pilotprosjekt først og fremst på bakgrunn av Melhus kommunes interesse for å integrere flomrisiko i sin helhetlige vannforvaltning, og fordi området med sin flomhistorikk ble ansett for å være et godt eksempel for å vinne erfaring med utarbeidelse av flomrisikoplan.

Melhus kommune, som er partner i SAWA, har bidratt i arbeidet hovedsakelig med å være diskusjonspartner på administrativt nivå. Tiltak som foreslås i denne planen samt vedlegg er utelukkende ideer, og har ikke politisk forankring i Melhus kommune.

1.1.1 Mål for pilotprosjektet

Prosjektet har hatt disse målene:

- Finne gode løsninger og gi anbefalinger for utvikling av flomrisikoplaner i samsvar med EUs flomdirektiv.
- Kartlegge flomproblematikken i Gaulas nedbørfelt i et bredt perspektiv på en måte som kan være til nytte for Melhus kommune med hensyn på flomproblematikk, og spille inn forslag til mål og tiltak som kan ha overføringsverdi til andre kommuner.

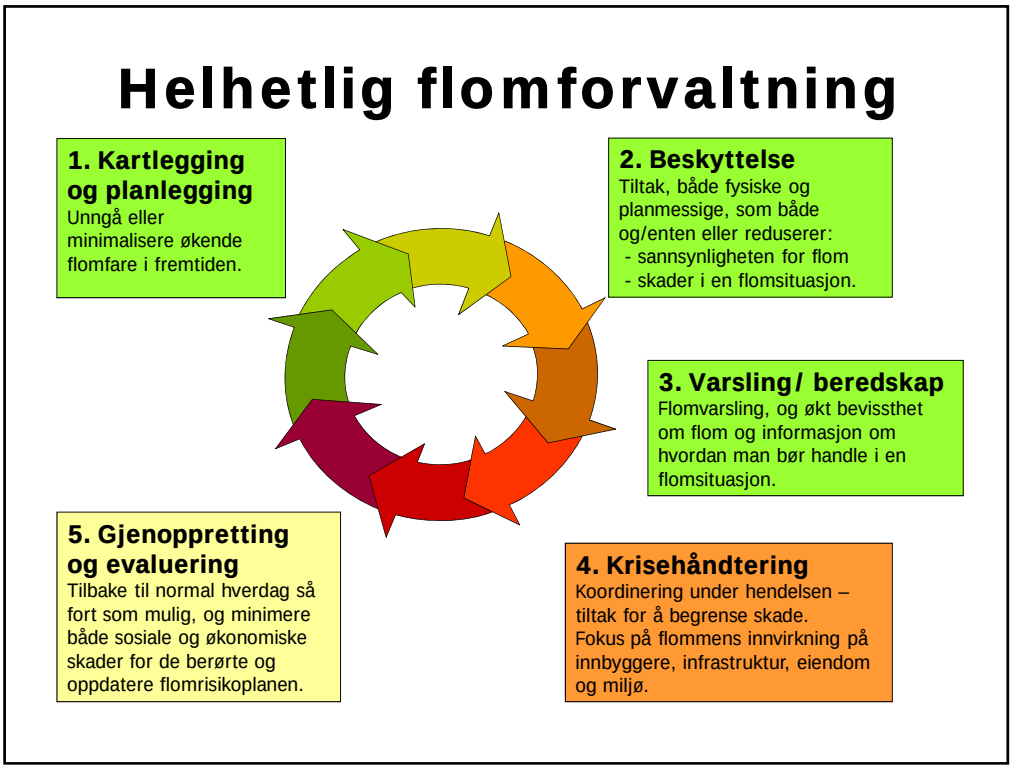
- Gi NVE erfaringer i arbeidet med forebygging av flomrisiko basert på anvisningene i EUs flomdirektiv.

1.2 EUs flomdirektiv

Hensikten med flomdirektivet er å fastlegge en ramme for vurdering og styring av flomrisiko med mål om å redusere negative/skadelige konsekvenser for menneskeliv og helse, miljø, kulturarv og økonomisk aktivitet relatert til flom. Oppfølgingen av flomdirektivet består av tre faser:

1. Foreløpig vurdering av flomrisiko (med frist 22.12.2011, 22.12.2018 og deretter hvert 6. år)
2. Fare- og risikokartlegging (med frist 22.12.2013, og deretter hvert 6. år)
3. Flomrisikoplaner (med frist 22.12.2015, og deretter hvert 6. år)

Klimaendring skal inngå i vurderingene av fremtidig risiko. En flomrisikoplan definerer tiltak som skal redusere skadeomfanget ved fremtidige flommer for området/vassdraget. Med flomdirektivet ønsker man å oppnå en helhetlig forvaltning av flomrisiko både ved å ta hensyn til hele nedbørsfelt, og å inkludere alle faser i flomforebygning, se figur 1.



Figur 1: Helhetlig flomforvaltning bør inkludere alle faser som kan inngå i forebygging av skader fra flom.

Slik inkluderes alle faser av flomforvaltning, i motsetning til tidligere tiders fokus på flombeskyttelse. Flomdirektivet kan sies å være et paradigmeskifte fra et ensidig fokus på fysiske tiltak som flomverk og dikesystem til en helhetlig forvaltning som inkluderer alle faser av flomskadeforebygging.

De forskjellige fasene i flomrisikoforvaltningen bør gjenspeile alle momenter i arbeidet for forebygging og oppretting av flomskader:

- Kartlegging
- Planlegging
- Beskyttelse, herunder fysiske sikringstiltak samt planmessige tiltak
- Overvåkning og varsling
- Beredskap og krisehåndtering
- Gjenoppbygging og evaluering

1.2.1 SAWA

SAWA er et samarbeidsprosjekt mellom fem nordeuropeiske land som alle grenser til Nordsjøen: Norge, Sverige, Storbritannia, Nederland og Tyskland. Prosjektets mål er å utforme strategier for å følge EUs vanndirektiv og samtidig tilfredsstille kravene i flomdirektivet. Dette berører vannforvaltning på ulike måter. Gjennom SAWA har 22 partnere gjennomført prosjekter innen tre hovedområder (SAWA, 2011):

- Utvikling og testing av tilpasningsdyktige flomrisikoplaner
- Identifisering og anvendelse av kostnadseffektive, lokale tiltak
- Kommunikasjon, informasjon og utdanning

I tråd med EUs flomdirektiv legger SAWA vekt på en helhetlig flomrisikoforvaltning med fokus på tilpasningsdyktige tiltak som ikke har negativ innvirkning på vannkvalitet eller økologisk status i vann.

1.3 Hva menes med flom og risiko

Flom beskrives i direktivet som en midlertidig oversvømmelse av et areal som vanligvis er tørt. Flomtyper som anses relevante i Norge som kan være årsaken til oversvømmelse etter direktivet kan være:

- Elveflom
- Styrtflom
- Overvannsflom
- Stormflo/havnivåstigning

Flom kan også forklares ved bruk av statistikk. For elveflom og stormflo brukes begrepet gjentaksintervall, som er det gjennomsnittlige antall år mellom hver flom av en viss størrelse. En 5-årsflom vil over en lang tidsperiode i gjennomsnitt opptre hvert femte år. Gjentaksintervall og sannsynlighet er omvendte størrelser. Sannsynligheten for at en 5-årsflom skal skje er hvert år 20 %. For en 50-årsflom er sannsynligheten 2 %. Middelflommen i et bestemt vassdrag defineres som gjennomsnittet av den høyeste døgnmiddelvannføring hvert år over de årene det finnes målinger for, og har et gjentaksintervall på omtrent 2,5 år.

Flom fører ikke nødvendigvis til skader. Skadepotensialet er avhengig av forholdene rundt vassdraget, og varierer fra vassdrag til vassdrag. Når skadene får et visst omfang, betegnes flommen som en skadeflom.

Med *flomrisiko* menes kombinasjonen av sannsynligheten for at flom skal inntreffe og de negative konsekvensene dette har for menneskeliv og helse, miljø, kulturarv og økonomisk aktivitet.

1.4 Flomtyper

I Norge har kombinasjonen av snøsmelting og nedbør vært dominerende for både vinter- og vårflommer, mens regn er dominerende ved høstflommer. I de mindre vassdragene, og da spesielt på Østlandet, har konvektiv nedbør ført til flommer om sommeren. Konvektiv nedbør er bygenedbør som oppstår når lufta nær bakken blir sterkt oppvarmet og stiger til værs. Når den varme lufta blir avkjølt, kan den ikke lenger holde på vanndampen som kondenseres og dannes skyer og nedbør. Denne nedbøren er ofte kortvarig, men svært intens.

Intensive nedbørepisoder har til alle årstider ført til overvannsflommer i byene og hurtige flommer i mindre og bratte vassdrag. Økning i nedbørshendelser som fører til skade kan skyldes tettere bebyggelse og/eller endring i regnintensiteten. Stormflo, særlig i forbindelse med forventet havnivåstigning, kan skape problemer for byer og tettsteder langs kysten.

1.4.1 Elveflom og styrtflom

De store elveflommene i Norge er forårsaket av regn, ofte kombinert med snøsmelting. Meteorologiske forhold som fordelingen av nedbør i tid og rom og temperatur har størst betydning for størrelsen på flommen, men lagringskapasiteten i nedbørfeltet gjennom vegetasjon, grunnforhold, terreng, innsjøer, elver og bekker er også viktig.

Generelt vil størrelsen på feltet ha betydning for intensiteten, som er avrenning per arealenhet. I små felt har flommene ofte større intensitet enn i store felt. I bratte felt er avrenningen raskere enn i slake felt. Felt som domineres av områder med bart fjell eller urbane felt med tette flater vil ha raskere avrenning enn felt som domineres av myr- og skogsområder og der det er store mengder lausmasser i grunnen. Innsjøer vil ha en flomdempende effekt dersom de ligger i hovedvassdraget, mens innsjøer langt oppe i sidevassdrag vil ha liten eller ingen flomdempende effekt.

Tilstanden i feltet er også av betydning. Dersom det regner på vannmettet snø eller på frosset mark, vil det være fare for flom hvis regnværet er kraftig nok. Samme mengde regn på vannmettet jordsmonn vil også føre til fare for flom, mens hvis bakken på forhånd er tørr, kan samme mengde regn trekke ned i bakken og fylle opp markvannsmagasinet uten at avrenningen øker.

Styrtflom dreier seg om flom i mindre, ofte bratte nedbørsfelt med liten fordrøyningskapasitet i feltet.

Vannregion Trøndelag har et variert klima, fra de lavereliggende kystnære områdene hvor de fleste og største flommene forekommer om høsten og vinteren, til de større vassdragene med kilder i indre fjellstrøk hvor vårflommer dominerer samt vassdrag hvor flom kan inntreffe når som helst på året.

1.4.2 Overvannsflom

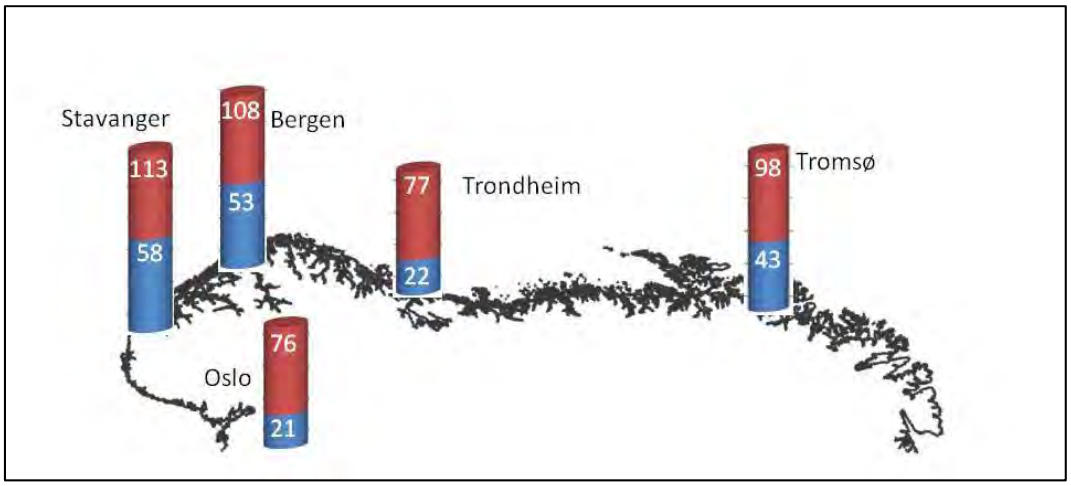
Overvannsflom er direkte avrenning over land etter regnvær, som fører til lokale oversvømmelser spesielt i tettbygde områder på grunn av tette flater som gater, fortau og tak. Overvannsflom er ofte sammenfallende med feil i, eller overbelastning av overvannssystem. Spesielt for kaldt klima er at også delvis gjennomtrengbare flater som grusveier og gressbakker kan bli tette etter hvert som bakken fryser til. Ved regnvær på frossen mark vil avrenningen øke, samtidig som perioder med frysing og tining øker sannsynligheten for feil på overvannssystemet, slik som skader på ledninger og rør.

En helhetlig overvannshåndtering gir føringer for at overvann i størst mulig grad skal tas hånd om ved kilden slik at vannbalansen opprettholdes tilnærmet lik naturtilstanden. Dette vil være i tråd med vanndirektivet.

1.4.3 Stormflo/havnivåstigning

Med stormflo menes kombinasjonen av springflo og meteorologiske forhold. Været kan føre til oppstuvning og høyere vannstand på grunn av lavt lufttrykk og kraftig vind fra én retning. Springflo oppstår når månen, jorden og solen står på linje med hverandre og fører til større astronomisk påvirkning (Statens kartverk, 2011). Dette skjer hver andre uke når det er nymåne eller fullmåne. Mens tidevannstabeller kun tar hensyn til astronomiske påvirkninger, vil observerte vannstander i tillegg være påvirket av værsituasjonen. Beregninger basert på statistisk materiale hvor kombinasjonen av vær og tidevann er målt, vil derfor vise at vannstanden med 1-års gjentaksintervall er større enn høyeste astronomiske tidevann. Differansen mellom vannstandsnivå med 1, 10 og 20-års gjentaksintervall og høyeste astronomiske tidevann vil variere fra sted til sted.

Havnivåstigning forventes å stige som følge av endring til et varmere klima. Det nasjonale klimatilpasningssekretariatet ved Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap har estimert økningen i havnivå for minst ett målepunkt i hver kommune langs norskekysten (Vasskog et al, 2009). Figur 2 viser minimums- og maksimumsforventning for noen av målepunktene med henholdsvis blått og rødt. For Trondheim er minimums-forventningen 22 cm stigning og maksimumsforventningen 77 cm.



Figur 2: Øvre og nedre verdier, henholdsvis røde og blå søyler, for forventet havnivåstigning beregnet i cm langs norskekysten for 2100.

1.5 Klima og klimatilpasning

Klimaendringer ser ut til å kunne føre til flere og større flommer i noen vassdrag og områder i Norge, og forventede endringer i flomforholdene er avhengige av flomtypene som fører til oversvømmelse. Noen steder vil reduksjon i snølagring føre til mindre og færre elveflommer, mens andre steder vil situasjonen være motsatt, med økte elveflommer. Havnivået forventes å øke, som vil gjøre kystnære steder mer sårbare for stormflo. Flere dager med mer intenst regnvær (Hanssen-Bauer et al, 2009) vil øke risikoen for lokale oversvømmelser i små nedbørsfelt og i tettbygde strøk.

For Norge i sin helhet forventes det økt avrenning i vinterhalvåret og redusert avrenning om sommeren, økning i årsmiddeltemperaturen på 2,3 - 4,6 °C, og økning i gjennomsnittlig årsnedbør på 5-30 % (Hanssen-Bauer et al, 2009). Det er imidlertid heftet noe usikkerhet til klimafremskrivningene som i hovedsak skriver seg fra tre ulike faktorer (Hamarsland et al, 2010):

- Usikre rammebetingelser (utslippsmengder).
- Naturlig variasjon pga vulkanutbrudd og endringer i solinnstråling (modellene tar ikke hensyn til disse).
- Beregningsmodellene er i seg selv usikre.

Det er derfor vanlig praksis å bruke resultater fra flere klimamodeller i utvikling av klimafremskrivningene, slik at ”middels”, ”høy” og ”lav” fremskrivning er tilgjengelige. Stadige endringer i klima vil medføre et behov for oppdatering av modeller og klimatilpasning. Klimaendringene vil komme med ulik hastighet i de forskjellige landsdelene og få ulike følger. Tiltak og beslutninger som har kort levetid kan vurderes etter dagens klima, mens tiltak og beslutninger som har lang levetid må bygges robuste nok til å tåle framtidens klima, eller på en slik måte at de lett kan justeres for å tåle kommende endringer. Kartlegging og sikring skal prioriteres etter risiko og nytte/kost, særlig bør tiltak i små, bratte masseførende vassdrag prioriteres, ettersom klimautviklingen tilsier at risikoen i slike vassdrag øker. NVE bistår kommuner med farekartlegging for skred og flom, arealplanlegging og risiko- og sårbarhetsanalyser.

2 Prosess

EUs flomdirektiv er ikke gjort gjeldende for Norge. Arbeidet med pilotplanen for Melhus har derfor vært organisert på enn annen måte enn hvordan et slikt arbeid sannsynligvis vil organiseres dersom direktivet blir gjort gjeldende for Norge. NVE har gjort det faglige arbeidet med utarbeidelsen av planen i kontakt med Melhus kommune, som har bidratt med lokal kunnskap.

Representanter for utviklingsseksjonen, teknisk drift, Melhus tomteselskap samt Gauldal brann og redning var til stede ved møter hvor flomrisikoplan for Gaula var tema. Involveringen av disse virksomhetene baserte seg på arbeidsmøter hvor de ulike virksomhetene kunne spille inn hvordan flom berørte deres ansvarsområder. Det ble i alt avholdt 4 møter. På disse ble blant annet følgende diskutert:

- Aktuelle steder med flomrisiko det kunne være interessant å ta med i planen.
- Mål for prosjektet og flomrisikoplanen, samt mulige tiltak.
- Tiltak vurdert med et beslutningsstøtteverktøy.
- Videre arbeid og erfaringer.

Andre interessenter eller berørte organisasjoner har ikke vært involvert.

2.1 Samordning med vanndirektivet

Hovedmålet for vanndirektivet er å sikre god økologisk miljøtilstand i vann, både vassdrag, grunnvann og kystvann, mens flomdirektivet søker å redusere risiko for flom. Forvaltningsplanen for flomrisiko skal samordnes med forvaltningsplan for vann, slik at tiltakene i de to planene ikke er i konflikt, men helst drar i samme retning. Tiltak som har betydning for begge planer bør derfor fremheves.

Miljøtiltak som er foreslått under vanndirektivet og som vil være positive for flomforvaltningen kan være tiltak som søker å ta vare på våtmarker, hindre utbygging nær vassdrag og på flomsletter, skape mer rom for elva eller på annen måte ivareta det naturlige avrenningsmønsteret rundt vannforekomster. Teoretisk sett kan slike tiltak redusere avrenningsintensiteten, redusere vannhastigheten i vassdragene og redusere flomtopper. Hvorvidt disse synergieffektene kan oppnås må vurderes i lys av lokale forhold i hvert enkelt tilfelle.

2.1.1 Forvaltningsplan for vann i Melhus kommune

Melhus kommune har med bakgrunn i EUs vanndirektiv og vannforskriften utarbeidet en forvaltningsplan for vann (2007). Denne er bygd opp av fire tiltaksprogram som beskriver tiltak innenfor områder som alle på en eller annen måte påvirker vann og vassdrag, enten ved å bidra med næringsstoffer eller annen forurensing, men også ved å representere muligheter for bruk og utnyttelse. Ved en eventuell innføring av flomdirektivet i norsk lov vil en oppdatering av forvaltningsplanen for vann i Melhus kommune kunne inkludere et tiltaksprogram for flom som vist på figur 3. De ulike tiltaksprogrammene vil kunne endres ved behov, og figuren illustrerer dagens situasjon.

Figur 3: Forvaltningsplan for vann, oppdatert med tiltaksprogram mot flom.

Forvaltningsplan for vann bygger på "Forvaltningsplan for Gaula" og har dannet bakgrunnen for utarbeidelsen av Hovedplan for vannforsyning 2010-2020 og Hovedplan for avløp og vannmiljø 2010-2020. Sistnevnte omtaler flom og flomforvaltning og utfordringer knyttet til dette.

2.2 Samordning med andre planer

Melhus kommune har i sin planlegging tatt opp temaet flom i kommunedelplanen Forvaltningsplan for Gaula (Melhus kommune, 2005). Fordi Gaula er et vernet vassdrag, gjelder rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag (Miljøverndepartementet, 1994). Dette ivaretas i kommunedelplan for Gaula som nå er videreført i kommunens arealplan. Kommunens arealplan tar også hensyn til flom, og har egne hensynssoner for de flomutsatte stedene. Noen steder er områder som vil bli berørt av 200-årsflom regulert til boligformål og annen bebyggelse. I disse områdene må avbøtende tiltak mot flom iverksettes før utbygging. I sine hovedplaner for vannforsyning og for avløp og vannmiljø tar Melhus kommune opp flomfare og problematikken rundt ekstreme nedbørssituasjoner, og foreslår som tiltak å gjennomføre et pilotprosjekt for flomforvaltning på kommunalt nivå i henhold til en vedtatt prosjektbeskrivelse (Melhus kommune, 2008).

2.3 Medvirkning

Myndighetene skal i følge EUs flomdirektivgjøre den foreløpige flomrisikovurderingen, fare- og risikokart og flomforvaltningsplanene kjent for offentligheten. I utarbeidelse og oppdatering av flomrisikoplanene skal myndighetene oppfordre interessentene til aktiv medvirkning. Det framgår av flomdirektivets artikkel 9 at dette skal samordnes med tilsvarende aktiv deltakelse i vanndirektivet (EU-parlamentet, 2007). I pilotplanen for Melhus er dette kravet som tidligere nevnt ikke fulgt.

2.3.1 Erfaringer fra vanndirektivet

I vanndirektivets første periode med pilotprosjekter har vannregionene høstet en del erfaringer som er sammenfattet i en rapport om medvirkning i arbeidet med vanndirektivet (Sweco, 2010). Vannregion Nordland og Telemark (Vest-Viken) kan trekkes fram som gode eksempler der man har oppnådd tidlig involvering av frivillige

organisasjoner og tydelig kommunikasjon i forhold til forventninger. Nordland har mottatt økonomisk støtte som har vært avgjørende for engasjementet.

For arbeidet med medvirkning i vanndirektivet for øvrig er det stort forbedringspotensial, og erfaringene herfra er verdt å ta med seg inn i arbeidet med flomdirektivet. De følgende punktene oppsummerer dette (Sweco, 2010):

- Stort tidspress har preget forvaltningen
- Tilfeldig informasjon og ofte for sen informasjon
- Frivillige organisasjoner har ikke ressurser til oppfølging
- Dokumentene har vært omfattende og lite leservennlige
- Manglende kortfattet informasjon om direktivets betydning
- Manglende bistand fra sentralt hold
- Organisasjonene har ofte følt seg som tilskuere
- Opplæringsbehov, på fylkes- eller regionnivå
- Vannområdene er det beste stedet for medvirkning, men med veiledning og støtte fra fylkesledd eller regionsledd av organisasjonen og de nasjonale miljø- og friluftsorganisasjonene

Erfaringene fra vanndirektivet tilsier at det må settes av tid til medvirkning fra forvaltningens side, både til å identifisere hva som ønskes oppnådd med medvirkning, identifisere organisasjonene, utvikle egnet informasjonsmateriell og kommunisere forventninger.

2.3.2 Råd for god medvirkning

Erfaringsbrev fra Miljøverndepartementet vedrørende forvaltningsplaner for vann påpeker fem tema som synes å ha avgjørende betydning for å lykkes med å få fram gode, helhetlige regionale vannforvaltningsplaner som samtidig har god forankring i de forskjellige sektorene (Miljøverndepartementet, 2010).

