

MASTEROPPGAVE

Emnekode: SO330S

Navn: Vemund Hagen

kandidatnummer: 7

Framtidig flomforvaltning i Gudbrandsdalen: Naturbasert eller infrastrukturbasert?

Dato: 15. mai 2020

Totalt antall sider: 109

Innholdsfortegnelse

Forord	iv
Sammendrag	v
Forkortelser	vi
Figurliste	vii
Tabelliste	vii
1 Introduksjon og problemstilling	1
1.1 Egne og lokale erfaringer.....	1
1.2 Hvorfor flom som tema?.....	2
1.3 Flom – et naturlig, normalt og likevel problematisk fenomen	3
1.4 Problemstilling og forskningsspørsmål	3
1.4.1 Problemstillingen.....	4
1.4.2 Forskningsspørsmål 1: Fordeler og ulemper med naturbaserte løsninger	4
1.4.3 Forskningsspørsmål 2: Tiltak ved flom i østlandske vassdrag	4
1.4.4 Forskningsspørsmål 3: Klimatilpassing av flomforvaltningen.....	4
1.5 Oppgavens samfunnsnytte – begrunnelse for studien	4
1.6 Oppgavens oppbygging	5
2 Bakgrunn	6
2.1 Studieområdet	6
2.2 Enkel begrepsavklaring	7
2.3 Grunnleggende premisser for flomforvaltningen	7
2.3.1 Premiss 1 – liv og helse kommer alltid først	8
2.3.2 Premiss 2 – elveviftenes bosetting og infrastruktur må beskyttes	8
2.4 Hva er naturbaserte løsninger?	8
2.5 Hva er infrastrukturbaserte løsninger?.....	10
3 Metodekapittelet	11
3.1 Innledning	11
3.1.1 Mange metoder – mange svar?	11
3.2 Vitenskapsteoretiske betraktninger.....	12
3.3 Metodisk modell	14
3.4 Adaptasjon av metodisk modell til min studie	14
3.4.1 Datatyper i fase 1	16
3.4.2 Datatyper i fase 2	17
3.5 Praktisk gjennomføring av datainnsamling	18
3.5.1 Datainnsamling og analyse fase 1	19
3.5.2 Overgang til intervjufasen	19
3.5.3 Datainnsamling og analyse fase 2	21
3.6 Integrasjon av dataene	23
3.7 Reliabilitet og validitet	23
3.8 Etikk og tillit	24
3.9 Metoder som er valgt bort	25
4 Områdebeskrivelse, flom og flomtyper	26
4.1 Gudbrandsdalslågen, en del av Lågen-Vorma-Glomma vassdraget.....	26
4.2 Storofsen og flommene som forma Gudbrandsdalen	27
4.3 Fryaslettas hemmeligheter	29
4.4 Ulike typer flom i Gudbrandsdalen	31
4.4.1 Vårflom – en årlig snøsmelteflom	31
4.4.2 Brevannsflom.....	31
4.4.3 Regnflom	32
4.4.4 Styrtflommer i sideelvene.....	32

4.4.5	Vinterflom	33
4.4.6	Jøkulhlaup.....	33
4.5	Flommen som det stadige fenomen og dens risiko.....	34
4.6	Dagens håndtering av flom.....	34
4.6.1	Forvaltningsregimet.....	35
4.6.2	Det infrastrukturbaserte paradigmet	36
4.6.3	Naturbasert, blå-grønn framtid?.....	38
4.7	Flommen, folket og framtida	39
5	Teoretiske rammer	40
5.1	Innledning	40
5.2	Begrepsavklaringer	41
5.2.1	Naturbaserte løsninger	41
5.2.2	Tilleggseffekter – co-benefits	42
5.2.3	Infrastrukturbaserte løsninger.....	42
5.2.4	Flomforvaltning	43
5.2.5	Helhetsperspektivet	43
5.3	Risiko – sårbarhet – resiliens.....	44
5.4	Flomforvaltningens utvikling	45
5.4.1	Nytteparadigmet	45
5.4.2	Miljøparadigmet og økologifokus	46
5.5	Kvantifisering, hvordan regne på fare og effekt?	47
5.6	Eksempler på ulike tiltak	47
5.7	Oppsummering og avslutning av teoretisk gjennomgang	49
6	Resultater og data	50
6.1	Kvantitative resultater, kort introduksjon.....	50
6.1.1	Kvalitative resultater, kort introduksjon.....	50
6.2	Utvalgsriterier for caseområdene.....	50
6.2.1	Sideelver Nord- og Midt-Gudbrandsdal, en kandidat pr. kommune	51
6.2.2	Elvesletter i Nord- og Midt-Gudbrandsdal – i hovedvassdraget	52
6.2.3	Resultat av utvalgsprosessen	53
6.3	Resultater fra GIS og fjernanalyse.....	54
6.3.1	Caseområde 1 Finna	54
6.3.2	Caseområde 2 Veikleåa	56
6.3.3	Caseområde 3 Frya	60
6.3.4	Case 4, 5 og 6 – elveslettene fra Frya til Losna.....	62
6.4	Data fra intervjuer.....	66
6.4.1	Nøkkelfunn	66
6.5	Funn fra de ulike intervjuene.....	68
6.5.1	Tematikk klima, nedbør, miljø og natur	68
6.5.2	Arealplanlegging	69
6.5.3	Naturbaserte vs. infrastrukturbaserte løsninger	70
6.5.4	Liv, helse og risiko	72
6.5.5	Forvaltning, finansiering og prosesser.....	73
6.6	Likheter og ulikheter i dataene fra de to forskningsmetodene	74
7	Diskusjon	75
7.1	Introduksjon.....	75
7.2	Hva sier resultatene om de undersøkte casene?.....	75
7.2.1	Case 1 Finna:	75
7.2.2	Case 2 Veikledalen/Kvam sentrum:	76
7.2.3	Case 3 Frya:	78