1. Godt samarbeid mellom myndighetene i vannregionen.
2. Godt grunnlag gjennom lokalt arbeid og medvirkning.
3. God begrunnelse og beskrivelse av miljømål.
4. God begrunnelse og beskrivelse av miljøtiltak og ansvar.
5. God fremstilling i forvaltningsplanene.

Disse erfaringene fra vanndirektivet vil være nyttige for arbeidet med flomdirektivet. Imidlertid vil ikke alle vannområder være objekt for flomdirektivet, og det er grunn til å anta at god begrunnelse og beskrivelse av flomrisikoen, samt enighet om dette vil være første bud for god dialog om flomrisikoplaner. Videre vil enighet om ansvarsområder og mål for arbeidet være viktig. Lokalt arbeid vil være med på å forankre planen, og lokal kunnskap vil lette arbeidet med god begrunnelse og beskrivelse av risikoreduserende tiltak. God framstilling i flomforvaltningsplanene vil være viktig for at planene blir lest og brukt av forvaltningsapparatet.

Det aller viktigste er at kommunene gjør forpliktende politiske vedtak om at det skal lages lokale flomrisikoplaner. Hvilken rolle disse planene gis i forhold til kommuneplanen er også viktig. Et slikt forpliktende oppstartsvedtak kan gjøres etter et

forprosjekt eller prosjektnotat fra administrasjonen eller legges inn i kommunens rullering av planprogram.

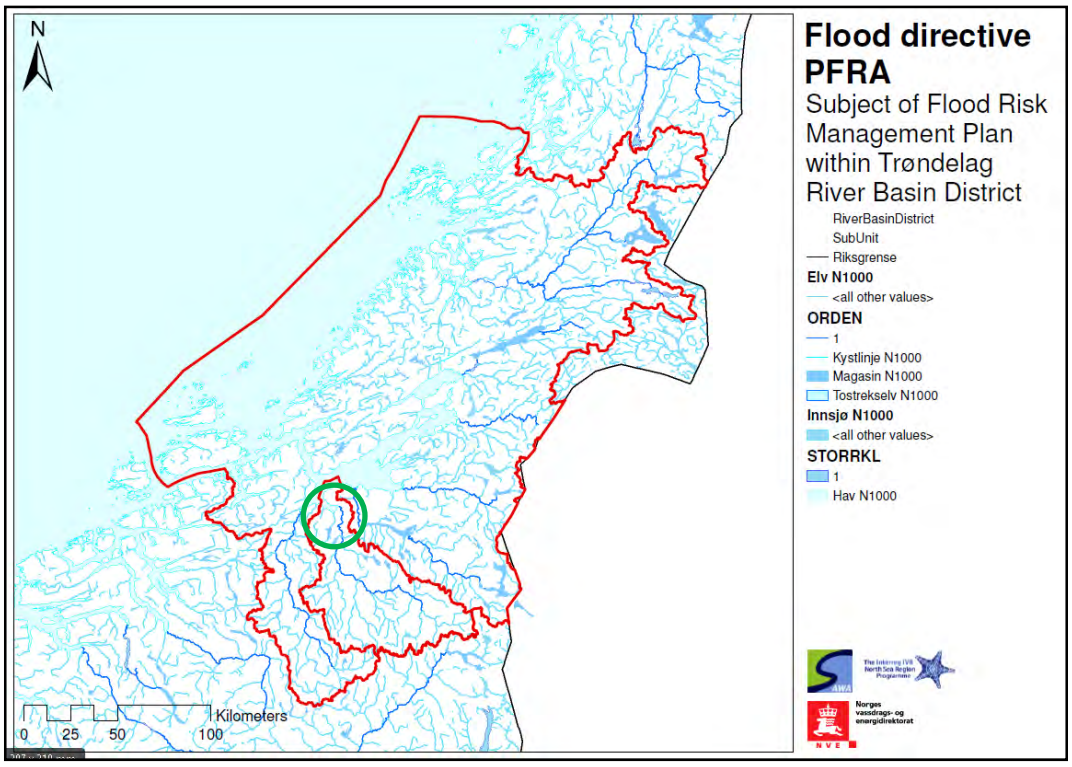
2.3.3 Medvirkning i denne planen

I arbeidet med denne planen har NVE samarbeidet med kommunen. Enighet om hvilke områder som var gjenstand for flomrisiko var grunnleggende for å kunne samarbeide om å foreslå tiltak. Utover dette ble det valgt å ikke involvere andre etater eller organisasjoner, da en del grunnleggende forutsetninger ikke var på plass da planen ble utarbeidet, blant annet hvem som vil få ansvaret for koordineringen av flomforvaltningsplaner og hva som ønskes oppnådd med medvirkning.

3 Beskrivelse av vannområde Gaula

3.1 Geografi, avgrensing, kjennetegn og særtrekk

Gaula ligger sør i vannregion Trøndelag. Gaulas nedbørsfelt strekker seg fra Forollhogna i sør til Gaulosen i nord, og har et areal på omtrent 3655 km^2. Så godt som hele hovedelva har vist seg å være flomfarlig. Planområdet er i denne omgang begrenset til de nedre delene av vassdraget, markert ved grønn sirkel i figur 4. Fordi området av interesse ligger i nedre deler av vassdraget, vil det være interessant å beskrive hele vassdraget fra fjell til fjord.



Figur 4: Vannregion Trøndelag og vannområde Gaula.

3.1.1 Geografi

Vannområde Gaula (figur 5a) omfatter nedbørsfeltet til Gaula samt noen tilliggende sidenedbørfelt i Skaun kommune: Børselva, Djupdalsbekken og Vigda, og i Trondheim kommune: Ristbekken. Bebyggelsen i området er spredt, med enkelte tettsteder. Gaulas nedbørfelt ligger stort sett innenfor de tre kommunene Holtålen, Midtre Gauldal og Melhus. I disse tre kommunene bodde det pr 1.1.2011 til sammen 23.071 mennesker (SSB, 2011). Av disse tre er Melhus den mest folkerike kommunen, med over 15.000 innbyggere. Tettstedene i de tre kommunene ligger stort sett langs Gaula eller langs sideelvene, men boligfeltene som er bygd i nyere tid stort sett trukket noe opp i dalsidene

delvis på grunn av jordvern, delvis på grunn av flom- og kvikkleireskredfare. Antallet mennesker som står i fare for å bli direkte berørt av en flom er derfor mye mindre enn det totale innbyggerantallet. Veg og jernbane går stort sett langs elva, og er i stor fare for å bli berørt av en flom.

Figur 5: a) Vannområde Gaula, som i tillegg til Gaulas nedbørfelt også omfatter Viggja, Børselva og flere mindre vassdrag som drenerer til Gaulosen. b) oversiktsbilde over Gauldalen ved Ler, i forgrunnen Helgemo sør for Ler.

3.1.2 Landskap og natur

Gaulas totale lengde er 152 km, mens høyeste punkt i nedbørfeltet er Forollhogna (1332 moh). 70 % av nedbørsfeltet ligger mellom 300 og 900 meter, og kun 6 km^2 av nedbørsfeltet ligger høyere enn 1200 moh. I de øverste deler av vassdraget renner elva i åpent fjellandskap med tynt morenedekke, før den ved Ålen skjærer seg dypere ned i landskapet. Mellom Ålen og Hovin er dalen trangere, her er dalbunnen noen steder så trang at det kun er plass til vei, elv og jernbane, mens enkelte partier er litt åpnere med plass til bebyggelse og jordbruksdrift. Ovenfor Støren er det flere større og mindre stryk. Nedenfor Støren har elva et jevnt, slakt fall med unntak av Gaulfossen. I de nedre partiene er dalen bred, med store elvesletter i dalbunnen, og glasifluviale og fluviale avsetninger, blant annet i form av terrasser og rester etter isranddelta, samt store areal med marin leire og andre fjordavsetninger.

Gaula er Midt-Norges største vassdrag og ble gitt varig vern mot vannkraftutbygging i 1986 (NVE, 2010). Vassdraget er en viktig del av et variert og kontrastrikt landskap som omfatter fjellområder i innlandet, daler og utløp til fjord.

I Verneplan for vassdrag III (NOU 1983:41) er vurderingen av vassdraget beskrevet slik:

> *"Verneinteressene i objektet er særdeles store idet både naturvitenskap, kultur, vilt- og fisk og friluftsinteressene har gitt det høyeste prioritet. Elva har en betydelig laksestamme over en stor strekning og både for jakt og fiske har nedbørfeltet meget stor rekreativ verdi. På grunn av sin størrelse og varierte berggrunn fanger Gaula opp det meste av biotop-*

og artsmangfoldet i de sørlige deler av Trøndelagsregionen. Som typevassdrag står det sentralt. Vassdraget har store verneverdier av spesiell naturvitenskaplig karakter. Det inneholder en rekke fluvialgeomorfologisk og kvartærgeologisk verdifulle lokaliteter. Det knytter seg særlig botaniske interesser til suksesjoner langs elvekanten og et svært artsrikt fugleliv er knyttet til skog og våtmarker. Kulturminnene belyser et stort spekter av sosiale miljøer. En eventuell utbygging vil føre til tap og ulemper for reindriften i vassdragets østlige deler. Utvalget mener at et stort vassdrag i Trøndelag eller Nordland i sin helhet bør være representert på verneplanen. Gaula inneholder betydelige verneverdier og er godt egnet til å representere Trøndelag og Nordland. Utvalget vil derfor tilrå varig vern av Gaula "

I tillegg til vernet mot kraftutbygging, finnes det mange naturreservat i tilknytning til elva, blant annet Ytter Skjervollslykkja, Kvasshyllan, Hovin, Gammelelva og Gaulosen (dirnat.no). Sistnevnte naturreservat ligger i tilknytning til Gaulosen landskapsvernområde.

3.1.3 Hydrologi

Nedbørsfeltet domineres av snaufjell, skog og myr, som til sammen dekker 89 % av feltet, mens havflate, innsjø, elver og bekker utgjør 5 %. Tettbebyggelse og industriområde utgjør noe over 0,2 %, dyrket mark dekker 5 %. Feltet kan sies å ha tilnærmet naturlig avrenning. For den nøyaktige arealfordeling henvises det til tabell i appendiks A. På grunn av stor andel av snaufjell, 36 %, og svært få innsjøer, derav ingen i hovedløpet, kan avrenningen være meget rask.

Gjennomsnittlig årsmiddelavrenning for vassdraget er ca 26 $l/s \cdot km^2$, men denne varierer mellom 15 og 45 $l/s \cdot km^2$. Avrenningen er størst i østlige områder mot Neavassdraget, og minst i de vestlige områdene mot Orklavassdraget. De fleste flommene opptrer i snøsmeltingsperioden om våren, men de største flomhendelsene har vist seg å opptre sent på sommeren, på grunn av ekstremt regnvær. Vassdraget er svært forgrenet med mange sideelver, som fører til en hurtig avrenning.

Vannføringen i Gaula har blitt målt siden 1908 ved målestasjonen ved Haga bru (stasjon nr 122.2) og siden 1941 ved Eggafoss (stasjon nr 122.11). Middelvannføring er ca 80 m^3/s ved Haga bru, mens middelflommen er på ca 760 m^3/s. Det er stor forskjell på middelvannføring og flomvannføring, flomvannføringen kan være nærmere 40 ganger større enn årlig middelvannføring, noe som er det absolutt største forholdet mellom flomvannføring og årlig middelvannføring som er registrert i Norge (Wold, 1992; Næss, 1995).

3.1.4 Kvikkleire

Havets høyeste nivå etter siste istid kalles marin grense. Under denne grensa ble det etter istiden avsatt leirpartikler på det som den gang var havbunn. De små, flate leirpartiklene er plassert kant mot flate der tiltrekkende krefter binder partiklene sammen i en åpen, men stabil struktur. Så lenge porevannet inneholder en viss mengde salt er strukturen stabil.

Etter landhevingen har saltinnholdet i leira enkelte steder blitt vasket ut på grunn av gjennomstrømning av grunnvann og avsetningenes lagdeling. Der saltet i leira er vasket ut, er bindingene mellom partiklene i leirmaterialet svekket. Det er slik kvikkleire dannes. Kvikkleire har i utgangspunktet samme styrke som en ikke kvikk leire, men ved belastning eller omrøring kollapser kornstrukturen og kvikkleira blir flytende. Årsaken til forandringene i konsistens, er overskuddet av porevann som blir frigjort når bindingene i strukturen kollapser. Kvikkleireskred kan forplante seg raskt over store områder.

I Gauldalen ligger marin grense på 175-180 moh. Kvikkleireforekomster illustrert i figur 6 a) finnes helt opp til Haga bru. Gauldalen nedenfor Hovin er spesielt utsatt for kvikkleireskred, og det er pr 2010 kartlagt 33 kvikkleiresoner i Melhus kommune. Mange av kvikkleireforekomstene ligger i umiddelbar nærhet til hovedelva eller sidevassdragene. Når vannstanden og vannhastigheten er høy er det fare for erosjon langs elvebreddene. Dersom kvikkleireforekomster blir avdekket, kan det føre til utglidninger og kvikkleireskred, som kan være mer truende for liv og helse enn en flom. Langs Gaula har NVE gitt bistand til omtrent 115 sikringstiltak mot erosjon og annen type skade, og i tillegg har Statens vegvesen og Jernbaneverket utført egne sikringstiltak (Skei, 2010).

Figur 6: a) Oversiktskart over Gauldalen med kvikleiesoner. b) Illustrasjonsfoto av kvikkleireskred nær elv.

3.1.5 Vassdragsinngrep

Gaula er langs store deler av elvestrengen sterkt påvirket av menneskelige inngrep, og da spesielt av sikringstiltak som har vært en viktig forutsetning for bebyggelse, infrastruktur og jordbruk. Samtidig har sikringstiltak for å hindre erosjon langs breddene kombinert med store grusuttak på 60 og 70-tallet sannsynligvis vært opphavet til bunnsenkning, vandrende strykpartier og lokal graving, gjerne i leire. Vedlikehold av eksisterende sikringstiltak og nye tiltak må derfor vurderes svært nøye. Samtidig må sikkerheten for boliger, veg og jernbane ivaretas, og løsningen må være å finne en god balanse mellom opprettholdelse av nødvendige sikringstiltak og elvas naturlige bevegelser i landskapet.

Som følge av skadeflommer, har det flere ganger blitt reist spørsmål om regulering av Gaula i flomdempingsøyemed. På 1930-tallet ble det fremmet forslag om regulering av fjellsjøene, men etter 1940-flommen mente selv reguleringens ivrigste forkjemper,

kjøpmann Midttømme at en slik regulering ikke ville vært til særlig nytte mot en regnflom (Strand, 1941).

3.2 Flommer i Gaula

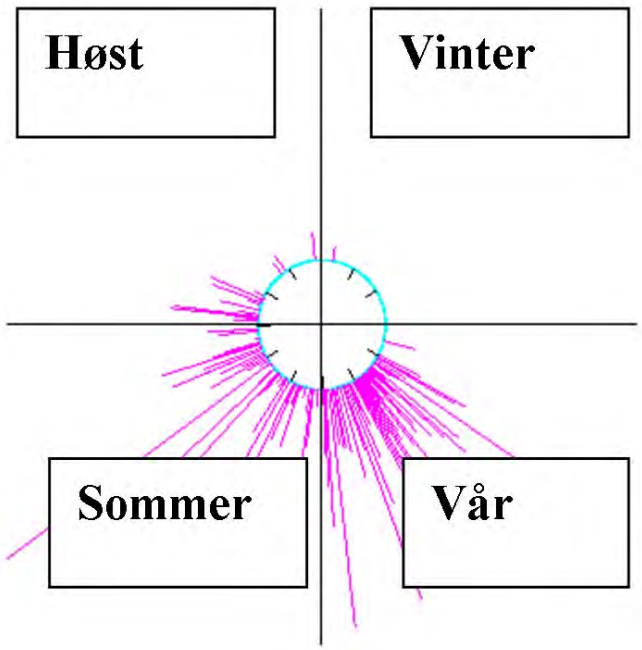
Gauldalen har gjennom historien hatt mange alvorlige episoder med flom, og flom i kombinasjon med skred. Mange av flommene har kommet brått og uten forvarsel. Tabellen under viser maksimalvannføringen for de største observerte flommene ved Haga bru, samt middelflommen.

Tabell 1: Maksimalvannføring ved Haga bru for de seks største registrerte flommene i Gaula (Heggstad et al, 1975)

Årstall	Vannføring (m^3/s)	Dato
1918	2370	25. juni
1934	1832	6. mai
1935	1724	28. juni
1940	3060	26. aug
1944	2034	10. juni
1956	1813	14. juni
Middelflom	773,6	

Til sammenligning er gjennomsnittlig vannføring 81 m^3/s (Wold, 1992; Næss 1995). De siste 50 årene har det vært få flommer. 1995-flommen kulminerte på 1318 m^3/s ved Haga bru (Petterson, 2000). I 2010 kulminerte juniflommen ved Haga bru på 1461 m^3/s (Holmqvist, 2010). Flommen i 2011 var størst i øvre deler av Gaula og spesielt i Ålen førte den til store skader.

Ved Haga bru har vannstandsmålinger de siste ett hundre år vist at Gaula er et typisk vårflomvassdrag. De fleste store flommene inntreffer i vårmånedene, på grunn av snøsmelting, gjerne i kombinasjon med regn. De største skadeflommene i Gaula har likevel hendt på sensommeren som følge av kraftig regn. Flommenes fordeling over året er illustrert i figur 7.



Figur 7: Flomrose for målepunktet på Haga bru, Gaula. De fleste flommene inntreffer om våren, mens den største registrerte flommen inntraff på høsten.

Den største flommen vi kjenner til var forårsaket av kraftig nedbør, i august 1940. Episoder med isgang har også ført til oversvømmelser. Tidligere flommer i Gaula har ført til skader i hele vassdraget, fra Singsås i sør til Udduvoll ved utløpet i nord. Gaula har mange sidevassdrag som drenerer til dels store felt, og som fører til økt vannstand. Nedenfor følger en kort beskrivelse av de største flommene, samt flodbølgen i 1345.

3.2.1 Leirfallet i 1345

Den største katastrofen som har skjedd i Trøndelag er ras- og flomkatastrofen i Gauldalen i 1345, som omtales som Norges største naturkatastrofe. Skátholtsannalerne, 1348 sier dette om 1345-raset.

> *"I Guldalen i Tronhjem hændte det, at elven Gula blev borte nogle dage, men derefter gikk der et skred, som var saa stort at det fylde dalen tversover og dæmmede elven Gula opp, saa at en mængde mennekser druknede, men gaardene oversvømmedes, saa at de alle stod under vand, og alt fe druknede. Siden brast dæmningen, og alt løb da utover sammen med elven. Da gikk der mange flere gaarder og fe med. Der ødelagdes i alt 48 gaarde, hvoraf nogle var hovedbol og nogle kirker. Man rægnede, at næsten halvtedie hundrede mennesker satte livet til der, bønder med sine kvinder og børn, nogle prester og mange klerker, en hel del velstaaende folk og mange arbeidsfolk. Men man andtager, at de veifarende folk og fattigfolk, som satte til, ikke var færre end de, som blev optællet. Dette hændte korsmessedag (14. september) om høsten. Man fandt nogle lig ,men meget faa blev bjerget i live, thi jorden og vandet slugte alt sammen, mennesker og gaarde. Det er nu senere blevet*

sandstrækninger og ødemarker, men først var der vand og bløite, saa folk ikke kunde komme frem."

Det er antatt at skredet, som gikk like nord for Støren, demmet opp Gaula til en 14 km lang innsjø som gikk nesten opp til Bonesgårdene (Rokoengen, 1999). Det er usikkert hvor raskt vannet steg, men oppfyllingen skjedde antakeligvis så fort at det omkom en del mennesker i det elva demmet seg opp. Da demningen brast, genererte dette en flodbølge som sveipet med seg 48 gårder, husmannsplasser og kirker, og førte til at det omkom rundt 500 mennesker (Rokoengen et al 2001). Hva som utløste skredet er ikke kjent, men det har blitt fremsatt ulike teorier på hendelsesforløpet. En forklaring viser til at enten ekstrem nedbør, fjellskred eller menneskelig inngripen førte til at et tidligere innsjøsystem Hagevatnet på østsiden av Gauldalen gikk ut og at en flombølge deretter forplantet seg oppover i Gauldalen, før en terrasse ved Granmo på østsiden av dalen raste ut og demmet opp Gaula (Rokoengen et al 2001). Flommen var ikke utløst direkte av nedbør, men har vært mye omdiskutert fordi man har ønsket å finne ut om det kan være fare for en lignende katastrofe.

3.2.2 Flommer før 1900

I 1675 skal det ha vært en kjempeflom i Gaula, hvor broer ble revet vekk (Nordgård, 1920; Heggstad et al, 1975), og gårdene fikk store skader på avling og landbruksjord (Heggstad et al, 1975). Noen nøyaktig vurdering av flomforløp, skadeomfang eller tap av menneskeliv er ikke kjent.

I juli 1789, ikke lenge etter Stor-Ofsen på Østlandet, var det en stor flom i Gaula hvor det gikk tapt menneskeliv og store verdier veier og gårder ble skylt bort (Heggstad et al, 1975) Denne flommen hendte etter en lang og tørr varmeperiode, og Adresseavisen refererte følgende (Heggstad et al, 1975):

> *"I forrige Uge regnede det heromkring i nogle Dage; i samme Tiid voksede Elve og Bekke saa stærkt at de gikk opp på landet over Agre og Enge, borttog Gaarde, Huuse, Broer, Veje, Tømmer og Bordstabler, ved hvilken Leilighed ogsaa nogle Mennesker ere omkommet, overalt er deraf entstaaet stoer skade, skulle Regnen, som dog ikke var usædvanlig sterk, hertil allene være Aarsagen, maa en Mængde Snee, som have ligget i Fjeldene derttil tillige have contribueret"*

I 1879 og 1882 var det også store flommer, og ut ifra nivellement antas flommene å ha hatt maksimalvannsføring på henholdsvis 1800-1900 m^3/s og 1600 m^3/s (Heggstad et al, 1975).

3.2.3 Flommen i 1918

Flommen i 1918 hadde en maksimalvassføring på 2370 m^3/s ved Haga bru, og medførte store økonomiske konsekvenser. Skadeomfanget var ca 3 millioner 1918-kroner, tilsvarende et beløp på over 48 millioner 2010-kroner. Samtlige broer nedstrøms Støren ble ødelagt eller skadet, med unntak av den nye jernbanebroen ved Gaulfoss. 500 mål

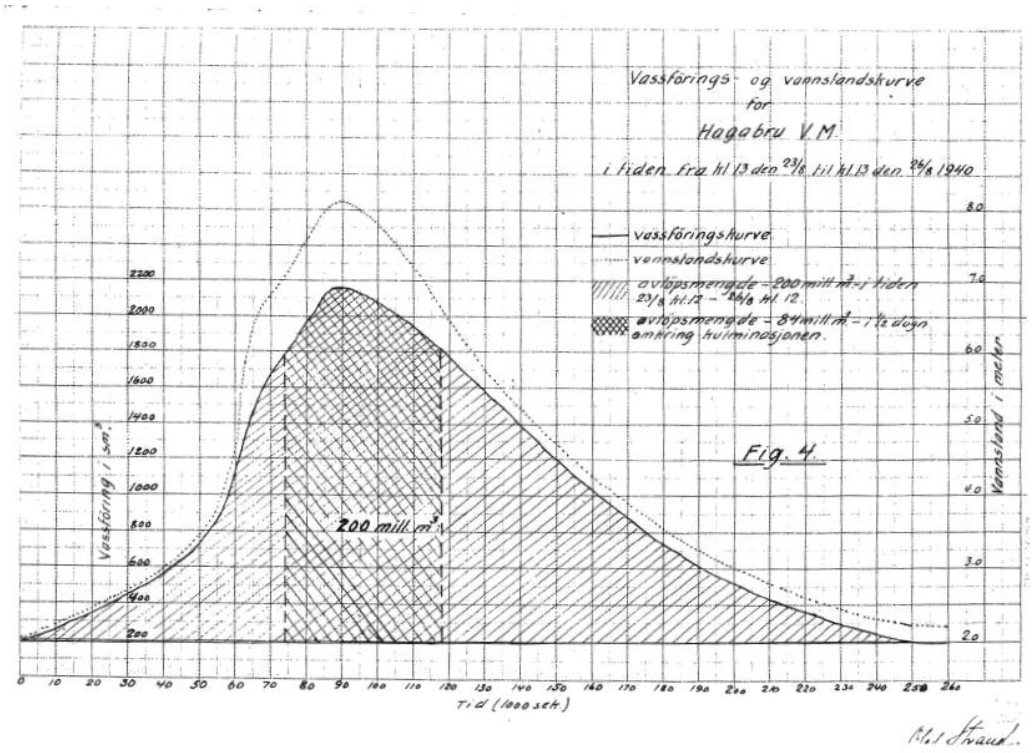
åker og mye tømmer gikk tapt. Ingen skader på mennesker eller miljø er notert for ettertiden, men ”Storbjørka” ved Gravraak som var fredet ved kgl. resolusjon ble tatt av flommen. Selve flomforløpet var meget hurtig, et øyevitne beskrev til Adresseavisen (Heggstad et al, 1975) at vannet steg nesten én meter på bare én time.

> *”Det var et baade imponerende og storartet skue at se Gaula i all sin vælde flomme ut over sine bredder og gjøre det omliggende lavland til et eneste hav. Selv gamle folk har ikke set Gaula saa stor og at den har steget med saadan voldsomhet. Man blev om eftermiddagen St. Hansdag opmærksom på at det tegnet til storflom, men elven steg uavbrudt hele natten til kl. 6 næste morgen, da den var paa sitt høyeste og begynte å synke. I 11-tiden om aftenen var stigningen størst, elven steg da næsten 1 m. på en time. Folk som bor paa lavlandet langs elven, er vant til elvens luner, men denne gang kom flommen saa braat og voldsomt at de fleste maatte forlate sine huse i største hast, men man endnu kunde vade over til det tørre. (…)*
>
> *<u>Svære utglidninger:</u>*
> *Ved Storhaugen og Gravraak har elven gravet i de høie sandmæler og mindst 500 maal aker og eng er glidd ut. De igjenstaaende mæler, og mindst 50 maal aker og man befrykter derfor yderligere utglidninger.”*

Flommens årsak var sannsynligvis en kombinasjon av svært ugunstige værforhold. Våren og sommeren hadde vært kald, og det lå mye snø igjen i fjellet og muligens noe nysnø. Et langvarig regnvær hadde mettet bakken i lavtliggende strøk. Da det så kom et kraftig regnvær søndag 23. juni, begynte snøen å smelte, og flommen var etter hvert et faktum. I etterkant av flommen ble det vurdert å regulere vassdraget og anlegge forbygninger på de stedene hvor flommen hadde fremkalt brudd.

3.2.4 Flommen i 1940

Den største registrerte flommen i Gaula inntraff 24. august 1940, og denne er godt dokumentert av ingeniør Olaf Strand (1941). Sommeren hadde vært regnfull, og markvannsmagasinene var fylt opp da det begynte å regne om kvelden 22. august. Målestasjonene i Haltdalen, i Buvik og på Strinda registrerte henholdsvis 73 mm, 76 mm og 90 mm i døgnet fra 23.08 kl 08:00 til 24.08. kl 08:00. Strand beregnet at kulminasjon ved Haga bru inntraff rundt kl 13:00 lørdag 24.08 med en vannføring på 2150 m^3/s. Dette var omtrent 7 timer etter det kraftige regnværets slutt (Strand, 1941). Vannføringskurven for Haga bru er gjengitt i figur 8.



Figur 8: Vannføringskurve og avløpsmengder for Haga bru i 1940 (Strand, 1941).

Hendelsen ble dramatisk beskrevet i Adresseavisen (Adresseavisen, 1940; Strand, 1941):

> *"Den rekordmessige nedbøren kom natt til lørdag, så folk ikke kunne følge så godt med, og derfor ble de så meget lettere overrumplet av Gaula som kvitterte for nedbøren med en momentan storflom som slo alle tidligere rekorder.*
>
> *Plutselig var flommen der. Halvmeter etter halvmeter steg vannet, og en tung brus la seg over hele dalen. Små elver og bekker vokste seg over alle sine bredder, rev med seg bruer og veier og kastet seg i brungule, skummende fosser med en vestlandsk villhet ut over dalsidene."*

Skadene ble svært store langs hele Gaulas hovedløp. Jernbanelinjer, veger, telefonnett, kraftstasjoner og kraftforsyning ble satt ut av spill. Langs bielvene var skadene langt mindre, men i Sokna gikk det to ras, i Tømmesdalen ble en revegård med dyr tatt av vannmassene, og langs jernbanen gikk en del kulverter fulle fordi småbekkene flommet over. Ovenfor Singsås stasjon var skadene små, kun to hengebruer og et geitefjøs ble tatt av flommen. Fra Singsås til Støren, gravde elva seg ned, tok med seg dyrket mark, skadet eller vasket med seg bebyggelse, veg og jernbane, og begravde åker og eng under sand og grus (Strand, 1941).

På Støren gikk ett menneskeliv tapt da grunnen plutselig ble borte under bena på tre personer så de falt i vannet. To av de klarte å berge seg opp på en plankestabel som kom drivende i elva, mens den tredje ble tatt av strømmen og omkom (Adresseavisen, 1940; Stand, 1941). Om morgenen den 24. stod hele Støren under vann, og ved middagstider måtte Støren evakueres. Jernbanelinja ble vasket ut over en strekning på 1 km, og kommunelokalet som lå i samme hus som Støren Gamleheim, sagbruk og bakerier ble

satt under vann. To gårder ble tatt med av flomvannet. Ved Kvasshyllan ble jernbanelinja sperret av to skred.

Figur 9: a) Området omkring Gamlehjemmet og Folkets hus på Støren, Gamlehjemmet kan sees helt til venstre på bildet (Strand, 1941). b) Området omkring Folkets hus, sett fra Dovrebanen (Strand, 1941).

Lenger ned i dalen ble Hovin hardt rammet av flommen, og vannet stod 1,5 m høyere i 1940 enn i 1918. Kun enkelte tak raget over vannet da flommen var på sitt høyeste. Ved inngangen til Gaulfosstunnelen lå et hus og sperret. Kvålsbrua ble tatt av flommen, og riksvegen i Gauldal fikk stor skade, mange steder er veiene vasket vekk. I øvre og nedre Melhus reiste mange hus og uthus med flomvannet. På Gimsøya og Blekesøya ble ei smie og noen uthus tatt av flommen, og hus og avling ble skadet. På Volløya ble husene omflødd så fort at folket måtte flykte opp i andre etasje og bli reddet med båt.

Figur 10: a) Fra Brubakkøra noe før flommens høyeste nivå nådde området. Bildet er tatt fra krysset mellom riksvei og jernbanelinja (Strand, 1941). b) Hovin stasjon omtrent ved høyeste flom (Strand, 1941).

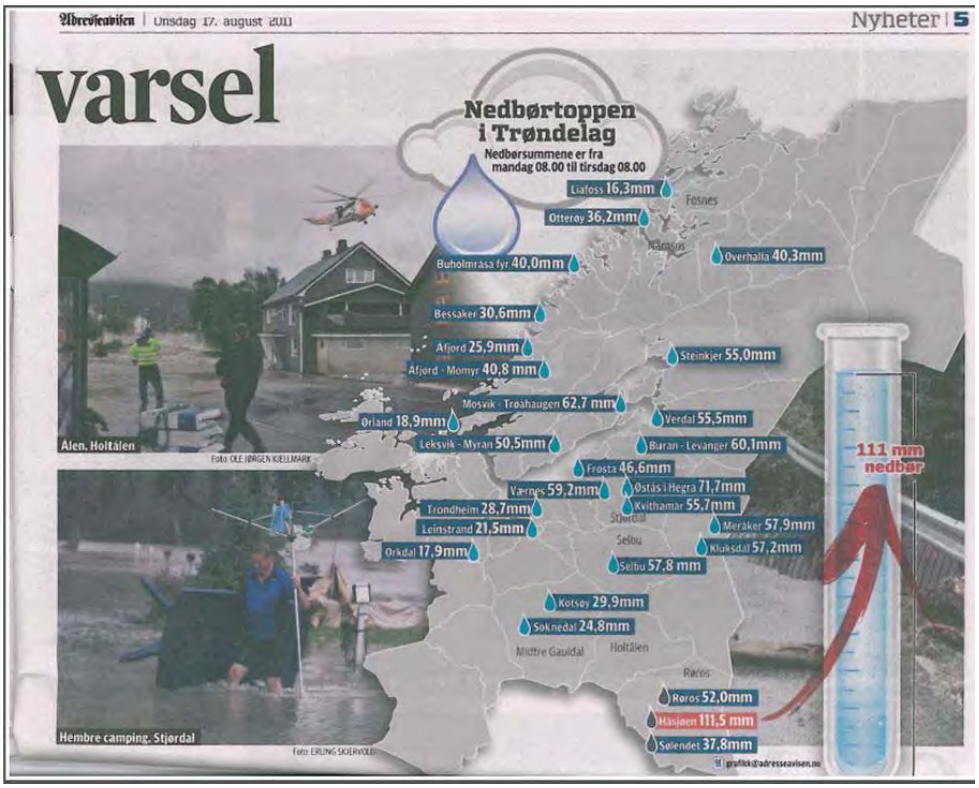
I opprydningsarbeidet ble alle arbeidsføre menn utkommandert. Sand og slam måtte ryddes ut av husene, veier skulle repareres. I Melhus var omtrent alle bygdeveiene brutt, og jernbane og riksveier hadde fått store skader. Strømforsyning og telefonlinjer måtte også repareres.

De totale skadene ble beregnet til 6 millioner 1940-kroner, tilsvarende 147 millioner 2010-kroner og fordelte seg på vei, jernbane, broer, åkre, gårder og bolighus. Fordeling av skadene pr område og sektor finnes i appendiks B.

3.2.5 Flommen i Ålen 2011

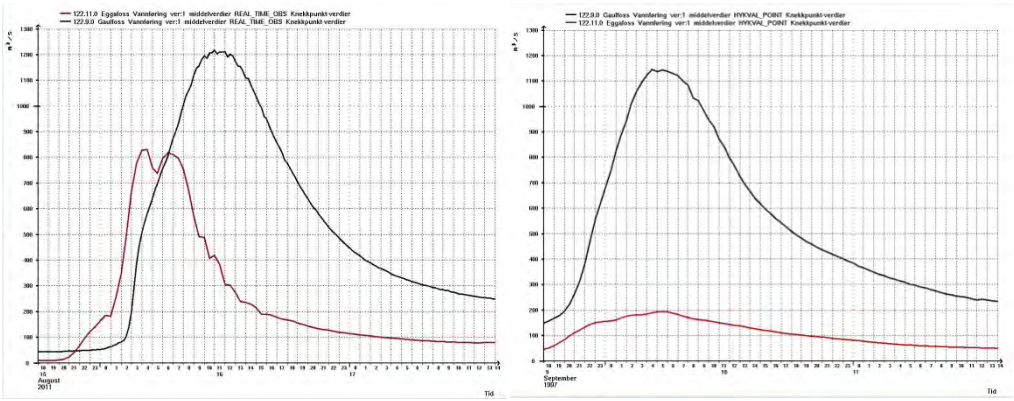
15. august 2011 var det kraftig regn i deler av Trøndelag, med store lokale variasjoner. Målinger fra Håsjøen målestasjon viste 111,5 mm nedbør fra kl 08:00 mandag 15. august til kl 08:00 tirsdag 16. august, mens målestasjonen på Røros noen få mil nord for Håsjøen

viste 52 mm, og og Sølendet noe sør for Håsjøen viste 37,8 mm i samme periode. Nedbørsmålinger i Gaulas nedbørsfelt, Kotsøy, Soknedal og Leinstrand viste alle under 30 mm i samme døgnet. En oversikt fra Adresseavisen (2011) viser de ulike nedbørshøydene i Trøndelag dette døgnet (figur 11).



Figur 11: Nedbørshøyder for ulike deler av Trøndelag fra kl 08:00 15. august til kl 08:00 16. august (Adresseavisen 17 august 2011).

Vannføringen økte svært fort i Gaulas øvre deler og i sideelva Holda. Figur 12 a) illustrerer økningen, rød linje viser vannføring ved Eggafoss målestasjon, like nord for Ålen, der vannføringen økte fra normalvannføring til 200-årsflom på 7 timer. Sort linje viser Gaulfoss målestasjon, hvor flommen ikke var spesielt stor. Til sammenligning viser vannføringskurven fra 9. til 11. september 1997 at bidraget fra Eggafoss var minimalt, kun 200 m^3/ s mot 840 m^3/s i 2011.



Figur 12: a) Vannføringskurve for Eggafoss (rød) og Gaulfoss (sort) målestasjoner fra 15. august kl 18:00 til 17. august kl 14:00. b) I tilsvarende tidsrom fra 9.-11. september 1997 er bidraget fra Eggafoss veldig lite ved tilsvarende vannføring i Gaulfoss.

Denne flommen var svært lokal, og rammet Gaula fra Ålen til Kotsøy, samt Aunegrenda i sideelva Holda. I de øvrige sidevassdragene var det ikke spesielt høy vannstand, og nedenfor Støren var skadene minimale. Flommen gikk hardest utover Ålen, hvor samvirkelag og deler av bebyggelsen ble rasert, og flere personer måtte reddes ut med helikopter. Brua i Ålen sentrum ble skadet og den nye kunstgressbanen ble vasket med vannstrømmen. Gaula tok løp gjennom Svølgjatunnelen og vasket med seg deler av riksvei 30 som ble stengt for trafikk mellom Haltdalen og Ålen. Rørosbanen fikk også mange skader. Fylkesvei 591 ble stengt da Holda gikk over sine bredder og tok med seg ei bru. Målestasjonen på Eggafoss viste en ekstrem flom i forhold til de tidligere observasjonene, men tatt i betraktning denne siste flommen, er gjentaksintervallet beregnet til å ha vært mindre 200 år.

Figur 13: Ålen sentrum ble rasert av 16. augustflommen i 2011 (Foto: Joar Skauge, NVE)

3.2.6 Skader fra styrtflommer, overvannsflommer og stormflo

En svært liten del av Gaulas nedbørfelt er urbanisert. Tettbebyggelse og industri utgjør til sammen mindre enn 0,23 % av arealet. Likevel kan overvannsflommer oppstå i sentrumsområdene, eller i bolig- og utbyggingsfelt hvor avrenningen endres på grunn av endringer i arealutnyttelse og føre til skader på bebyggelse og infrastruktur. I denne pilotplanen er fare for overvannsflommer vurdert selv om dette vil være små og veldig lokale flommer med svært begrensede konsekvenser.

Store nedbørsmengder kan føre til erosjon i noen av de brattere sidebekkene i vassdraget. Slik erosjon kan få alvorlige konsekvenser, slik som vist på figur 14. Slike tilfeller kan skje i forbindelse med menneskelige inngrep, for eksempel ved utbygging av skogs- og

myromårder. Dersom overvann fra tak, veg og innkjørsler føres til nærmeste bekk uten at denne er stor nok til å ta unna større mengder vann med større hastighet grunnet utbyggingen, kan vannet begynne å grave og føre til erosjon. Kraftig nedbør har også ført til kjelleroversvømmelser, i ett tilfelle på grunn av tette flater på en parkeringsplass med for liten kapasitet på dreneringen.

Figur 14: Erosjonstruet hus i Melhus (Foto: Terje Svaan, Adresseavisen).

Gaula påvirkes av tidevann opp til Gimse bru og Melhus sentrum, men stormflo vil stort sett ikke føre til skade i området. med mindre det sammenfaller med en stor flom i Gaulavassdraget (Bævre og Øydvin, 2001b). Dette er imidlertid vurdert som en ekstremhendelse som ikke vil være statistisk sammenfallende. Dersom havnivået stiger betydelig kan det være behov for å vurdere innvirkningen av tidevann på nytt. Forventet havnivåstigning for Trondheimsområdet til 2100 ligger i intervallet 22 til 77 cm (Vasskog, 2009).

3.3 Forventninger om flom i framtiden

Etter flommen i 1940 har det kun to ganger observert større vannføring enn 1800 m^3/s ved Haga bru, i 1944 og 1956. Dette kan ha ført til at opplevd risiko for en flom i vassdraget er mindre enn den reelle. God arealplanlegging har forhindret større utbygginger i flomsoner, men der flomområder har blitt utbygd, kan konsekvensene bli like store eller større enn ved tidligere flommer av tilsvarende størrelse. Ved en 10-årsflom er det forventet at Fv 735 ved Varmbubekken blir oversvømt, og ved en 50-årsflom vil mange av husene langs Strandveien på Gimsøya være utsatt (Bævre og Øydvin, 2001b).

3.3.1 Effekten av bunnsenking i Gaula

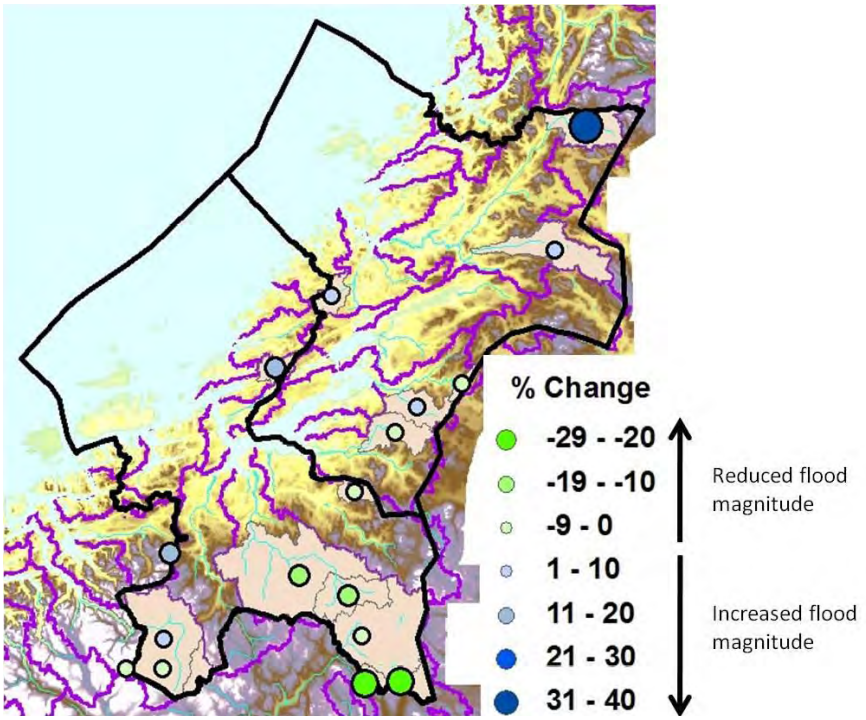
På grunn av store grusuttak i og langs Gaula, har elvebunnen i Gaula nedstrøms Gaulfossen senket seg. I perioden 1950-1985 ble det tatt ut omtrent 4 mill m^3, derav 1,2 mill m^3 etter 1980 (Ottesen, 1987) og elvebunnen har gjennomsnittlig senket seg en meter på strekningen Gaulfoss-Gaulosen. Elva har derfor fått et mer åpent profil, og mer plass til vann før det flommer over breddene. På bakgrunn av dette er flomvannstanden forventet å være 0,6 m lavere ved en 10-årsflom og 0,4 m lavere ved en 500-årsflom (Wathne, 1988; Bævre og Øydvin, 2001b), og dette er det tatt høyde for i flomberegningene. I perioden fra 1988 til 1993 var det full uttaksstopp i Gaula, og i

senere tid blir eventuelle søknader om grusuttak vurdert strengt etter vannressursloven. Et langvarig uttaksstopp kan føre til at elveprofilet igjen kan fylles opp med grus og at effekten av bunnsenkingen ikke vil vare for alltid.

3.3.2 Klimaendringer

Som en tilpasning til endret klima har NVE utgitt en rapport om forventede flomstørrelser basert på klimaprojeksjoner for i alt 115 nedbørsfelt distribuert over hele landet. Selv om det er betydelige variasjoner mellom de forskjellige nedbørsfelt, er det tydelige regionale mønster.

For nedbørsfelt i indre strøk av Trøndelag dominert av vår- og tidlig sommersnøsmelteflommer er det forventet reduksjon i flomstørrelser, mens det for nedbørfelt langs kysten og i nordlige del av Nord-Trøndelag, samt for nedbørsfelt mindre enn 100 km^2 bør påregnes en økning på 20 % (Lawrence og Hisdal, 2011). Dette er illustrert i figur 15.



Figur 15: Forventet prosentvis endring i flomstørrelser for nedbørsfelt i Trøndelag. Grønne bobler indikerer redusert flomstørrelse og blå indikerer økning i flomstørrelse (Lawrence og Hisdal, 2011).

For Gaula er det forventet at 200-årsflommen vil minke i vannvolum mot 2100. Dagens faresonekart for flom forventes derfor å være tilstrekkelige. For sidevassdrag som har mindre nedbørsdelt er det forventet at flomstørrelsene kan øke. En foreløpig vurdering er at det for felt mindre enn 100 km^2 bør påregnes en økning på 20 % (Lawrence og Hisdal, 2011), men denne grensen er satt som et gjennomsnitt for hele landet, og lokale vurderinger bør telle med.

4 Kartlegging av flomrisiko

Dette kapitlet skal gi et overblikk over hva flomdirektivet krever av kartlegging samt hva som har vært gjort på dette området tidligere.

4.1 Krav til foreløpig kartlegging av flomrisiko

I henhold til flomdirektivet skal medlemsstater for hver vannregion foreta en foreløpig vurdering av flomrisikoen innen sitt område. Denne vurderingen skal baseres på eksisterende og lett tilgjengelige opplysninger fra arkiv eller studier av utvikling over en lang periode. Vurderingen skal omfatte følgende:

- Kart over området i passende skala som viser vannområdet og dets nedbørsfelt og vannforekomster. Topografi og arealformål skal vises i kartet. Kystområder vises også der relevant.
- En beskrivelse av historiske flomhendelser (som har hatt betydelig skadevirkning på menneskeliv og helse, miljø, kulturarv eller økonomisk virksomhet, og som fortsatt har relevans med hensyn på utbredelse og flomveier) og en vurdering av hvilke skader de har forårsaket.
- En beskrivelse av større historiske flommer som man regner med vil kunne skje i framtiden.

Vurderingen skal også omfatte en vurdering av klimaendringenes mulige påvirkning av flomforholdene. For internasjonale vassdrag skal informasjon om flomrisiko utveksles til ansvarlig myndighet i de andre landene som vassdraget omfatter.

I dette pilotprosjektet ble område valgt før metodikk og resultater fra den foreløpige kartleggingen i Norge var klar. Det ble derfor valgt å fokusere på kartlegging av historiske flommer. Flommene i Gaula er beskrevet i kap 3.2, og fare for lignende flommer er vurdert i 3.3. Gaula er på bakgrunn av dette vurdert å være et vassdrag med betydelig risiko for flom, i det minste på regionalt nivå.

4.2 Farekartlegging

Farekartene skal vise oversvømt areal for tre ulike flomstørrelser, jf. artikkel 6 (3):

a) flom med lav sannsynlighet (ekstrem situasjon)

b) flom med middels sannsynlighet (≥ 100 års flom)

c) flom med stor sannsynlighet (der passende)

For Norge antas det at det for middels sannsynlighet vil velges et gjentaksintervall på 200 år, som vil være i tråd sikkerhetskrav som gjelder for vanlig boligbebyggelse (i byggteknisk forskrift). For lav sannsynlighet og stor sannsynlighet antas det henholdsvis at en i Norge vil operere med gjentaksintervallene 1000 år og 20 år, men det her er det åpent for lokale tilpasninger.

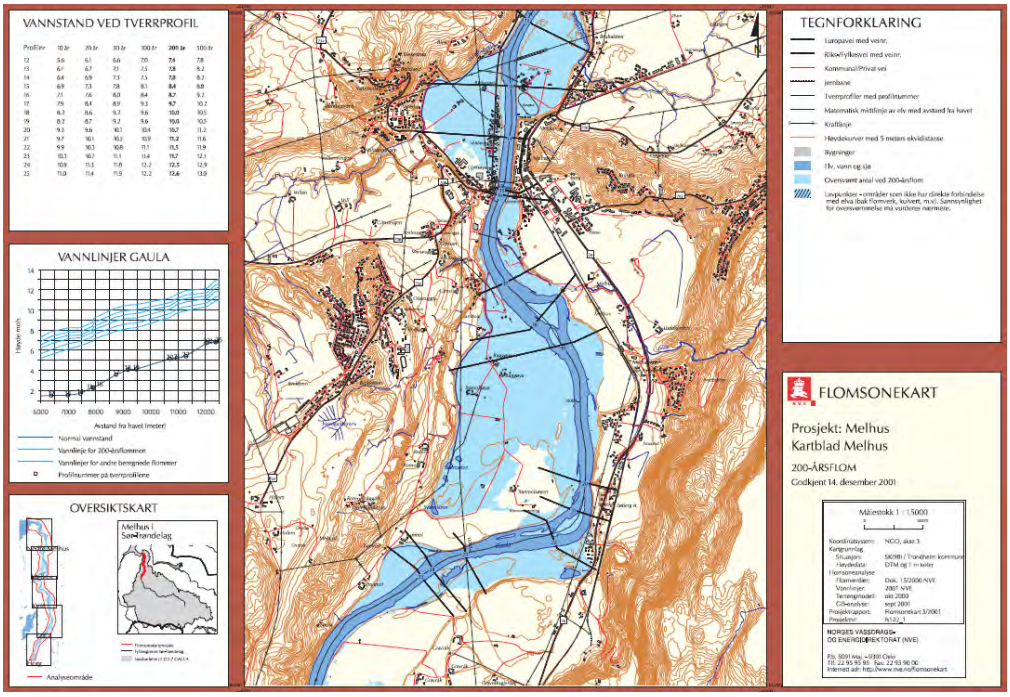
For alle scenarioene referert til i 6 (3) skal følgende elementer vises:

- flommens omfang (utstrekning)
- vanndybde eller vannstand, der relevant
- vannhastighet eller vannmengde, der relevant

NVE har gjennom Flomsonekartprosjektet (1998-2008) gjennomført detaljert flomsonekartlegging for utvalgte vassdragsstrekninger med stort skadepotensial. Metoden for å utarbeide flomsonekart omfatter flomberegning, oppmåling av tverrprofil, vannlinjeberegning og flomsoneanalyse, hvor vannlinjer kombineres med en digital terrengmodell i GIS. Oversvømte områder langs hovedvassdrag samt utsatte områder med utløp i sjø er kartlagt (flom i elv samt stormflo). Flomsonekartprosjektet ble avsluttet i 2008, men er videreført etter nye vurdering og prioritering av områder for nykartlegging og ajourføring. Der klimaframskrivninger gir en økning på mer enn 20 % de neste 20-100 år, skal også flomverdier beregnet ut fra klimafremskrivningene synliggjøres (Hamarsland, 2010).

4.2.1 Flomsonekart for Gaula

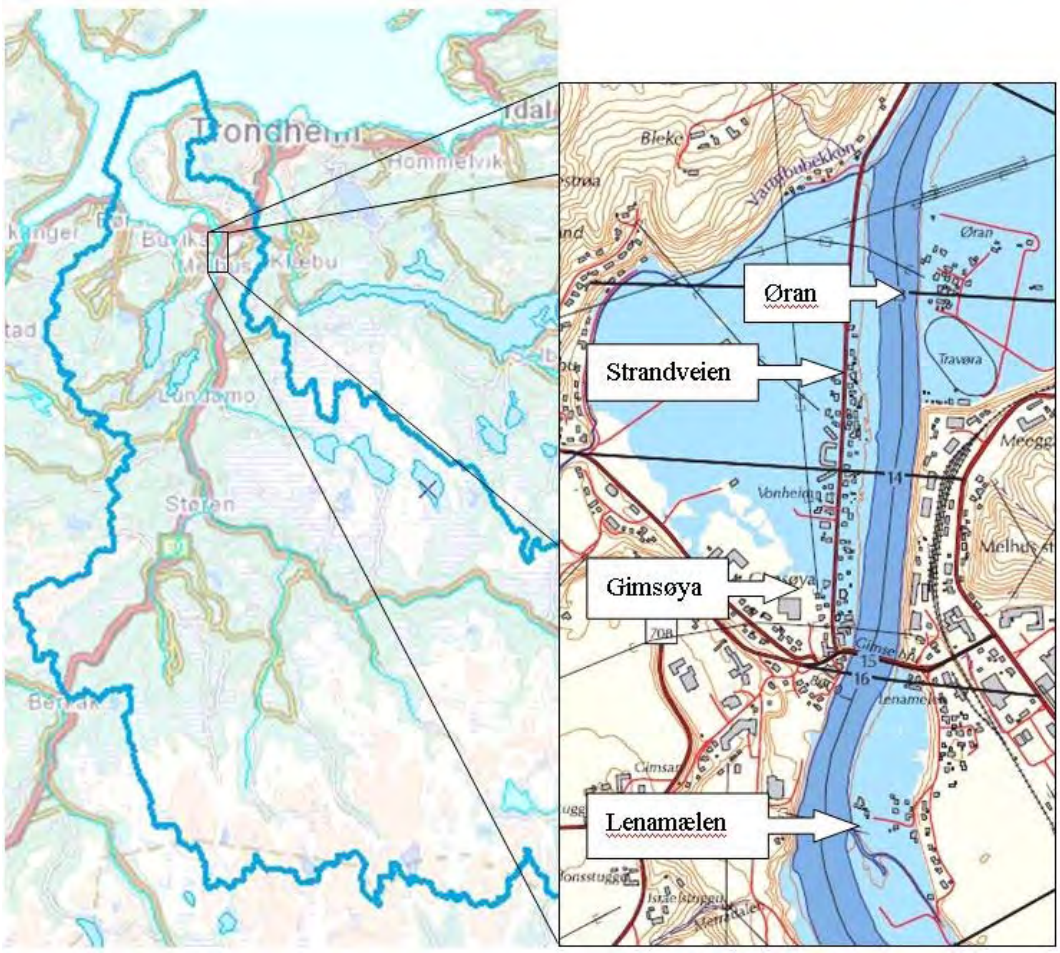
NVE har gjort flomberegninger for Gaulavassdraget (Petterson, 2000) og utarbeidet flomsonekart for Gaula fra Støren til Gaulfoss (Bævre og Øydvin, 2001a), fra Gaulfoss til Gaulosen (Bævre og Øydvin, 2001b), samt for Kotsøy (Bævre og Pereira, 2005) som ligger omtrent to mil sørøst for Støren. Flomsonekartene foreligger på NVEs hjemmeside for gjentaksintervallene 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år, figur 16 viser flomsonekartet for 200-årsflom i Melhus. I etterkant av flommen i 2011 er det gjort flomberegninger for Ålen sentrum.



Figur 16: Eksempel på flomsonekart. Utsnittet viser kartbladet for Melhus med gjentaksintervall 200 år (NVE, 2011).

5 Vurdering av risikoområder

Flom kan i utgangspunktet ramme hele vassdraget, men faren for skade er størst i de bebygde områdene. Med utgangspunkt i 200-årsflommen er det beregnet at det bor 661 mennesker i områder som vil bli direkte berørt av en flom i Gaula. Av disse bor omtrent 350 i områdene like vest for Melhus sentrum. Disse områdene, Gimsøya, Strandveien, Øran og Lenamælen er vist i kartutsnittet på figur 17. Disse områdene forventes å bli helt eller delvis oversvømt ved en 200-årsflom.



Figur 17: Faresonekart for Gimsøya viser areal som oversvømmes (NVE, 2011).

Allerede ved en 50-årsflom vil mange av husene langs Strandveien være satt under vann (Bævre og Øydvin, 2001b). I alle disse sentrumsnære områdene er det lagt ut tomter og regulert for boligformål, også innen 200-årsflommen. I de områdene må det i følge kommunens arealplan gjøres avbøtende tiltak, som heving av byggegrunn og kjellerforbud, før bygging kan igangsettes. Selv om den nye bebyggelsen slik sett ikke vil være i fare ved 200-årsflom, vil evakueringsveier være oversvømt dersom ikke tiltak settes i verk for å holde veiene åpne og tørre.

Vannforsyning kan falle bort eller bli forurenset dersom området oversvømmes. Pr dags dato ligger renseanlegget for Melhus sentrum på Gimsøya, og kan bli oversvømt allerede ved en 10-årsflom. Også strøm og teleforbindelser som krysser elva kan stå i fare for å falle bort dersom elva får stor nok vannføring og begynner å erodere i kant eller bunn.

Langs hele elvas hovedløp går veger og jernbane delvis tett langs elva og kan derfor være svært utsatt for å bli satt under vann eller bli undergravd. Dette gjelder både E6 og riksveier, og særlig riksvei 30 fra Støren til Røros. Veg og jernbaner er viktige for transport og evakuering, og vil ha konsekvenser for større områder som ikke er direkte berørt av flom. Sammen med infrastruktur som vann, strøm og teleforbindelse vil det være viktig å opprettholde veg og jernbanenett, og forebygge at disse får store skader.

Studier av flommen i 1940 viste at områdene rundt Støren ble vel så skadelidende som Melhus. I denne omgang er det valgt å fokusere på områdene i Melhus kommune, men i en videre oppføling vil det vært naturlig å inkludere flomutsatte områder også i Midtre Gauldal og Holtålen.

5.1 Risiko for liv og helse, kulturarv, miljø og økonomi

Dersom flomvarsling og evakueringsrutiner fungerer som planlagt, er sannsynligheten liten for at liv vil gå tapt i en flom i Gaula. I tiden etter en flom har det imidlertid vist seg at sykdom assosiert med psykisk stress og psykisk stress i seg selv økte blant de som ble berørt av flommen (Reacher et al, 2004). Etter en stor flom i Bristol i England hadde flomofre som midlertidig måtte flytte fra hjemmene sine betydelig flere legebesøk, sykehusinnleggelser og dødsfall det første året etter flommen enn de som ikke var berørt av flommen (Bennet, 1970). Det som etterfølger en flom av reparasjoner, opprydding og forsikringskrav kan være svært stressende (Ohl og Tapsell, 2000).

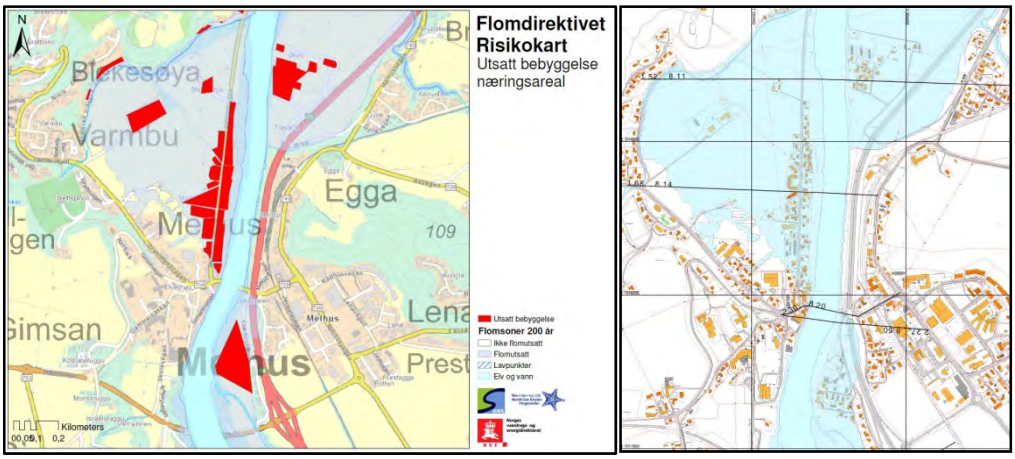
Det er få vassdragsrelaterte kulturminner langs Gaula i Melhus kommune, antakelig fordi Gaula har hatt så varierende vannføring at det har vært vanskelig å ta vare på vassdragsnære installasjoner. Horg bygdatun og landskapet på Ler har blitt pekt ut som verdifulle kulturlandskap i Sør-Trøndelag, og to hovedbygninger er fredet: Ved Løberg – Medarden og ved Melhus prestegård (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000). Imidlertid ligger ingen av disse særlig utsatt for flom selv om de ligger nær elva.

I Gaulas nedbørfelt ligger det noen virksomheter og objekter som kan utgjøre fare for forurensing. Det er da snakk om mindre avløpsrenseanlegg, bensinstasjoner, olje- og dieseltanker og små bedrifter som har utstyr og lager av miljøfarlig type. Faren for store utslipp er likevel liten, da det er få av disse anleggene som ligger i flomsonen.

Risiko for økonomiske tap er stor. Både jernbanelinjer og veger ligger langs elva og i lange strekk ligger veier og banelinjer så lavt at de kan bli oversvømt og skadet av en flom. Det er grunn til å tro at også vann- og avløpsledninger, elektrisitet og telefonkabler kan få skader. Boliger som ligger nær elva og på flomsletter er også i faresonen for å få skader. Gårdsbruk vil kunne få skader på jord og avling selv om bygningsmassen står trygt. Gårdsbruk som blir isolert av vannmassene kan få driftstap hvis ikke dyrene ikke kan skjøttes på grunn av mangel på vann eller elektrisitet, eller skader og tap av dyr dersom bygningene blir oversvømt og dyrene drukner.

5.2 Risikokart over Gimsøya

Risikokart for området viser områder hvor det ved en 200-årsflom er risiko for mennesker. Bebyggelse og boligområder som ligger innen 200-årsflommen er i figur 18 a) vist med rødt. Figur 18 b) viser dagens bebyggelse med rødt og oransje og 200-årsflommens utstrekning med lyseblått.



Figur 18: a) Foreløpig risikokart ved dagens situasjon. b) Alternativt kart viser 200-årsflommens utstrekning og dagens bebyggelse (Melhus kommune).

5.3 Bekker og områder med fare og risiko

I tillegg til trusselen fra Gaula, har Melhus kommune et særskilt problem med å håndtere vann fra utbyggingsområdene som stort sett har blitt plassert høyt oppe i dalsidene for å verne dyrket jord. Overvann fra disse områdene kan føre til mye erosjon i nedstrøms bekker, som går gjennom kvikkleiresoner. Dersom det blir for stort påslipp av overvann kan det i ytterste konsekvens føre til at kvikkleireskred utløses. I områder med kvikkleire og stor faregrad, kan graving fra bekker og elver føre til skred skje uten menneskelig inngripen, som i Ristbekken i Trondheim kommune (vannområde Gaula) (NVE, 2012). I tillegg er overvannet i seg selv et problem dersom det oversvømmer veger eller kjellere. Disse områdene vil beskrives i tabellen nedenfor

Tabell 2: Bekker i Melhus med kapasitetsproblemer eller risiko for erosjon ved flomvannføring

Sted	Beskrivelse av fare	Risiko
Varmbubekken	Oppstuvning ved flom i Gaula. Oversvømmelse av fylkesveg 735. Fare for oversvømmelse av kjellere	Liten
Loddbekken	Fare for oversvømmelse av fylkesvei 740.	Liten
Holemsbekken	Fare for erosjon på grunn av økt avrenning fra boligfelt	Liten

6 Mål for flomforvaltningen

De overordnede mål for flomforvaltningen er nulltap av menneskeliv, reduksjon av risiko for økonomiske tap, økt kunnskap om aktsomhet i flomsituasjoner og forebygging av flomsituasjoner. I dette pilotprosjektet foreslås disse målene for flomforvaltningen:

1. Nulltap av menneskeliv
2. Tiltak som reduserer økonomisk skade på boliger, næring og jordbruk.
3. Øke bevisstheten blant innbyggere om flom og fornuftig oppførsel i en flomsituasjon, samt informere flomutsatte om hva de kan gjøre for å begrense skader, og når de bør evakuere.
4. Kartlegging av eksisterende tiltak, samt evaluere alle punkt i flomsirkelen. Foreslå forbedringer der det er hensiktsmessig.
5. Spesielt for overvannshåndtering: Dimensjonere overvannsløsninger for å tåle klimaendringer, redusere skader som følge av styrtregn og mest mulig tilpasse overvannshåndteringen til naturlig avrenningsmønster.

I tillegg har Melhus kommune formulert overordnede mål for kommunen (hentet fra Prosjektbeskrivelse Flomdirektivet og Melhus kommune, SAWA):

- Øke samfunnssikkerheten og beredskap mot konsekvensene av flom og skred i den kommunale forvaltningen
- Ivareta god økologisk tilstand i vassdragene i henhold til vanndirektivet

7 Tiltak og flomforebygging

Flom og erosjon langs vassdrag er naturlige prosesser og en del av vassdragsmiljøet. Der det er konflikt mellom bosetting, næring og vassdragets naturlige prosesser kan det likevel være aktuelt å igangsette tiltak som skal forebygge og minske skadene langs vassdrag. I tillegg til å nevne tiltak foreslått under vanndirektivet som kan tenkes å forebygge mot skader etter flom, er tiltakene i denne flomrisikoplanen sortert i disse kategoriene:

- Kartlegging
- Planlegging
- Sikringstiltak og beskyttelse
- Varsling og beredskap
- Krisehåndtering
- Gjenoppretting og evaluering

Tiltakene må tilpasses lokale forhold, og karakteristika til de flomhendelser som forårsaker skade i de ulike vassdragene. Det er en klar fordel dersom tiltakene som settes i verk er i tråd med vanndirektivets retningslinjer.

Flomrisikoplanen skal etter EUs flomdirektiv inkludere:

- Konklusjonen fra den foreløpige kartleggingen i form av kart
- Flomfarekart og flomrisikokart
- Beskrivelse av mål for flomforvaltningen
- En oppsummering av tiltak, inkludert de som er planlagt for vanndirektivet
- Prioritering av disse tiltakene for å nå målene
- En beskrivelse av kost/nytteverktøy for internasjonale nedbørfelt
- En beskrivelse av hvordan gjennomføringen skal overvåkes
- Oppsummering av offentlig informasjon og konsultasjon
- Liste over ansvarlige myndigheter
- Beskrivelse av koordineringen med vanndirektivet.

Tiltakene bør på en best mulig måte søke å redusere de største konsekvensene av flommer på den mest kostnadseffektive måten, og samtidig ivareta de mål som er satt for planen innenfor forutsetninger gitt av vassdragsvern, vanndirektiv og naturgitte forutsetninger. Planen må også ta hensyn til eksisterende tiltak og myndigheter og deres funksjon.

I Gaula har tidligere flommer ført til at en rekke tiltak har blitt satt i verk. Omtrent 115 sikringstiltak er utført med bistand fra NVE. I tillegg finnes anlegg som sikrer veg og jernbane. Området har tidligere vært grundig vurdert for muligheter for kraftverksutnyttelse i kombinasjon med flomrisikoreduserende tiltak, sist i 1984 (Guttormsen, 1984), men vassdraget ble i stedet vernet mot vannkraftregulering blant annet på grunn av den store bredden i naturmangfold. I de siste årene har fokuset dreid fra fysiske tiltak til administrative og beredskapsmessige tiltak.

Hvilke tiltak som vil være hensiktsmessige mot flom i andre vassdrag og i andre kommuner er avhengig av tilstand og forutsetninger i det bestemte vassdraget tiltakene er ment å virke i. Det som fungerer et sted under visse forutsetninger, vil ikke nødvendigvis være like vellykket andre steder. I tillegg kan noen tiltak føre til andre ulemper som er

svært uønsket i enkelte vassdrag. Tiltakene må derfor vurderes ut fra hvor de er ment å virke.

Under arbeidet med denne eksempelplanen har det blitt samlet en liste med tiltak som kan brukes til å redusere flomrisiko. Siden Gaula, med hovedvekt på områdene nedstrøms Gaulfossen, har vært pilotområde i dette prosjektet, vil en del av disse tiltakene være vurdert spesielt mot de utfordringene som finnes i dette området. Noen av tiltakene som nevnes er tiltak som allerede eksisterer i Gaula. Andre tiltak vurderes å være til liten eller ingen nytte i Gaula under de nåværende forutsetninger, men alle tiltakene er likevel nevnt, som en idébank for andre vassdrag.

Til sammen er 50 tiltak vurdert. Disse er nummerert fra 1-50 og gruppert etter flomsirkelen. I 7.8 er tiltakene oppsummert i en tabell. Til sist i dette kapitlet er det foreslått sju tiltak som kan gjennomføres for å øke sikkerheten mot flom i området.

7.1 Kartlegging

Det er en forutsetning at flommens utstrekning ved ulike gjentaksintervall er kartlagt i best mulig grad. En slik kartlegging har NVE gjennom flomsonekartprosjektet gjort for en rekke flomutsatte elvestrekninger. Når flommens utstrekning er estimert, kan kartlegging av hvilke bygninger og strukturer som finnes på areal som står i fare for å oversvømmes gjennomføres. Denne kunnskapen bør inngå i vannområdenes og kommunenes generelle innsikt, og kan være viktig for skadebegrensingen.

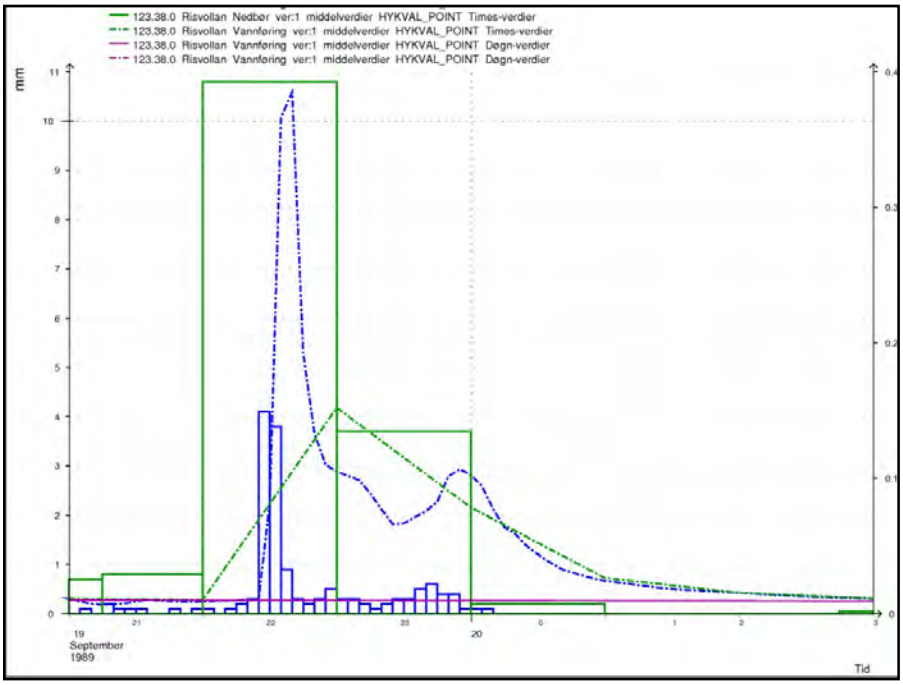
1. *Flomberegninger og flomsonekartlegging*. NVE har har utført flomberegninger for Gaulavassdraget (Petterson, 2000) og produsert flomsonekart for strekkene Støren-Gaulfoss (Bævre og Øydvin, 2001a) Gaulfoss-Gaulosen (Bævre og Øydvin, 2001b) og Kotsøy (Bævre og Pereira, 2005). Kartleggingen bygger på tverrprofiler fra 1998, og en terrengmodell med 1-meterskoter. Flomsonekartene viser utstrekningen av flom ved forskjellige gjentaksintervall, samt at vannstand ved tverrprofilene er angitt. Vannhastigheten er oppgitt å være 2-4 m/s langs hele vassdraget. Resultater fra flomsonekartlegging er viktige innspill til arealplan og beredskapsplan, både for å unngå at bebyggelse og infrastruktur som ikke tåler vann legges til flomfarlige arealer og for å begrense skade i det flom er et faktum.

2. *Konsekvensanalyse av oversvømte arealer*. Det bør gjøres en grovkartlegging av hvilke bygninger og strukturer som finnes i områder med flomfare. Kommuner og grunneiere bør kjenne til hvordan de enkelte flomutsatte arealer disponeres, og hvilke konsekvenser en oversvømmelse vil kunne medføre for området. Ved å identifisere problemområder og kritiske strukturer, samt kartlegge bekkeløp, erosjonsfare, kritiske punkter, bekkelukking, kulverter og stikkrenner vil man lokalt kunne forbedre planlegging, beredskap og krisehåndtering. En slik grovkartlegging bør minst inkludere elektrisitetsforsyning, vann og avløpsnett, telefon og internett, vegnett og virksomheter som håndterer eller lagrer miljøfarlige stoffer.

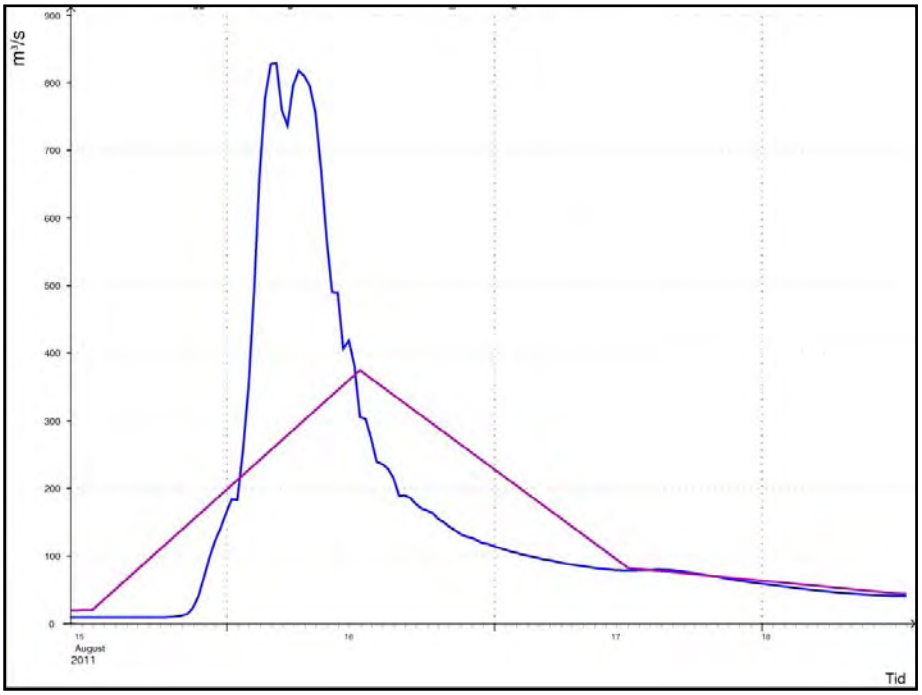
3. *Kartlegging av alternative flomveier*. Bekker og hovedelv kan finne seg nye løp under flom. Ved å kartlegge alternative flomveier kan skader forebygges ved fysiske tiltak, vannet ledes til flomløp hvor det vil gjøre mindre skade, eller flomveier holdes

frie for bebyggelse som kan ta skade. Resultatet fra denne kartleggingen bør spilles inn til arealplan og beredskapsplan.

4. *Målestasjon korttidsnedbør*. Det forventes mer intens nedbør i sammenheng med klimaendringene. Oppretting av flere målestasjoner som måler nedbør på minuttbasis vil gi bedre informasjon om korttids nedbør og forbedre dagens værvarsling. Slike data vil også være viktig for klimaforskning. Figur 19 viser sammenhengen mellom nedbør og avrenning. Blå stolper viser 5-minuttsverdier for nedbør med korresponderende 5-minutts avrenning markert med stiplet blått. Dersom nedbør og avrenning måles med større tidsintervall, vil ikke flomtoppen fanges opp. Nedbør med timesoppløsning og korresponderende avrenning er vist med grønne stolper og grønn stiplet linje. Døgnnedbør og døgnavrenning vil ikke fange opp hendelsen, men er vist med lilla helt nederst i figuren. Tilsvarende vil momentanavrenningen under en flom i Gaula ved målestasjonen Eggafoss vise høyere vannføring enn døgnavrenningen, som vist på figur 20. Eggafoss målestasjon har ikke nedbørsmåling, og det er ikke andre målestasjoner i umiddelbar nærhet. Målestasjoner med korttidsoppløsning vil kunne være til hjelp både i tettbygde strøk der avrenning over tette flater kan bli meget intens, og i større uregulerte vassdrag.



Figur 19: Eksempel på nedbør og avrenning ved Risvollan urbanmålestasjon i Trondheim. Nedbør og avrenning vises med stolper og stiplet kurve. Blått: 5-minutts oppløsning, grønt: timesnedbør og timesavrenning, lilla: døgnnedbør og døgnavrenning.



Figur 20: Eksempel på forskjell mellom momentanverdier (blått) og døgnverdier (lilla) ved Eggafoss i øvre deler av Gaulavassdraget.

5. *Kartlegge klimaendringer*. Det bør gjennomføres beregninger av hvordan endringer i klimaet vil virke inn på avrenning og flomstørrelser i framtiden, og gjøre dette tilgjengelig for bruk i planlegging. NVE har utgitt en rapport som gir vurderinger om hvilke regioner og vassdragstyper som må regne med økninger i flomstørrelser i vassdrag (Lawrence og Hisdal, 2011). Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap har utgitt en rapport som viser estimat for havnivåstining og stormflo i 2100 (Vasskog, 2009).

7.2 Planlegging

Kommunens arealplan skal være kommunens overordnede styringsdokument. Den skal gi rammer for virksomhetenes planer og tiltak, og planer for bruk og vern av arealer i kommunen. I de fleste tilfeller er arealplanlegging det viktigste og mest effektive tiltaket i forebygging av flom, da man med god planlegging kan unngå utbygging i fareområder, eller ta de nødvendige forholdsregler dersom man likevel velger å bygge i fareområder. Grunnlaget for hensynet til flom er sikkerhetsnivåene i byggteknisk forskrift (TEK 10) og NVEs retningslinjer (NVE, 2011b).

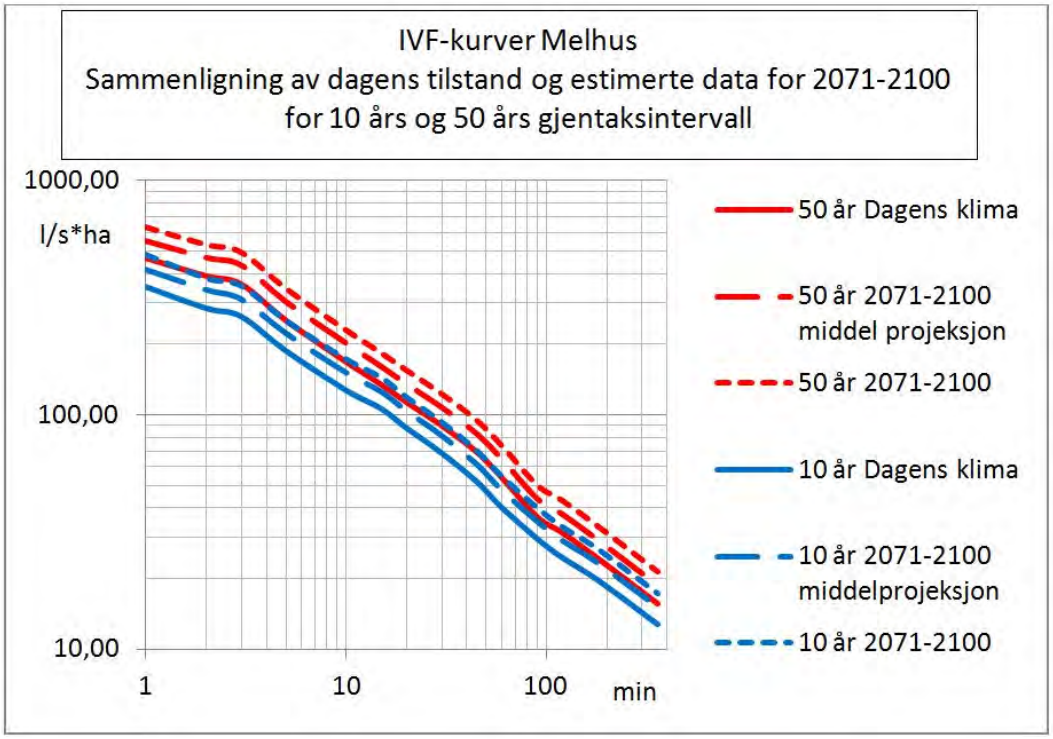
6. *Hensynssone i arealplaner*. Faresone for 200-årsflommen avmerkes som hensynssone i kommuneplanens arealdel. Innenfor sonen kan det gis bestemmelser om å forby utbygging og tiltak, eller det kan settes krav til utforming og/eller risikoreduserende tiltak i reguleringsplanen. I bestemmelsene kan det også stilles krav om at når reguleringsplanforslag om utbygging innenfor hensynssonen sendes til offentlig ettersyn, skal tilstrekkelig sikkerhet mot flom være dokumentert. For byggesøknader i hensynssoner (200-års flomsoner) kan det stilles tilsvarende krav om at en eventuell

søknad må inkludere ROS-analyse, kartlegging av flomfare og vurdering av avbøtende tiltak. Krav om ROS-analyse gjelder forøvrig alt areal i kommunen.

7. *Forbud mot tiltak mv. langs sjø og vassdrag*: Plan og bygningslovens § 1-8 pålegger at det skal tas særlig hensyn til natur- og kulturmiljø, friluftsliv, landskap og andre allmenne interesser i 100-metersbeltet langs sjøen og langs vassdrag. Dette gjelder imidlertid ikke der annen byggegrense er fastsatt i kommuneplanens arealdel eller reguleringsplan. Kommunene har slik sett anledning til å disponere arealene som de vil. I Melhus kommune reguleres arealene langs Gaula av kommunedelplan Gaula fra 2008, mens det for resten av kommunen er satt en byggeforbudssone på 50 meter langs alle vann og vassdrag i kommunen.

8. *Inkludere klimaendringer i planleggingen*. Der klimaframskrivinger viser økning i flomstørrelse og utbredelse, må dette tas høyde for i planleggingen. NVE har utgitt en rapport som gir vurderinger om hvilke regioner som må regne med økninger i flomstørrelser (Lawrence og Hisdal, 2011). For Gaulas vedkommende, gjelder dette særlig sidevassdragene, hvor det må påregnes en 20 % økning i flomstørrelse.

9. *Benytte oppdaterte og klimatilpassede IVF-kurver i planleggingen.* IVF-kurver (intensitet-, varighet-, frekvenskurver) brukes som underlag for dimensjonering av overvannssystemer. Kurvene bygger på statistisk informasjon om nedbørintensitet og varighet av regnbyger, og hvor ofte regnbyger av en viss varighet og frekvens forekommer. Oppdaterte og klimatilpassede IVF-kurver vil være viktig for god dimensjonering av overvannsystemer for dagens og fremtidens løsninger. Manglende eller utdatert datagrunnlag kan føre til underdimensjonering av anlegg og overvannsflommer. Mange kommuner har samlet sine krav til VA-tekniske anlegg på Norsk VA-norm (www.va-norm.no), deriblant IVF-kurver og beregning av overvannsmengder. For Melhus har Meteorologisk institutt estimert framtidens IVF-kurver. Forventede endringer fra dagens situasjon til 2071-2100 viser at 10-årsverdiene for høy projeksjon tangerer dagens 50-årskurve. Flere IVF-kurver for Melhus finnes i appendiks C.



Figur 21: IVF-kurve for Melhus for 10 og 50 års gjentaksintervall for dagens klima, middels projeksjon 2071-2100 og høy projektsjon for 2071.

10. *Utforming av overvannssystem.* Framtidige overvannsystemer bør utformes etter treleddsstrategien som anbefalt av Norsk Vann (Lindholm et al, 2008):

    1) Infiltrasjon av små regnhendelser

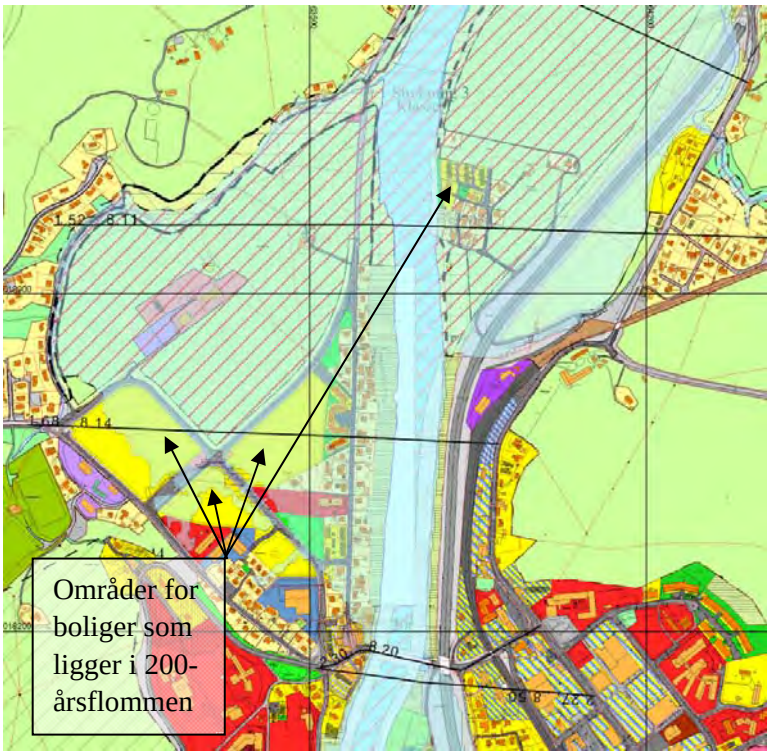
    2) Forsinking og fordrøying av større regnhendelser

    3) Sikring av flomveier for de største regnhendelsene.

    Mengdene de ulike tiltakene i 3-ledd strategien skal håndtere bør tilpasses lokalt, etter topografi og grunnforhold. Forslag til aktuelle tiltak er beskrevet under avsnittet for lokal overvannshåndtering. Disse tiltakene vil i stor grad være aktuelt å gjøre på privat grunn. For å få gjennomført slike tiltak i praksis, kan det være aktuelt å stille krav til slike installasjoner i arealplan eller bebyggelsesplan, eller gi økonomiske insentiver til de som velger å håndtere overvann på egen grunn.

11. *Unngå utbygging av flomutsatt areal.* På Gimsøya anbefales det at resterende landbruksareal på flomsletta ikke omreguleres til bolig eller annen tettbebyggelse. Figur 22 viser reguleringsplan og 200-årsflom. Det skraverte feltet viser hensynssoner i arealplanen og lys blå viser 200-årsflommens utstrekning. 200-årsflommen og hensynssoner skal etter plan og bygningsloven være sammenfallende. Unntak kan skje ved dispensasjon fra kommunen, som i dette tilfellet hvor flomutsatt areal er disponert til boligformål mot at det utføres avbøtende tiltak mot flom.

    I dag er godt over en tredjedel av arealet av flomsletta på Gimsøya regulert til bebyggelse.



Figur 22: Reguleringsplan for Gimsøya kombinert med flomsonekart for 200-årsflom. Gule områder er regulert for boligformål. Røde områder er områder med offentlige bygninger. Flomsonen er vist med lyseblått, og hensynssonen er skravert med røde linjer (Melhus kommune).

Andre tiltak som kan vurderes under planlegging er konkrete krav ved utbygging i hele eller i deler av kommunen, som kjellerforbud, krav om vanntette hus, overvannshåndtering på egen eiendom. Av evakueringshensyn kan det også vurderes om tilførselsveier også skal heves over 200-årsflomgrensa.

7.3 Beskyttelse og sikringstiltak

Sikringstiltak og beskyttelse mot flom omfatter fysiske og planmessige tiltak som reduserer sannsynligheten for skader i en flomsituasjon. For alle tiltak er det viktig at de tåler klimaendringene for levetiden de er beregnet for. Tiltak kan være alt fra tradisjonelle sikringstiltak som flomvern og erosjonssikringer til lokal overvannsdisponering, som regnbed eller infiltrasjonsgrøfter, eller tiltak på bygninger, eiendommer og offentlige områder som kan fordrøye flomvann eller beskytte verdier fra skade i en flomsituasjon. I områder med kvikkleire må alltid sikkerheten mot kvikkleireskred vurderes for hvert enkelt inngrep.

12. *Skjøtsel av flomvern og erosjonssikring*. Flomvern bidrar til at elva holder seg i elveleiet i en flomsituasjon og har som formål å hindre vannet i å trenge inn i områder med bebyggelse. Erosjonssikringer er nødvendige for å sikre at elva ikke graver seg inn mot bolighus, veg og jernbane eller inn mot kvikkleiresoner. Slike sikringstiltak kan være svært viktig for sikkerheten og stabiliteten i et område, men kan samtidig føre til økt vannhastighet og erosjon i elvebunnen. Det kan i ulike tilfeller være behov

for å vedlikeholde eller fjerne sikringstiltak avhengig av hvilken funksjon sikringstiltaket og hvordan arealene brukes. Gaula er nedenfor Gaulfossen sterkt preget av forbygninger. Omtrent 50 % av elvebredden er forbygd, stort sett med tanke på å hindre erosjon, men også noe flomvern. Fra Gaulfossen og oppover Gauldalen er det stedvis forbygninger og flomvern helt opp til Singsås, samt at det er en erosjonssikring i Hulta i Aunegrenda.

Videre arbeid med flomvern og erosjonssikring omfatter tilsyn og vedlikehold av nødvendige sikringstiltak, og nedbygging/fjerning av forbygninger som ikke lenger har noen funksjon. Nedbygging av flomverk vil føre til at flomvannet finner veien ut på flomslettene og slik at man kan oppnå en demping av flommen. De 115 sikringstiltakene i Gaula som er bygd med bistand fra NVE har blitt befart i perioden 2008-2010, og det anbefales reparasjoner på seks tiltak (Skei, 2010).

Ved mottak av statlige midler til sikringstiltak skriver kommunen under på at den forplikter seg til å forestå tilsyn med forbyggingen. I praksis kan dette foregå ved at det nedsettes ei nemnd for å forestå tilsynet, hvor kommunen bestemmer antall medlemmer. I Melhus kommune er det valgt medlemmer til 9 tilsynsnemnder for kommunalt tilsyn med forbygnings- og flomsikringsanlegg i Gaula. Funksjonstiden følger den kommunale valgperioden. Tilsvarende nemnder er etablert i Midtre Gauldal og Holtålen. I faktaark fra NVE om tilsyn med sikringsanlegg mot flom, erosjon og skred i vassdrag heter det blant annet at (NVE, 2004):

> *"For alle sikringsanlegg i vassdrag som NVE har gitt stønad til å byggje, har kommunen forplikta seg til å ha tilsyn med anlegget. NVE har gitt instruks om korleis tilsynet skal utførast. Tilsyn skal normalt skje kvart femte år og etter store flaumar og andre hendingar som kan skade anlegga. For visse flaumsikringsanlegg skal det vere årleg tilsyn. Tilsynet omfattar synfaring av anlegga og rapportering til NVE."*

Tilsyn og vedlikehold bør også omfatte kulverter og stikkrenner for å unngå innsnevring og tilstopping.

13. *Nye sikringstiltak* kan vurderes for bebygde arealer med flomrisiko. Pr dags dato ser sikkerheten ut til å være godt i varetatt med hensyn på dette. Det anbefales derfor ikke nye sikringstiltak i prosjektområdet.

14. *Utvidelse av elveprofil.* Å utvide elveprofilet kan for eksempel gjøres ved grusuttak eller ved å sprenge bort fjellterskler. Grusuttak kan være aktuelt der masseførende elver frakter med seg grus og sand og danner store grusører i elva. Dersom elveprofilet fylles opp, kan skadene ved en eventuell flom forverres fordi vannet fortrenges av grusmassene og stiger høyere enn normalt. Grusuttak bør imidlertid gjøres med forsiktighet, da det kan oppstå negative konsekvenser dersom det tas ut for mye grus. Gaula har gravd seg ned i leirsjiktet på grunn av store grusuttak på 70-tallet, og i 1986 ble det satt ned forbud mot grusuttak i Gaula nedstrøms Gaulfossen.

    Utsprengning av fjellterskler kan løse flomproblemer der elva går gjennom trange gjel. I Glommavassdraget har det ved utløpet av Øyeren blitt sprengt bort masser ved Mørkfoss for å senke flomvannstanden i Øyeren. Konklusjonen for tiltaket i Øyeren

er at man med dette tiltaket trolig har lyktes å senke flomvannstanden med 2,2 meter (NOU 1996:16).

Broer og andres strukturer i vannet kan også føre til oppstuvning dersom kapasiteten er for liten. Dette gjelder også for stikkrenner og kulverter. Dersom disse er underdimensjonerte bør det vurderes å øke tverrsnitt og kapasitet for å unngå oppstuving.

15. *Restaurering av vassdrag.* Dette kan for eksempel være å vedlikeholde flomløp og kroksjøer eller se på muligheter for tilbakeføring til naturtilstand for kanaliserte elver og lukkede bekker. I elver som er mer eller mindre kanaliserte, kan vannhastigheten bli stor og føre til erosjon i bunnen av elva. Noen ganger kan det oppstå erosjonshull, som kan være farlige for konstruksjoner i elveløpet, som bropilarer, elveforbygninger, nedgravde kabler og andre installasjoner (Eilertsen og Hansen, 2008). I Gaula har det oppstått flere erosjonshull, hvor mange prosesser bidrar til dannelsen, men hvor forbygninger ser ut til å være medvirkende i de fleste tilfellene (Gullaksen, 2008).

16. *Flomdempingsmagasin*. I nedbørfelt med kraftverksmagasin kan det oppnås flomdempende effekt dersom det er muligheter for å lagre flomvann i kraftverksmagasinet. Dette kunne vært en mulighet i Gaula, som på grunn av få naturlige sjøer stiger raskt i en flomsituasjon. Gaula er imidlertid vernet mot vannkraftutbygging som beskrevet i kapittel 3, og et slikt flomdempingstiltak vil ikke være i tråd med verneinteressene i vassdraget. Et eller flere eventuelle flomdempingsmagasin i Gaula ville ført til tilsvarende negative konsekvenser i vassdraget som et vannkraftmagasin og store tap av naturmangfold, og det ville vært lite hensiktsmessig å åpne for flomdemping uten å kunne benytte flomdempingsmagasinene til vannkraftverk. Den viktigste årsaken til å ikke foreslå flomdempingsmagasin som et tiltak er at mulighetene for flomdemping vil vært størst om våren når vannkraftmagasinene normalt er tomme og minst om høsten, når magasinene normalt er fulle. Samtidig vet vi at de største skadeflommene i Gaula har skjedd på høsten, og at forventede klimaendringer vil føre til økning i regnflom i små nedbørsfelt, og reduksjon i vårflom. Den raske vannstandsstigningen som har vært observert på høsten medfører at en eventuell regulant har svært begrenset tid på å tappe ut, og effekten antas å bli liten. Konklusjonen for fordrøyningsbasseng er dermed at dette er meget lite hensiktsmessig.

7.3.1 Lokal overvannshåndtering

Lokal overvannshåndtering kan redusere faren for overvannsflommer i byer og tettsteder. Ved å unngå store, tette flater og bortleding av regnvann i rør, og heller velge å behandle overvannet på stedet, kan skader ved flom minimeres. Der det er mulig kan det installeres tiltak som lar regnvannet infiltrere i grunnen eller fordampe. Andre muligheter er å fordrøye overvannet slik at en unngår store flomtopper, eller lede overvannet bort i systemer som ikke fører til vannskader. I dette avnittet omtales tiltak som kan redusere overvannsflommer i tråd med Norsk vanns 3-leddstrategi omtalt i tiltak 10.

17. *Regnbed.* Regnbed er en liten forsenking i bakken fylt med planter som tåler mye vann. Når vannet renner inn i regnbedet, vil det trekke ned i jorda (infiltrere) etter få

timer. Regnbed som skal infiltrere vann fra hustak fra vanlige eneboliger kan være 5-7 % av takets størrelse hvis jorda er sandig. Dersom jorda er leirig og tett, kan noe av jorda skiftes ut med sandholdig jord. I tillegg kan regnbedet dreneres, slik at overskuddsvann føres til overvannsystemet. På Melhus er det installert ett regnbed (figur 23) i regi av SAWA-prosjektet, hvor det forskes på hvordan regnbed virker i kaldt klima. Regnbed kan installeres i bygdesentra, ved skoler, P-plasser og andre steder der det er store tette flater. I tillegg til å fordrøye overvann vil vannkvaliteten også bedres.

Figur 23: Regnbed i Melhus etter testforsøk med 5 mm nedbør på 5 min (Foto: Rolf A. Grande).

18. *Grønne tak.* Tak med vegetasjonsdekke fører til at regnvannet infiltreres i jordlaget på taket, forbrukes av plantene og fordamper. Det finnes to typer grønne tak: Ekstensive grønne tak som er relativt lette og kan ettermonteres på eksisterende bebyggelse og intensive, tyngre tak som kan lages som takhager. Den siste typen brukes gjerne i forbindelse med nybygg. Med kraftig regn vil det bli avrenning også fra et grønt tak, men flomtoppen vil forsinkes og forminskes på grunn av fordrøyningen i taket.

19. *Infiltrasjonsflater.* På parkeringsplasser og lignende tette flater kan vegetasjonsflater eller infiltrasjonsgrøfter brukes langs kanter eller som oppmerking dersom trafikkbelastningen tillater det.

20. *Fordrøyningsbasseng.* Fordrøyningsbasseng kan være enten åpne eller lukkede basseng, hvor overvannet fordrøyes for å dempe flomtoppen i systemet.

21. *Kvistdammer.* Dette er små, rimelige terskeldammer som bygges av stedegent materiale (figur 24). Terskelen fordrøyer vann og holder tilbake partikler, men må etter en tid erstattes med en ny terskel.

Figur 24: a) Kvistdam i Slovakia med vann. b) Kvistdam i Slovakia sett nedstrøms. (Foto: M. Kravčik / M. Kovač)

7.3.2 Skadebegrensende beskyttelse for bygninger og annet

Dersom det bygges i områder hvor det forventes flom, kan skadeomfanget begrenses ved å gjøre tiltak på forhånd.

22. *Kjellerløse hus.* I noen tilfeller kan det være tilstrekkelig å sløyfe kjeller for å unngå skader.

23. *Heving av byggegrunn.* Ved å heve byggegrunnen til flomsikker høyde, kan man unngå oversvømmelse i det aktuelle bygget. Imidlertid kan vannet som fortrenges gjøre skade andre steder.

24. *Flomsikre hus.* Dette kan være hus på pæler, hus som lett kan repareres etter flom, hus hvor alle installasjoner som ikke tåler vann er bygd i flomsikker høyde. Et eksempel kan være at elektrisk anlegg og stikkontakter monteres oppe på veggen/langs taklistene i stedet for langs gulvlistene, eller bruk av fliser på golvet fremfor parkett.

7.4 Varsling og beredskap

Flomvarsling er en viktig del av flomberedskapen sammen med beredskapsplaner som beskriver gangen i rutiner ved en krisesituasjon. Beredskapsplaner bør være nøye gjennomtenkt på forhånd, og oppdatert med riktige navn og telefonnummer. Øvelser vil være nyttige for å se hva som fungerer og hva som kan forbedres.

25. *Flomvarsling*. NVE varsler flom når vannføringen i et vassdrag vil overstige et visst nivå, eller vannstanden i en sjø vil overstige en viss vannstand. Varselet sendes ut til Fylkesmann (som videresender varslet til kommuner), Vegdirektoratet, Meteorologisk institutt, regulanter, offentlige etater og pressen. Flomvarslingen bygger på prognoser fra Meteorologisk institutt og observasjoner fra målestasjoner for vannstand. I Gaula måles vannstand ved Eggafoss, Haga bru og Gaulfoss. Meteorologisk institutt varsler om stormflo langs kysten.

26. *Lokal flomvarsling* ved fare for flom kan for eksempel gå via mobilnettet slik at alle som er innenfor et avgrenset, geografisk område vil motta et SMS-varsel. Dette vil være mest aktuelt i vassdrag med kort responstid fra regn/snøsmelting til flomtopp.

27. *Beredskapsplan for flom*. Beredskap for flom kan inngå i risiko- og sårbarhetsanalysen for den generelle brann- og redningsberedskapen i området. Melhus og Midtre Gauldal kommuner har felles brann- og redningsberedskap som inkluderer flomberedskap. Ved flom beskrives det i ROS-analysen at det vil være behov for beredskap som kan bidra med forbyggingsarbeide, pumping av vann og evakuering hvis noen blir sperret inne av vannmassene. Redningsbåt på Lundamo må være operativ for å kunne berge folk som må hentes fra omflødde hus og gårdsbruk.

    Melhus kommune har innført miljøledelse etter ISO 14001. Dette er et styringsverktøy hvor politiske vedtak om miljømål fører til videre oppføling og kontroll. Årlig intern miljørevisjon kan kontrollere og bevisstgjøre virksomhetenes rolle vedrørende flomberedskap.

28. *Utvikling av kommunal beredskap knyttet til flom*. Ytterlige beredskapstiltak som kan vurderes:

    - Rutine for flytting av campingvogner, rundballer og annet løsøre som befinner seg langs elvebredder og på flomutsatt område.
    - Kontroll og rydding av kulverter og kritiske bekkeløp.
    - Effektivisere fylling av sandsekker til midlertidige flomvoller. Sandsekker ligger på lager, men må fylles for hånd. Det bør anskaffes eller bygges et stativ slik at fylling av disse sandsekkene kan gjøres med traktor.
    - Utlån av pumper og aggregater særlig til gårdsbruk som har dyr.
    - Kartlegge evakueringsveier og evakueringsmuligheter, og ha kunnskap om hvor det er trygt å evakuere pr bil, hvor det trengs båt, og om det trengs helikopter.
    - Prefabrikkerte, midlertidige flomsikringskonstruksjoner. På markedet finnes det ulike typer av konstruksjoner med vannfaste finerplater eller metallplater som kan monteres i forhåndsmonterte festemoduler langs strukturer eller bebyggelse man ønsker å beskytte.

29. *Samkjøring av regulerte elver for optimal flomdemping* eller bruk av kraftmagasiner som flomdempingsmagasiner kan ha en viss flomdempende effekt. Dette vil sannsynligvis ha lite for seg i Gaula, da svært lite av nedbørsfeltet er regulert, og de største skadeflommene skjer på høsten når magasinene er relativt fulle.

30. *Beredskapsøvelse* med representanter fra ansvarlige myndigheter for å øve på samspillet i en flomsituasjon og slik kunne være bedre forberedt på en reell krise.

31. *Veiledning og kursing* av berørte myndigheter og ansatte i kommuner og virksomheter vil øke fokuset på alle deler av flomforvaltningen, både i forebyggende arbeid og i sammenheng med beredskap.

32. *Informasjon til befolkning* vil gjøre en beredskapssituasjon mer håndterlig når befolkningen har mer kunnskap om flom, hva som er trygt og hva som er forbundet med fare.

    - Opplysning for innbyggere som bor eller eier eiendom som kan oversvømmes er viktig for best mulig forebygging og evakuering.

- Informasjon om ferdsel når det er høy vannstand og flom, hva som er trygt og hva som ikke er trygt. Spesielt fiskehytter og gapahuker langs elvebredden kan være utsatt ved mer eller mindre hurtige vannstandsstigninger.
- Oppfordre til å sikre løse eiendeler som biler, rundballer, campingvogner for å unngå at disse blir tatt av flommen.

33. *Informasjon til politikere og beslutningstakere* for bedre beslutningsgrunnlag og helhetlig forvaltning.

7.5 Krisehåndtering

Når flommen er en realitet, må politi, sivilforsvar og kommune med flere på banen. I ulykkes- og katastrofesituasjoner har politiet, i følge politiloven § 27, tredje ledd, ansvaret for å *"iverksette de tiltak som er nødvendig for å avverge fare og begrense skade. Inntil ansvaret blir overtatt av annen myndighet, skal politiet organisere og koordinere hjelpeinnsatsen."* (Justis- og beredskaps-departementet, 1995). Det er viktig å få en klar forståelse av når akuttsituasjonen er over og når kommuner og sektormyndigheter tar over ansvaret for skadeforebyggende tiltak og fylkesmannen tar over samordningsansvaret. Kriser skal normalt håndteres på lavest mulig nivå. Kommuner, fylkeskommuner og de regionale statsetater er ansvarlige for å iverksette de tiltak som kreves. Sivilforsvaret settes inn når det er behov for ekstra mannskap og materiell. NVE vil bidra som faglig etat innenfor sitt ansvarsområde. For at en krise skal kunne håndteres på en god måte, er det viktig å ha en beredskapsplan, og ha gjennomført øvelser slik at de ansvarlige er kjent med hvilke tiltak som kan settes inn. I flom kan tiltak være:

34. *Midlertidige flomvoller* (sandsekker eller prefabrikkerte systemer) logistikk, plassering og stabling av disse.

35. *Evakuering av berørte innbyggere*. For å ivareta enkeltpersoners eller allmennhetens sikkerhet kan politiet blant annet påby et område evakuert jamfør politiloven § 7, annet ledd. Kommunen skal i følge forskrift om kommunal beredskapsplikt ha en plan for evakueringen (Justis- og beredskapsdepartementet, 2011), og bør ha en plan om hvordan evakueringen kan foregå i praksis og innlosjering.

36. *Utlån* av pumper, aggregater og andre hjelpemidler.

37. *Utkjøring av rent drikkevann* til abonnenter som har forurenset drikkevann som følge av flom, eventuelt hvor ledning har fått skade som følge av flom. Drikkevannsforskriften pålegger vannverkseier å sikre levering av tilstrekkelige mengder drikkevann også i kriser og katastrofer (Helse og omsorgsdepartementet, 2001)

38. *Utkjøring av rent vann til gårdsbruk med dyr*, samt utlån av aggregater til gårdsbruk dersom strømmen er gått.

39. *Varslingsmetoder* og kommunikasjon dersom telekommunikasjon er ute av drift.

7.6 Gjenoppretting og evaluering

Etter en flom er det ønskelig å komme tilbake til normal hverdag så fort som mulig for å minske sosiale og økonomiske skader for de berørte. Ansvarlige etater må samarbeide med kommunen om best mulig løsninger for skadeområdene og eventuell gjenoppretting, og dette arbeidet bør komme raskt i gang.

40. *Tilsyn og vedlikehold av erosjonssikringer etter flom* for å avdekke skader som må utbedres. Kommunene er ansvarlige for anlegg som beskytter boligformål, bebyggelse, og kommunale veier, jernbaneverket og statens vegvesen for anleggene som beskytter henholdsvis jernbaner og riksveger.

41. *Nødvendige tiltak på bygninger som har vært oversvømt.* I bygninger som har vært oversvømt kan det være nødvendig å fjerne forurensinger, tørke ut på riktig måte, befare bygningsmaterialer og elektrisk anlegg, og vurdere hva som må rives og hva som kan brukes (Byggforsk, 1997).

42. *Revurdere flomfrekvensanalyser og arealplanrestriksjoner*. Dette kan ha stor betydning der korte måleserier blir påvirket nye måledata.

43. *Vurdere skader og mulighet for å endre strukturer ved gjenoppbygging*, f eks øke lysåpning på kulverter og broer, øke dimensjoner på ledningsnett, finne nye løsninger for drenering og lukkede systemer.

44. *Vurdere relokalisering* av eksisterende bebyggelse dersom kostnad av gjenoppbygging er i samme størrelsesorden som å flytte bebyggelse. Her må det også vurderes om bebyggelsen er trygg på eksisterende sted.

45. *Vurdere egen beredskap* og forbedre beredskapsplan ved behov.

7.7 Tiltak rettet mot vanndirektivet

Vanndirektivet og flomdirektivet skal samkjøres, og de tiltak rettet mot vanndirektivet som også kan ha en innvirkning på flom i området skal nevnes.

I Gaula er det innen vanndirektivet i alt foreslått 293 tiltak fordelt på ulike sektormyndigheter, regulanter, næring og private (VRM Trøndelag, 2009). Lokalt i Melhus kommune er det foreslått over 60 tiltak under vanndirektivet fordelt på de fire tiltaksprogrammene (Melhus kommune, 2007), og gitt en foreslått prioritering. Fem tiltak kan tenkes å være redusere skadene etter en flom.

46. *Opprettholde og reetablere kantvegetasjon*. Kantvegetasjon kan forhindre erosjon langs bekker og elvebredder, mens manglende skjøtsel kan føre til oppdemming.

47. *Utbedring av det offentlige avløpsnettet*. Å separere overvann fra spillvann kan minke kjelleroversvømmelser. Et robust vann- og avløpsnett vil i tillegg være mindre utsatt for skader fra flom.

48. *Strategidokument overvann*. Dette vil sette fokus på overvannshåndtering og resultere i bedre løsninger og færre flommer.

49. *Anlegge fangdammer*. Fangdammer er grunne, konstruerte våtmarker som kan fordrøye vann i tillegg til å rense det. Fangdammer kan også øke det biologiske mangfoldet lokalt.

Figur 25: Fangdam på Jæren (Foto: Atle Hauge, Bioforsk)

50. *Veileder om vårpløying og bruk av husdyrgjødsel*. Vårpløying kan bidra til å forhindre erosjon av dyrket mark ved flom.

Uten å stedfeste tiltakene er det vanskelig å si hvor god effekt de ulike tiltakene rettet mot vanndirektivet kan ha for å redusere flomskader.

7.8 Oppsummering av tiltak

For å nå målene for området kan en benytte seg av en hel rekke tiltak. I tabell 3-9 gis det en oppsummering av tiltakene som er beskrevet ovenfor i samme rekkefølge. Status angir om tiltaket er ferdigstilt, under arbeid, foreslått, ikke prioritert eller ikke anbefalt. Noen tiltak er merket som kontinuerlig, for å markere at disse tiltakene ikke forventes å bli ferdigstilt, men som det stadig vil være nødvendig å arbeide med. Det er i tillegg beskrevet hvilke typer flommer de enkelte tiltak er tenkt for, og hvem som er ansvarlig myndighet. Noen av tiltakene har tilleggsinformasjon, som står under merknad. Dette kan være kort om hvordan tiltaket er ment å virke, henvisning til beskrivelse av tiltaket, eller om tiltaket er i strid med vanndirektivet. Under ansvarlig myndighet er det listet opp hvem som har ansvaret for de respektive tiltakene.

Tabell 3: Kartleggingstiltak

Kartlegging				
Nr	Forslag til tiltak	Tiltak mot	Status	Ansvarlig
1	Flomberegninger og flomsonekart	Elveflom	Ferdigstilt	NVE
2	Konsekvensanalyse av oversvømte arealer	Alle vassdrag	Forslag	Kommune
3	Kartlegging av alternative flomveier	Alle vann-veier nær bebyggelse	Forslag	Kommune
4	Målestasjon - korttidsnedbør	Alle nedbør-induserte flommer	Forslag	Kommune i samarbeid med DNMI
5	Kartlegge klimaendringer	Alle flommer	Pågående	NVE og andre statsetater.

Tabell 4: Planleggingstiltak

Planlegging				
Nr	Forslag til tiltak	Tiltak mot	Status	Ansvarlig
6	Markere flomareal som hensynssone i arealplaner med spesielle bestemmelser og krav, blant annet til ROS-analyse.	Elveflom	Kontinuerlig	Kommune
7	Forbud mot tiltak mv. langs sjø og vassdrag. Byggeforbudssone på 50 meter for alle vann og vassdrag i kommunen	Elveflom Styrtflom Overvanns-flom	Kontinuerlig	Kommune
8	Inkludere klimaendringer i planleggingen	Elveflom Styrtflom Overvanns-flom Stormflo	Forslag	Kommune
9	Benytte oppdaterte og klimatilpassede IVF-kurve i planlegging og prosjektering	Overvann	Forslag	Kommune
10	Utforming av overvannsystem. Velge 3-ledds strategi i planleggingen: Fordrøye, forsinke, sikre flomveier	Overvann	Forslag	Kommune
11	Unngå utbygging på flomutsatt areal	Alle	Forslag	Kommune

Tabell 5: Beskyttelse og sikringstiltak

Beskyttelse og sikringstiltak				
Nr	Forslag til tiltak	Tiltak mot	Status	Ansvarlig
12	Skjøtsel av flomvern, erosjonsbeskyttelse, stikkrenner og kulverter	Elveflom	Ferdigstilt	Kommuner ev. med bistand fra NVE. JBV/SVV er ansvarlig for sine anlegg.
13	Nye sikringstiltak	Elveflom	Kontinuerlig	Kommuner ev. med med bistand fra NVE. JBV/SVV
14	Utvidelse av elveprofil, oppdimensjonering av kulverter, stikkrenner, broer	Elveflom	Forslag	Kommuner ev. med bistand fra NVE
15	Restaurering av vassdrag, tilbakeføring til naturtilstand for kanaliserte elver, bekker i kulvert	Elveflom, styrtflom, Overvanns-flom	Forslag	NVE/ Fylkesmann/ Kommune/ Grunneier
16	Flomdempingsmagasin i forbindelse med kraftverk	Elveflom	Ikke anbefalt	-
17	Regnbed	Overvanns-flom	Forslag	Grunneier
18	Grønne tak	Overvanns-flom	Forslag	Huseiere
19	Infiltrasjonsflater	Overvanns-flom	Forslag	Kommuner/grunneier
20	Fordrøyningsbasseng	Overvanns-flom	Forslag	Kommuner/grunneier/utbygger
21	Kvistdammer	Overvanns-flom	Forslag	Kommune/Grunneier
22	Kjellerløse hus	Alle	Forslag	Utbygger/Huseier
23	Heving av byggegrunn	Stormflo Elveflom	Forslag	Kommune/Utbygger
24	Flomsikre hus	Stormflo Elveflom	Forslag	Utbygger/Huseier

Tabell 6: Beredskaps- og varslingstiltak

Beredskap				
Nr	Forslag til tiltak	Tiltak mot	Status	Ansvarlig
25	Flomvarsling	Flom i vassdrag Stormflo	Kontinuerlig	NVE Meteorologisk institutt
26	Lokalt sms-basert flomvarsel	Elveflom	Forslag	Kommune
27	Beredskapsplan for alle hendelser inkludert flom		Kontinuerlig	Kommune
28	Utvikle kommunal beredskap knyttet til flom - Evakueringsveier - Utstyr til midlertidige flomvoller - Utlån av utstyr	Elveflom	Forslag	Kommune, eventuelt interkommunale redningsselskap
29	Samkjøring av regulerte elver	Elveflom	Ikke prioritert /anbefalt	Regulant/NVE
30	Beredskapsøvelse	Alle	Forslag	Kommune, Fylkesmann
31	Veiledning og kursing av myndigheter og statlige og kommunalt ansatte	Alle	Forslag	NVE, Fylkesmann
32	Informasjon til befolkning om forebygging og evakuering, ferdsel og sikring av løsøre	Alle	Forslag	Kommune
33	Informasjon til politikere og beslutningstakere	Alle	Forslag	NVE

Tabell 7: Krisehåndteringstiltak

Krisehåndtering				
Nr	Forslag til tiltak	Tiltak mot	Status	Ansvarlig
34	Midlertidige flomvoller (Gimsøya)	Elveflom	Under arbeid	Kommune GBR IKS
35	Evakuering	Elveflom	Under arbeid	Politi og kommune
36	Utlån av pumper, aggregater og andre hjelpemidler	Elveflom, overvanns-flom	Forslag	
37	Rent drikkevann ved flom	Elveflom	Forslag	Vannverkseier
38	Rent vann og strømforsyning til gårdsbruk med dyr	Elveflom	Forslag	Kommune, energiselskap
39	Varslingsmetoder ved utfall av mobilnett	Elveflom	Forslag	

Tabell 8: Tiltak for gjenoppretting og evaluering.

Gjenoppretting og evaluering				
Nr	Forslag til tiltak	Tiltak mot	Status	Ansvarlig
40	Tilsyn og vedlikehold av erosjonssikring etter flom	Elveflom, styrtflom		Kommune/ NVE, JBV, SVV
41	Nødvendige tiltak på bygninger som har vært oversvømt. - Fjern forurensing - Ikke pump ut vannet for tidlig - Riktig uttørring - Befaring av elektriske anlegg og bygningsmaterialer	Alle		Huseier
42	Revurdere flomfrekvensanalyser og arealplanrestriksjoner	Elveflom, stormflo		NVE + kommune
43	Vurdere skade og mulighet for endring av strukturer ved gjennoppbygging	Alle		NVE + kommune, JBV, SVV
44	Vurdere relokalisering av eksisterende bebyggelse og strukturer	Alle		Kommune, Eiere (private og offentlige)
45	Vurdere egen beredskap	Alle		Kommune, NVE, SVV, JBV, fylkesmann, politi

Tabell 9: Tiltak under vanndirektivet

Vanndirektivet				
Nr	Forslag til tiltak	Tiltak mot	Status	Ansvarlig
46	Opprettholde og reetablere kantvegetasjon	Flom i små og store vassdrag	Ikke prioritert	Kommune
47	Utbedring av det offentlige avløpssystemet	Reduserer faren for kjelleroversvømmelser	Forslag	Kommune
48	Strategidokument overvann	Lokale oversvømmelser	Forslag	Kommune
49	Anlegge fangdammer	Kan fordrøye vann i små sidevassdrag	Ikke prioritert	Fylkesmannen/ Kommune
50	Veiledere om vårpløying og bruk av husdyrgjødsel	Elveflom	Ikke prioritert	Fylkesmannen

7.9 Forslag til prioriteringer

Siden Gaula er et vassdrag med hurtig avrenning, mye kvikkleire i nedre deler av vassdraget og få magasiner er det en del begrensinger på hvilke tiltak som vil ha god effekt og som samtidig er gjennomførbare. Ved denne gjennomgangen er det ikke funnet at tradisjonelle sikringstiltak utover de eksisterende tiltak i vassdraget bør prioriteres. Derimot er det mange muligheter for å forebygge eller begrense flomskader på andre måter. Dette gjelder både for store flommer i Gaulas hovedvassdrag og små flommer i sidebekkene. Siden det er sannsynlig at en del eksisterende bebyggelse vil bli skadet av en framtidig flom, er det også viktig med beredskap og god krisehåndtering.

De sentrale tiltakene vil være tiltak som fokuserer på planlegging og beredskap. Nedenfor følger foreslåtte prioriterte tiltak.

Tiltak nr 11: Unngå utbygging av flomutsatt areal vil være av første prioritet. Dette gjelder for eksempel flomsletta på Gimsøya (figur 22). Kostnaden vil for grunneier være potensiell tapt inntekt som følge av restriksjon på salg av landbruksareal til boligtomter. Kostnad for kommunen er potensiell tapt skatteinntekt for de som ikke bygger bolig i området. Kostnad for næringslivet i nærområdet vil være potensiell tapt inntekt fra varer og tjenester. På lang sikt kan imidlertid en restriksjon på byggeforbud i flomsone føre til sparte samfunnsutgifter blant annet i form av færre skader og mindre forsikringsutbetalinger. Dette tiltaket vil være i tråd med målet om null tap av menneskeliv og oppfylle målet om reduksjon av risiko for økonomisk tap.

Tiltak nr 28: Utvikling av kommunal beredskap knyttet til flom vil være sentral. Det er umulig for kommunen og innbyggerne å vite når neste flom kommer. Det er derfor viktig å ha rutiner som vil fungere når flommen kommer, hus oversvømmes, innbyggere må

evakueres, evakueringsveier oversvømmes, elektrisitet, internett og telefon er kuttet, og vann- og avløpsfunksjoner er ute av spill. I beredskapsutviklingen bør alle tiltak som inngår under krisehåndtering og gjenoppretting og evaluering vurderes. Kartlegging av evakueringsveier og alternative valg som båt og helikopter bør vurderes. Dette tiltaket vil oppfyller Melhus kommunes mål om å øke samfunnssikkerheten og beredskap mot konsekvensene av flom og skred i den kommunale forvaltningen.

Tiltak nr 30: Beredskapsøvelse bør gjennomføres blant kommunens ansatte i samspill med representanter fra statlige myndigheter. Dette tiltaket vil møte samme mål som forrige tiltak.

Tiltak nr 32: Informasjon til befolkning kan gjøres gjennom informasjonsartikler i lokale aviser, eller som foredrag i forbindelse med lokale arrangementer. I Melhus kommune kan dette gjøres i forbindelse med Kulturdåggån, foredragsserie på Prestegårdslåna, eller i forbindelse med historielagets arrangementer. Dette vil bidra til å oppfylle målet om å øke bevisstheten om flom blant kommunens innbyggere.

Tiltak nr 12: Skjøtsel av flomvern og erosjonssikring. Kommunene er ansvarlig for tilsyn med erosjonssikringer og flomvern, og oppfordres til å sette dette i system. I Melhus kommune er representanter for grunneiere med eiendommer som grenser til Gaula valgt inn i tilsynsnemnder, og disse foretar tilsyn minimum hvert femte år og etter store flommer eller andre hendelser som kan skade anleggene. Ved tilsyn brukes mal for tilsynsrapport ved befaring av sikringsanlegg mot flom, erosjon og skred i vassdrag som finnes i appendiks C. Tilsyn av kulverter for å påse at disse fungerer etter hensikten.

Tiltak nr 4: Målestasjon for korttids nedbørmålinger vil gi bedre nedbørsdata som kan brukes til å forbedre værvarsel eller forbedre IVF-kurver. Mer utfyllende informasjon finnes i appendiks C. Dette tiltaket vil kunne bidra til å forbedre overvannshåndteringen, samt bidra til bedre vær- og flomvarsel. NOU 2010:10 ”Tilpassing til eit klima i endring” foreslår flere kortidsmålere i møte med de pågående klimaendringene.

Tiltak nr 9: Oppdatere IVF-kurver med nedbørsdata fra korttidsnedbørmålinger, og slik forbedre grunnlaget for overvannshåndteringen. Eksempel på klimatilpassede IVF-kurver finnes i appendiks C. Dette tiltaket vil også kunne bidra til å forbedre overvannshåndteringen.

7.9.1 Ansvarlige myndigheter

Kommunen er planmyndighet innen egne geografiske grenser, og vil være ansvarlig for sikker byggegrunn for sine innbyggere. Kommunen er også kriseeier i en beredskapssituasjon. Politi og eventuelt fylkesmannen har også roller i krisehåndteringen av en flom. NVE sender ut flomvarsel og gir råd og bistand. Andre etater som Statens vegvesen og Jernbaneverket kan også ha en rolle å spille i forbindelse med flomfare og flomrisiko, da broer, veg- og banelegeme kan ha en innvirkning på flom.

8 Videre arbeid

8.1 Erfaringer fra pilotprosjektet

Arbeidet med flomrisikoplanen har vært en prosess som har omfattet NVE og Melhus kommune som partnere i SAWA-prosjektet.

Prosjektet har hatt disse målene:

- Finne gode løsninger og gi anbefalinger for utvikling av flomrisikoplaner i samsvar med EUs flomdirektiv.
- Kartlegge flomproblematikken i Gaulas nedbørfelt i et bredt perspektiv på en måte som kan være til nytte for Melhus kommune med hensyn på flomproblematikk, og spille inn forslag til mål og tiltak som kan ha overføringsverdi til andre kommuner.
- Gi NVE erfaringer i arbeidet med forebygging av flomrisiko basert på anvisningene i EUs flomdirektiv.

Det har vært tre forhold med denne pilotplanen som har påvirket prosess og resultat: Liten befolkningstetthet, svak lokal forankring og liten opplevd flomrisiko.

- Vassdraget som ble valgt var tynt befolket. Konsekvensene av en flom i Gaula vil derfor i første øyekast antas å være mye mindre enn konsekvensene av flom mange andre steder i landet. Samtidig har granskning av tidligere flommer vist at tiden fra man kan predikere at en skadeflom er på vei, til flommen kommer er svært kort. Det kan derfor være vanskelig å sammenligne risiko for flom i Gaula med risiko for flom i roligere vassdrag. De høye hastighetene på vannet kan samtidig føre til store erosjonsskader, og det vil fra et lokalt perspektiv være veldig viktig å kunne begrense skadeomfanget.
- SAWA-prosjektet var ikke politisk forankret i kommunen. Flomdirektivet var heller ikke forankret i norsk lov, og begge disse forholdene førte til at kommunens administrasjon ikke kunne prioritere prosjektet blant andre lovpålagte oppgaver. Pilotplanen ble derfor ikke forankret lokalt, men fremstår som et eksempelprosjekt knyttet opp mot et geografisk område.
- Siste store flom ved prosjektets begynnelse i 2008 inntraff i 1956, og gjorde mindre skade enn flommen i 1940. Flommenes herjinger har bleknet og forsvunnet fra folks hukommelse, og den opplevde risikoen antas å være svært liten. Til sammenligning er vanndirektivet mye tydeligere framme i bevisstheten i kommunens stab, grunnet arbeid med tiltak rettet mot vannmiljø finansiert gjennom skjønnsmidler fra Fylkesmannen. En interessant diskusjon har vært hva som er den enkelte kommunes ansvar og hva som er de ulike statsetaters ansvar.

8.2 Anbefalinger for arbeidet med flomrisikoplaner

I de nordiske landene som har store areal og relativt få innbyggere, vil det trolig bli laget flomrisikoplaner kun for et begrenset utvalg av tettbygde strøk med høy risiko. Slik sett

vil denne pilotplanen skille seg ut fra framtidige flomrisikoplaner. Det vil likevel være noen erfaringer og anbefalinger som kan tas med i videre arbeid med flomdirektivet.

8.2.1 Oppstart

I startfasen av arbeidet med en flomrisikoplan vil det være en stor fordel med en god beskrivelse av flomrisikoen i området, og en felles forståelse blant alle som skal medvirke til planen om hvilke problemer flom vil skape for egne og andres interesser. Hvem som skal bidra til planen kan også være en kilde til diskusjon. Noen kan ønske å unngå merarbeidet med å være med, mens andre som har mye å bidra med ikke blir informert. Selv om det er rom for variasjon innen hver vannregion som skal lage flomrisikoplaner, bør det i god tid før oppstart utarbeides et kortfattet informasjonsskriv som kan sendes til berørte fagetater, kommuner og interessegrupper om flomdirektivet og arbeidet med flomrisikoplanen.

8.2.2 Formulering av mål

Felles forståelse for risikoen i området og hva som er akseptabel risiko er grunnleggende for å formulere mål. Mål bør være konkrete og målbare. Selv om interessen for å unngå skade er stor, kan det være vanskelig å formulere gode mål. Målforslag kan utarbeides sentralt, i samarbeid med kommunenes sentralforbund og ulike direktorater.

En hjelp på veien kan være å liste opp estimert skadeomfang i de aktuelle områdene etter en flom av et gitt omfang, og deretter sette ord på hva ønsker å unngå skal skje av skader.

Dersom det ligger sykehjem, bibliotek, trelastfirma, sorteringsanlegg for farlig avfall og et parkanlegg i et område som hyppig oversvømmes, kan målene være å unngå evakuering av syke, unngå skader på viktige kulturminner og redusere risikoen for at farlige stoffer slippes ut i naturen. Tiltak kan videre være å flytte sykehjemmet og sorteringsanlegget til et tryggere sted, mens bibliotek, trelastfirma og parkanlegg kan sikres på ulike måter.

8.2.3 Tiltak

Tiltak er den viktigste delen av planen og skal være konkrete på samme måte som beskrivelsen av området skal være det. Tidligere var fysiske sikringstiltak de mest brukte tiltak, og man prøvde å beskytte seg fra flomskader ved å bygge flomvoller og sikringstiltak der skader hadde oppstått. Fordi mange sikringstiltak har uheldige konsekvenser prøver man nå i større grad å forebygge flomfare ved å unngå bygging i fareområder. Fordi mye bebyggelse allerede ligger i flomfarlig terreng kan det likevel være nødvendig med sikring. Av samme årsak er beredskap en viktig del av flomforvaltningen. Fordi skader ikke alltid kan avverges, må krisehåndtering, samt gjenoppretting og evaluering inngå i flomrisikoplanen.

Selv om antall mulige tiltak er tilnærmet ubegrenset, vil mangelfull kunnskap om tiltakene begrense hvilke som i praksis bli vurdert. Velkjente tiltak kan også vurderes til å være mer positive enn det de faktisk er, mens skepsis til hva som kan fungere i norsk klima og topografi kan også føre til at man utelater å vurdere en del tiltak.

Fordi kunnskap om de ulike tiltakene kan være mangelfull, kan det være nyttig å utarbeide faktaark for ulike tiltak som vil fungere innen norske forhold og innen norsk lovverk.

8.2.4 Prioritering av tiltak

Tiltakene skal prioriteres og vurderes opp mot målene. Dette kan gjøres ved en enkel kost/nytte analyse, eller ved en multikriteriaanalyse. I pilotplanen for Gaula ble det testet ut et beslutningsstøtteverktøy hvor man vurderte tiltakenes konsekvenser innen kategoriene helse og miljø, ressurser, sosiale og økonomiske sider, fleksibilitet, risiko og måloppnåelse. Fordelene med en slik analyse er at nytten av et tiltak måles i mer enn kroner og øre, samt at argumentene er transparente og etterprøvbare. Ulempen er at et slikt arbeid er meget tidkrevende, og mer tidkrevende jo flere som er med i prosessen. Fordi verktøyet som ble testet ut var så tidkrevende, ble det besluttet å ikke gå videre med det i denne pilotplanen.

8.3 Videre arbeid med pilotplanen

Kommunene langs Gaula, og spesielt Melhus kommune som planen har fokusert spesielt på, kan bruke det forelagte materialet etter eget ønske. Flomspørsmål kan med fordel tas inn i forvaltningen av areal og midler for å forbedre både planlegging og beredskap. Samarbeid innen vannområdene om flomspørsmål kan øke kunnskapen om planlegging og beredskap, i det kommunene kan lære av hverandre.

Selv om de økonomiske konsekvensene av en flom i Gaula er begrenset i forhold til flommer andre steder i landet, kan konsekvensene av en stor flom i Gaula bli katastrofale på lokalt nivå. Det bør derfor prioriteres å bruke noe mer tid på flomforebygging i alle kommunene langs Gaula. Videre bør sektormyndighetene vurdere sine inngrep i Gaula.

Referanser

Bennet, G. (1970): *Bristol Floods 1968.* Controlled Survey of Effects on Health of Local Community Disaster. *British Medical Journal*, 1970, Vol 3, p 454-458.

Byggforsk (1997): *700.115 Vannskader i bygninger. Tiltak og utbedring.* [Online] Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=630> [Lastet ned 30. januar 2012]

Bævre, I., E.K. Øydvin (2001a): *Flomsonekart. Delprosjekt Støren.* NVE Flomsonekart nr 1/2001. NVE.

Bævre, I., E.K. Øydvin (2001b): *Flomsonekart. Delprosjekt Melhus.* NVE Flomsonekart nr 5/2001. NVE.

Bævre, I., J. Pereira (2005): *Flomsonekart. Delprosjekt Kotsøy.* NVE Flomsonekart nr 1/2005.

The European Parliament and the Council of the European Union (2006) *Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Concil of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risk.* [Online] Tilgjengelig fra <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=CELEX:32007L0060:EN:NOT> [Lastet ned 05.01.2011]

Eilertsen, R.S. og L. Hansen (2008) Morphology of river bed scours on a delta plain revealed by interferometric sonar. *Geomorphology 94* (2008) s 58-68. .

Fylkesmannen i Sør-Trøndelag (2000). *Verdier i Gaulavassdraget, Melhus kommune i Sør-Trøndelag.* Utgitt av Direktoratet for naturforvaltning i samarbeid med Norges vassdrags- og energidirektorat. VVV-rapport 2001-21 Trondheim.

Gullaksen, O. (2008): *Erosjonshull i Gaula. Effekter av forbygninger på elvas fluvialgeomorfologi.* Masteroppgave i geografi. Geografisk institutt. NTNU.

Guttormsen, O. (1984): *Flomdempningsmuligheter i Gaula kombinert med regulering for kraftproduksjon* Doktoravhandling 1984. Institutt for Vassbygg, NTH, Universitetet i Trondheim.

Hamarsland, A.T. (red), H. Hisdal, T.B. Pedersen, K. Molkersrød, T. Jensen, T. Jarlset, R. Steen, K. Melvold, M. Brittain, E. Due (2010): *Klimatilpasning innen NVEs ansvarsområde – Strategi 2010-2014.* NVE

Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y. Børsheim, H. Hisdal, D. Lawrence, A. Nesje, S. Sandven, A. Sorteberg, S. Sundby, K. Vasskog og B. Ådlandsvik (2009): *Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpasning,* Norsk klimasenter, september 2009.

Heggstad, R., A. Sæther, Å. Killingtveit (1975): *Flomundersøkelser i Gaula*. NTNU, Institutt for vassbygging.

Helse og omsorgsdepartementet (2001): *Forskrift om vannforsyning og drikkevann.* [Online] Tilgjengelig fra <http://www.lovdata.no/for/sf/ho/xo-20011204-1372.html> [Lastet ned: 03.01.2012]

Justis og beredskapsdepartementet (1995): *Lov om politiet (politiloven)*. [Online] Tilgjengelig fra: <http://www.lovdata.no/all/hl-19950804-053.html> Sist endret 01.01.2011. [Lastet ned 03.01.2012]

Justis- og beredskapsdepartementet (2011): *Forskrift om kommunal beredskapsplikt*. [Online] Tilgjengelig fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20110822-0894.html> [Lastet ned 22.08.2012]

Lawrence, D. Hisdal, H. (2011): *Hydrological projections for floods in Norway under a future climate.* Report 5/11. NVE.

Lindholm, O., S. Endresen, S. Thorolfsson, S. Sægrov, G. Jacobsen, L. Aaby (2008): *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering.* Norsk vann - Rapport 162/2008. ISBN 978-82-414-0298-2.

Melhus kommune (2005): *Forvaltningsplan Gaula Datert 15.03.2005.Vedlegg 3.* [Online] Tilgjengelig fra <http://www.melhus.kommune.no/downloadfile.php?i=818f4654ed39a1c147d1e51a00ffb4cb> [Lastet ned 10.01.2010]

Melhus kommune (2007): *Forvaltningsplan for vann.* [Høringsversjon] [Online] Tilgjengelig fra <http://www.melhus.kommune.no/downloadfile.php?i=1ce927f875864094e3906a4a0b5ece68> [Lastet ned 10.01.2011]

Melhus kommune (2008): *Prosjektbeskrivelse Flomdirektivet og Melhus kommune.* Notat.

Melhus kommune (2011): *Kommuneplanens arealdel 2011-2020. Planbeskrivelse med bestemmelser.* [Online] Tilgjengelig fra <http://www.melhus.kommune.no/downloadfile.php?i=7a430339c10c642c4b2251756fd1b484> [Lastet ned 10.01.2011].

Miljøverndepartementet (1994): *Forskrift om rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag.* [Online] Tilgjengelig fra: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19941110-1001.html> [Lastet ned 10.01.2011]

Miljøverndepartementet (2010): *Vannforvaltningsplaner – erfaringsbrev til vannregionmyndigheter og vannregionutvalg.* [Online] Tilgjengelig fra <http://www.vannportalen.no/Erfaringsbrev_fra_MD_yuY3o.pdf.file> [Lastet ned: 22.08.2011]

Norges offentlige utredninger (1983:41) *Verneplan for vassdrag III*. Universitetsforlaget Oslo – Bergen – Tromsø.

Norges offentlige utredninger (1996:16) *Tiltak mot flom.* Statens forvaltningstjeneste. Statens trykning. Oslo 1996.

Norges offentlige utredninger (2010:10): *Tilpassing til eit klima i endring*. Servicesenteret for departementa. Oslo 2010.

NVE (2004): *Tilsyn med sikringsanlegg mot flaum, erosjon og skred i vassdrag*. Fakta. Informasjon fra Norges vassdrags- og energidirektorat nr 2, 2004. [Online] Tilgjengelig fra <http://www.nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner%202004/Faktaark%202004/fakta22004.pdf>[Lastet ned 06.02.2012]

NVE (2010): *122/1 Gaula.* [Online] Tilgjengelig fra <http://www.nve.no/no/Vann-og-vassdrag/verneplan/Verneplanarkiv/Sor-Trondelag-arkiv/1221-Gaula/> [Lastet ned 06.02.2012]

NVE (2011): *Faresonekart for flaum: Sør-Trøndelag.* [Online] Tilgjengelig fra <http://www.nve.no/no/Flom-og-skred/Farekartlegging/Flomsonekart/Sor-Trondelag/> [Lastet ned 02.05.2010].

NVE (2011): *Flaum- og skredfare i arealplanar* NVE retningslinjer 2:2011.

NVE (2012): *Kvikkleireskredet i Esp på Byneset i Trondheim kommune.* <http://www.nve.no/no/Nyhetsarkiv-/Nyheter/Kvikkleireskredet-i-Esp-pa-Byneset-i-Trondheim-kommune/> [Lastet ned 02.01.2012]

Næss, A. (1995): *Transport av suspendert materiale i elven Gaula og vurdering av beregningsmodeller. Miljømessige forandringer i vassdraget som følge av naturlige prosesser og menneskelig aktivitet.* Doktoravhandling 1995:95. Institutt for Geologi og bergteknikk, NTH, Universitetet i Trondheim.

Ohl, C.A, S. Tapsel (2000) Flooding and human health. The dangers posed are not always obvious. *BMJ* Vol 321 side 1167-1168.

Ottesen, D. (1987): *Uttak av sand og grus i Gaula.* Oppdragsrapport, NGU. ISSN 0800-3416

Pettersson, L. E. (2000): *Flomberegning for Gaulavassdraget (122.Z). Flomsonekartprosjektet.* Dokument nr 15, 2000 ISSN: 1501-2840. NVE.

Reacher, M., K. McKenzie, C. Lane, T. Nichols, I. Kedge, A. Iversen, P. Heoole, T. Walter, C. Laxton, J. Simpson (2004): *Health impacts of flooding in Lewew: a comparison of reported gastrointestinal and other illness and mental health in flooded and non-flooded households.* Utgitt I ”Communicable disease and public health 2004; 7(I): [11.02 epub ahead of print, p 1-8]. [Online] Tilgjengelig fra <http://www.hpa.org.uk/cdph/issues/CDPHvol7/No1/7(1)p56-63.pdf> [Lastet ned 12.01.2012]

Rokoengen (1999): *Vurdering av ras- og flomkatastrofen i Gauldalen, Sør-Trøndelag, sept 1345.* Rapport for prosjekt B 13067 Kvartær utvikling. Institutt for geologi og bergteknikk. NTNU.

Rokoengen, K., M.N. Jespersen, R.A. Kleiv, E. Sæterbø (2001): The 1345 slide and flood disaster in the Gauldalen valley, Mid-Norway: a new interpretation. *Norsk geografisk tidsskrift.* Vol. 55, side 57-70. Oslo. ISSN 0029-1951.

SAWA (2011): *What we do*. [Online] Tilgjengelig fra < http://www.sawa-project.eu/index.php?page=what-we-do> [Lastet ned: 11.04.2011]]

Skei, K. (2010): *Erosjonssikringstiltak i Gaula. Kartlegging av tilstand og reparasjonsbehov.* Rapport 18/2011. NVE.

SSB, 2011: *Tettsteder. Folkemengde og areal, etter kommune. 1. januar 2011.* [Online] Tilgjengelig fra< http://www.ssb.no/emner/02/01/10/beftett/tab-2011-06-17-01.html> [Lastet ned 30.06.2011]

Statens kartverk (2011): *Hva er tidevann?* [Online] Tilgjengelig fra <http://vannstand.no/index.php/en/fakta/tidevann/20-fakta-tidevann-introduksjon#spring-nipp> [Lastet ned 21.01.2011]

Strand, O. (1941): *Ad flommen i Gaula 24-8-1940.* NVE.

Sweco (2010): *Frivillige organisasjoners syn på prosessen rundt gjennomføring av vanndirektivet.* Rapport nr 1, oppdrag nr 143 382, Dato: 25.1.2010. På oppdrag fra SABIMA [Online] Tilgjengelig fra <http://www.vannportalen.no/SABIMA_rapport_2010_DHcXI.pdf.file> [Lastet ned: 30.06.2011]

Vasskog, K., H. Drange, A. Nesje (2009): *Havnivåstigning. Estimater av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner. Klimatilpasning Norge.* Revidert utgave. Utgitt av: Det nasjonale klimatilpasningssekretariatet ved Direktorat for samfunnssikkerhet og beredskap, september 2009.

VRM [Trøndelag: Vannregionmyndigheten Trøndelag] (2009): *Forvaltningsplan for vannregion Trøndelag 2010-2015*. [Online] Tilgjengelig fra <http://www.vannportalen.no/enkel.aspx?m=64146> [Lastet ned: 08.04.2011]

Appendix

A. Arealfordeling for vannområde Gaula

B. Skadefordeling etter flommen i 1940

C. Eksempler på tiltak

- Etablering av korttids nedbørsmåler
- Klimatilpassede IVF-kurver
- Tilsynsrapport ved befaring av sikringsanlegg mot flom, erosjon og skred i vassdrag.

A. Arealfordeling for vannområde Gaula

Objekt type	Areal [m^2]	Areal [%]
Fjell	1466786250	35,74
Havflate	80622500	1,97
Innsjø	114390625	2,79
Elv/bekk	19284375	0,47
Ferskvann tørrfall	1841875	0,05
Steinbrudd	1080625	0,03
Gravplass	126250	0,00
Sport/Idrettplass	380000	0,01
Golfbane	1124375	0,03
Steintipp	68750	0,00
Skog	1617820625	39,42
Dyrket mark	217910625	5,31
Myr	572865625	13,96
Tett bebyggelse	7910625	0,19
Industriområde	1394375	0,03
Alpinbakke	156250	0,00
Totalt	4103763750	

B. Skadefordeling etter flommen i 1940

Sammendrag (Strand, 1941):

Skade på jord, skog, hus og innbo	1.400.000,-
Skade på elveforbygninger:	600.000,-
Skade på veier:	1.500.000,-
Skade på jernbanen:	2.500.000,-
Sum	6.000.000,-

Skader på jord, skog, hus og innbo fordelt etter kommune (Strand, 1941):

Haltdalen (ingen opplysninger, anslag):	30.000,-
Singsås:	200.000,-
Soknedal:	100.000,-
Støren:	400.000,-
Horg:	341.000,-
Flå:	40.000,-
Melhus:	253.000,-
Leinstrand (ingen opplysninger, anslag:	50.000,-
Sum:	1.434.000,-

Skader på elveforbygninger (Strand, 1941):

Haltdalen	2.000,-
Singsås	171.000,-
Støren	272.000,-
Horg	93.000,-
Flå	4.000,-
Melhus	84.000,-
Sum	626.000,-

Skade på veier (Strand, 1941):

Haltdalen	20.000,-
Singsås	344.000,-
Budal	5.000,-
Støren	734.000,-
Horg	15.000,-
Flå	0,-
Melhus	82.000,-
Leinstrand	20.000,-
Sum	2.500.000,-

C. Eksempler på tiltak

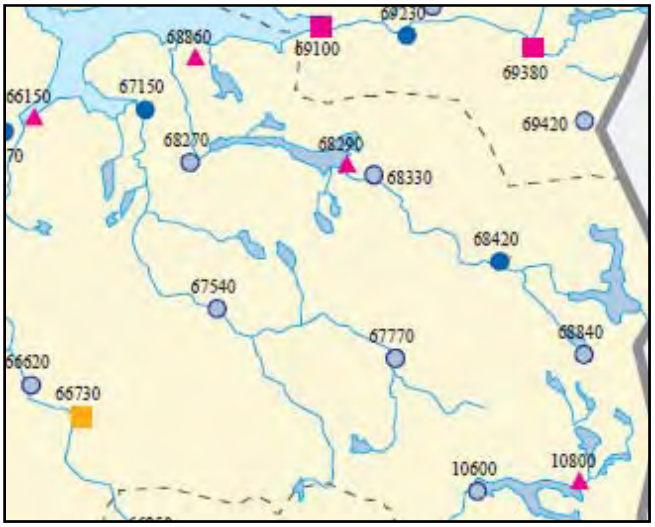
Etablering av korttids nedbørmåler

Bakgrunn

I Gaulas nedbørsområde finnes det både nedlagte, langtidsdrevne og nyopprettede målestasjoner.

- 67150 Leinstrand har vært i drift fra 1. januar 1960[2)]
- 67210 Horg i ble opprettet i januar 2011[1)]
- 67280 Soknedal har vært i drift fra 20. desember 2007[2)]
- 67540 Røsbjørgen i Midtre Gauldal var i drift fra januar 1960 til september 2010[1)]
- 67560 Kotsøy i Midtre Gauldal har vært i drift siden 27. november 2007[2)]
- 67770 Haltdalen III ble satt i drift fra januar 1970 og nedlagt i desember 2011[1)]
- 67890 Rugldalen i Røros kommune ble opprettet i august 2011[1)]

Nedbørsmålere med minuttoppløsning finnes flere steder regionen, blant annet på Risvollan urbanstasjon (stasjon nr 68860), men i Gaulas nedbørsfelt har observasjonene vært basert på nedbørsdøgn. Nedbørsmålere som måler korttidsnedbør vil kunne gi nyttig informasjon om nedbørshendelser med større intensitet. Slikt vær, flere regndager og mer intenst regn forventes å øke både i hyppighet og intensitet i framtiden.



Figur C-1: Kart som viser nedbørsmålere i Gaulas nærhet [3)]

1) http://eklima.met.no/eklimapub/servlet/ReportInfo?action=stationchange&la=no&co=NO

2) http://eklima.met.no/Help/Stations/toDay/all/no_Stations.html

3) http://sharki.oslo.dnmi.no/Help/stationmap2007.pdf

Nytteverdi:

Data fra en korttidsnedbørsmåler vil være nyttig både for utarbeidelse og oppdatering av IVF-kurver og for bedre værvarsling. Meteorologisk institutt ønsker å forbedre informasjonen fra sine nedbørradarer og ønsker å tilrettelegge for innhenting og kontroll av data fra kortidsnedbørsnettet eid og driftet av kommunene.

Nedbørmåleren kan kobles til kommunes ”alarmsentral” slik at brann/redingsetaten og VA-driften kan varsles om intens nedbør.

Kostnad:

- Etableringskostnad vil variere etter hvilket utstyr man velger. Det er mange løsninger. Selve nedbørsmåleren kan være en vippepluviograf eller en måler som veier nedbøren. I tillegg trengs et måleskap med strømforsyning, kommunikasjonsutstyr, mast og inngjerding.
- Drift (overføring og bearbeiding av data).
- Eventuelt vedlikehold.

Plassering:

Kommunen bør vurdere plassering i samarbeid med Meteorologisk institutt for å finne en god og varig lokalisering som har tilstrekkelig avstand til veg, trær og bebyggelse, men som ligger nær kommunens anlegg for inspeksjon.

Klimatilpassede IVF-kurver

IVF-kurver (intensitet, varighet, frekvens) brukes i planlegging og dimensjonering av overvannsystemer. Dagens IVF-kurver er mange steder ikke tilpasset dagens nedbørsmengder, samt at mange kommuner har brukt lave gjentaksintervall ved dimensjonering av overvannsbortledning. Dette har ført til at regnvær oftere har ført til skader.

Dagens IVF-kurver er ikke tilpasset framtidens nedbørsmengder, og man risikerer å underdimensjonere overvannsystemer. Under følger et estimat for IVF-verdier for Melhus ut fra dagens klima og projeksjoner for perioden 2071-2100.

ejf/27.04.2011

IVF-verdier for Melhus; dagens klima og projeksjoner for perioden 2071-2100

1). ***Dagens klima***: IVF-verdiene er basert på medianverdi fra pluviometer-stasjonene i Trondheimsområdet. (66830, 68170, 68190, 68230, 71000 samt kombinerte serier 68231 og 68862). For å vurdere om disse medianverdiene var representative for Melhus, ble det også sjekket at verdiene var i rimelig overensstemmelse med verdier (1, 6 og 12 t) estimert fra 1-døgnsverdier fra nedbørstasjon 67150 Leinstrand.

2). ***Projeksjoner for perioden 2071-2100:*** Det ble tatt utgangspunkt i verdiene for Trøndelag (NR-10) i tabell 5.2.6 i rapporten "Klima i Norge 2100". I Melhus-området forekommer i hovedsak de høyeste korttidsverdiene for nedbør sommerstid. Samtlige verdier (dvs. uansett varighet og returperiode) for dagens klima ble derfor multiplisert med sommerverdiene for endring i "Nedbørmengde på dager med mye nedbør". Estimatene for **M**iddels, **L**av og **H**øy endring av stor 1-døgns nedbør fra 1961-1990 til 2071-2100 er hhv. 19.4, 3.6 og 36.6%. For 10 minutters varighet og 10-års returperiode blir dermed f.eks. M-verdien 7.6*1.194=9.1. Dette tilsvarer en økning i returperiode fra 10 til 25 år i tabellen for "dagens klima".

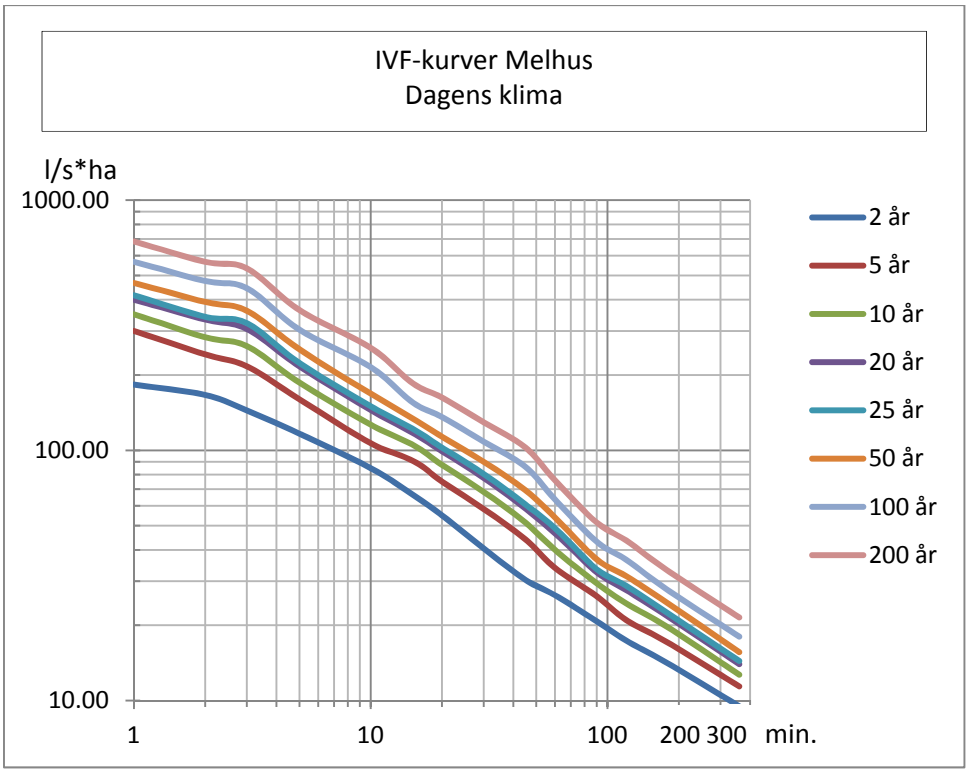
NB! Verdiene i tabellen nedenfor er basert på en rekke usikre forutsetninger! Det pågår arbeid ved met.no for å etablere bedre metodikk for estimat av korttidsnedbør.

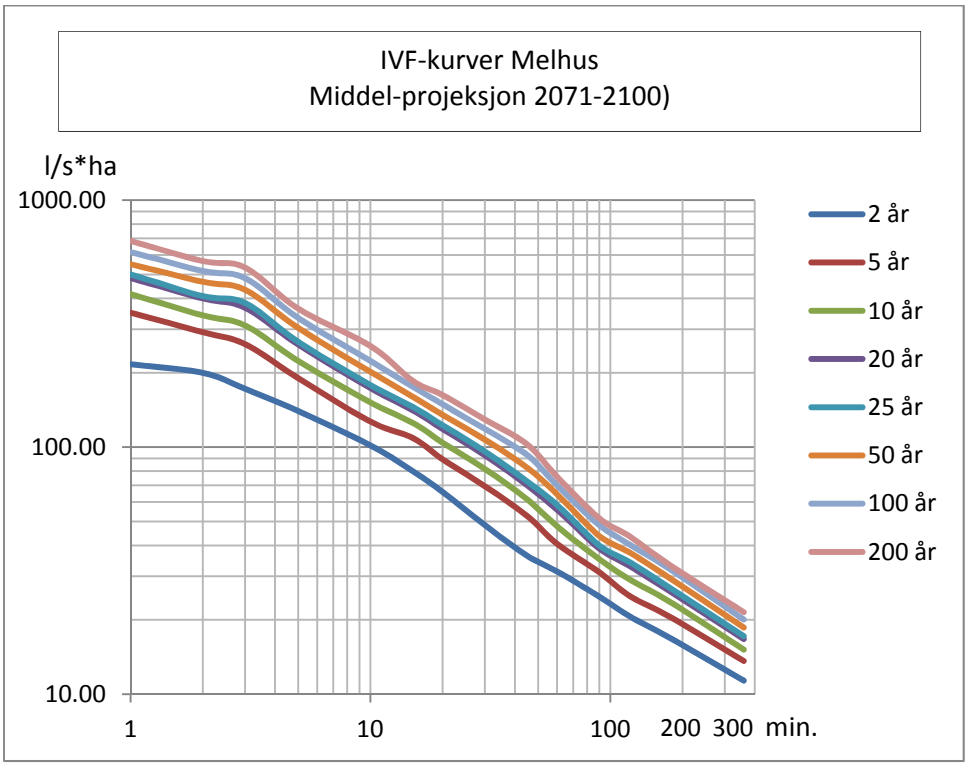
MELHUS: Dagens klima (medianverdi fra stasjoner i Trondheimsområdet)														
År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 mi	180 mi	360 mi
2	1,1	2,0	2,6	3,5	5,1	6,0	6,6	7,3	8,2	9,5	11,2	12,5	15,2	20,5
5	1,8	2,9	3,9	4,8	6,4	8,2	9,0	10,5	11,9	12,2	14,1	15,1	18,4	24,6
10	2,1	3,4	4,7	5,6	7,6	9,5	10,5	12,3	13,9	14,4	15,9	17,6	21,2	27,4
20	2,4	4,0	5,5	6,5	8,7	10,6	11,9	14,0	15,8	16,8	17,6	19,9	23,4	30,2
25	2,5	4,1	5,8	6,7	9,0	11,0	12,3	14,5	16,4	17,6	18,1	20,7	24,1	31,1
50	2,8	4,7	6,5	7,6	10,1	12,1	13,6	16,2	18,7	19,4	19,8	22,6	26,4	33,7
100	3,1	5,2	7,3	8,4	11,2	13,2	15,0	17,8	21,0	21,1	21,9	24,4	28,7	36,3
200	3,4	5,7	8,0	9,1	12,9	14,0	16,3	19,5	23,2	22,9	23,3	26,3	29,8	38,9

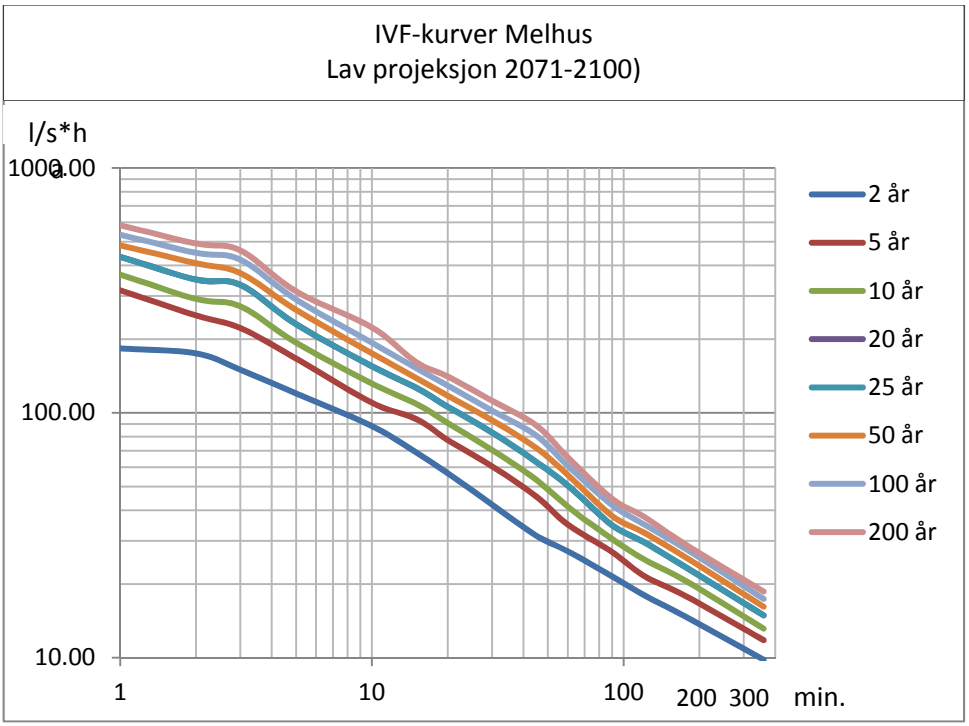
MELHUS: M-projeksjon (2071-2100)														
År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 mi	180 mi	360 mi
2	1,3	2,4	3,1	4,2	6,1	7,2	7,9	8,7	9,8	11,3	13,4	14,9	18,1	24,5
5	2,1	3,5	4,7	5,7	7,6	9,8	10,7	12,5	14,2	14,6	16,8	18,0	22,0	29,4
10	2,5	4,1	5,6	6,7	9,1	11,3	12,5	14,7	16,6	17,2	19,0	21,0	25,3	32,7
20	2,9	4,8	6,6	7,8	10,4	12,7	14,2	16,7	18,9	20,1	21,0	23,8	27,9	36,1
25	3,0	4,9	6,9	8,0	10,7	13,1	14,7	17,3	19,6	21,0	21,6	24,7	28,8	37,1
50	3,3	5,6	7,8	9,1	12,1	14,4	16,2	19,3	22,3	23,2	23,6	27,0	31,5	40,2
100	3,7	6,2	8,7	10,0	13,4	15,8	17,9	21,3	25,1	25,2	26,1	29,1	34,3	43,3
200	4,1	6,8	9,6	10,9	15,4	16,7	19,5	23,3	27,7	27,3	27,8	31,4	35,6	46,4

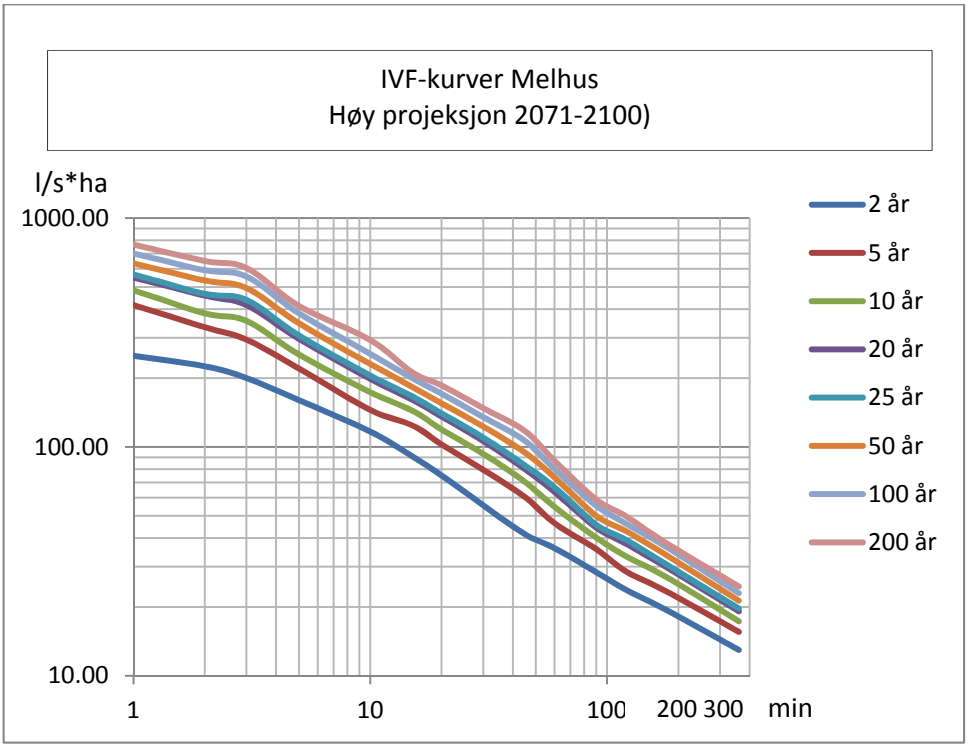
MELHUS: L-projeksjon (2071-2100)														
År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 mi	180 mi	360 mi
2	1,1	2,1	2,7	3,6	5,3	6,2	6,8	7,6	8,5	9,8	11,6	13,0	15,7	21,2
5	1,9	3,0	4,0	5,0	6,6	8,5	9,3	10,9	12,3	12,6	14,6	15,6	19,1	25,5
10	2,2	3,5	4,9	5,8	7,9	9,8	10,9	12,7	14,4	14,9	16,5	18,2	22,0	28,4
20	2,5	4,1	5,7	6,7	9,0	11,0	12,3	14,5	16,4	17,4	18,2	20,6	24,2	31,3
25	2,6	4,2	6,0	6,9	9,3	11,4	12,7	15,0	17,0	18,2	18,8	21,4	25,0	32,2
50	2,9	4,9	6,7	7,9	10,5	12,5	14,1	16,8	19,4	20,1	20,5	23,4	27,4	34,9
100	3,2	5,4	7,6	8,7	11,6	13,7	15,5	18,4	21,8	21,9	22,7	25,3	29,7	37,6
200	3,5	5,9	8,3	9,4	13,4	14,5	16,9	20,2	24,0	23,7	24,1	27,2	30,9	40,3

MELHUS: H-projeksjon (2071-2100)														
År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 mi	180 mi	360 mi
2	1,5	2,7	3,6	4,8	7,0	8,2	9,0	10,0	11,2	13,0	15,3	17,1	20,8	28,0
5	2,5	4,0	5,3	6,6	8,7	11,2	12,3	14,3	16,3	16,7	19,3	20,6	25,1	33,6
10	2,9	4,6	6,4	7,6	10,4	13,0	14,3	16,8	19,0	19,7	21,7	24,0	29,0	37,4
20	3,3	5,5	7,5	8,9	11,9	14,5	16,3	19,1	21,6	22,9	24,0	27,2	32,0	41,3
25	3,4	5,6	7,9	9,2	12,3	15,0	16,8	19,8	22,4	24,0	24,7	28,3	32,9	42,5
50	3,8	6,4	8,9	10,4	13,8	16,5	18,6	22,1	25,5	26,5	27,0	30,9	36,1	46,0
100	4,2	7,1	10,0	11,5	15,3	18,0	20,5	24,3	28,7	28,8	29,9	33,3	39,2	49,6
200	4,6	7,8	10,9	12,4	17,6	19,1	22,3	26,6	31,7	31,3	31,8	35,9	40,7	53,1


IVF-kurver Melhus
Dagens klima
l/s*ha
1000.00
100.00
10.00
1
10
100
200 300
min.
2 år
5 år
10 år
20 år
25 år
50 år
100 år
200 år


IVF-kurver Melhus
Middel-projeksjon 2071-2100)
l/s*ha
1000.00
100.00
10.00
1
10
100
200 300
min.
2 år
5 år
10 år
20 år
25 år
50 år
100 år
200 år


IVF-kurver Melhus
Lav projeksjon 2071-2100)
l/s*h
1000.00
100.00
10.00
1
10
100
200
300
min.
2 år
5 år
10 år
20 år
25 år
50 år
100 år
200 år


IVF-kurver Melhus
Høy projeksjon 2071-2100)
l/s*ha
1000.00
100.00
10.00
1
10
100
200
300
min
2 år
5 år
10 år
20 år
25 år
50 år
100 år
200 år

Tilsynsrapport ved befaring av sikringsanlegg mot flom, erosjon og skred i vassdrag

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kommune		Antall parseller		Tiltakstype	
Fylke		Lengde (m)		Sikkerhetskl.	
Region		Elveside (Sett nedover elva - medstrøms)			

Fylles ut av tilsynsgruppen på befaring

Dato for befaring		Bilder av eventuell skade (antall)	

Skader på anlegget Kryss av de rubrikkene som passer best Skader skal anvises på kart	Ras og undergraving	
	Mindre utglidninger	
	Setninger på anlegget	
	Revehi/ beverdam/ grevlinghull	
	Masseavlagring	
	Andre slitasjer og skader på flomverk	
Utfyllende beskrivelse av skader:		

Vegetasjon på anlegget	Ingen	
	Gress	
	Vier/Kjerr	
	Løvtrær	
	Bartrær	
Utfyllende beskrivelse av vegetasjon:		

Adkomst for flomverk Tegn adkomst inn på kartet	Dårlig	
	God	
	Rydding kreves	

Eventuelle merknader:

Konklusjon etter befaring	Anlegget trenger skjøtsel. (Rydde trær med stammediameter over 10 cm, rydde adkomst til flomverk, drift av pumpestasjon)	
	Anlegget er skadet og NVE bør vurdere vedlikehold	
	Anlegget er befart og trenger ikke fremtidig tilsyn	
	Anlegget er befart og funnet i orden	

Dato/ Sted : _____ Underskrift : _____

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Rapportserien i 2012

Nr. 1 Kvikkleireskred ved Esp, Byneset i Trondheim. Kari Øvrelid (20 s.)

Nr. 2 Årsrapport for tilsyn 2011 (40 s.)

Nr. 3 Første inntrykk etter ekstremværet Dagmar, julen 2011 (27 s.)

Nr. 4 Energy consumption. Energy consumption in mainland Norway (59 s.)

Nr. 5 Climate change impacts and uncertainties in flood risk management:
Examples from the North Sea Region (62 s.)

Nr.6 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 4. kvartal 2011. Finn Erik Ljåstad Pettersen (red.) (86 s.)

Nr. 7 Statistikk over nettleie i regional- og distribusjonsnettet 2012. Inger Sætrang (53 s.)

Nr. 8 Flomrisikoplan for Gaula ved Melhus. Et eksempel på en flomrisikoplan etter EUs flomdirektiv (78 s.)

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no