7.2.4	Case 4 – 6 elveslettene Frya – Losnavatnet.....	80
7.2.5	Casene kort oppsummert	81
7.3	Forvaltningsaspektet.....	82
7.3.1	Forvaltningens valg	82
7.4	Naturbaserte løsninger sin rolle framover	83
7.5	Naturfare, risiko og flomforvaltning i det 21. århundret	86
8	Avslutning og konklusjon.....	87
8.1	Oppsummerende momenter.....	87
8.2	Svar på forskningsspørsmål 1	88
8.3	Svar på forskningsspørsmål 2.....	88
8.4	Svar på forskningsspørsmål 3	89
8.5	Overgang til naturbaserte løsninger som en framtidsretta tilnærming?.....	89
8.6	Studiets overførbarhet.....	90
8.7	Videre arbeid	90
	Referanser	91
	Vedlegg.....	A-1

Forord

Denne oppgavens tema er valgt ut fra et bakteppe av en stor personlig interesse for vann og flom som fenomen. Temaet kom naturlig for meg når jeg tenkte grundig igjennom hva jeg skulle skrive om i en masteroppgave i samfunnsvitenskap, med fordypning i geografi.

Gudbrandsdalen, og mange andre steder i Norge, har opplevd dramatiske flom- og skredhendelser i de senere årene, med store menneskelige påkjenninger og voldsomme materielle skader som resultat.

Jeg vil rette en stor takk til alle som har bidratt til arbeidet med denne oppgava, ikke minst informantene jeg fikk gjennomføre intervjuer med.

Stor takk også til min veileder ved Nord universitet, Ivar Svare Holand. Også takk til alle andre forelesere og andre ansatte ved geografistudiene på Steinkjer.

Fire og et halvt studieår som deltidsstudent i voksen alder har vært en enorm faglig og personlig berikelse!

Ikke minst vil jeg takke min kone, Mona, som har stått ved min side og bidratt med hjelp, støtte og motivasjon.

Sammendrag

Gudbrandsdalen har i løpet av noen få år opplevd flere alvorlige flommer. På 2010-tallet ble noen dramatiske flomhendelser nasjonalt kjent. Voldsomt styrtregn var årsaken i flere av tilfellene. Klimaendringene kan medføre en økt forekomst av slike hendelser, og samfunnene i Gudbrandsdalen er i ulik grad forberedt på slike episoder.

Det kan argumenteres for at dagens flomforvaltning har møtt veggen. Tiltakene har blitt så dyre og avanserte at det er vanskelig å se at de kan benyttes for å sikre alle utsatte områder. Etter to katastrofale flommer i 2011 og 2013, ble bygda Kvam sikra med infrastrukturbaserte tiltak til en prislapp på omlag 150 mill. kr.

Internasjonal forskning ser på alternativer til slike tradisjonelle tiltak, og de kan samles under paraplybegrepet *naturbaserte løsninger*. Det handler om å ta i bruk naturens egne metoder for å forvalte naturfare som flom, skred, ekstremvær, og forebygge tap av biodiversitet, natur og miljøverdier. Slike løsninger skal ikke bare forebygge og verne samfunnet mot skadeflom og ta vare på natur og arts mangfold, men også gi tilleggseffekter i form av økosystemtjenester som bedre vassdragsmiljø og økt livskvalitet.

Denne undersøkelsen vil se på om slike løsninger er aktuelle i Gudbrandsdalen. Både hovedvassdraget og noen sidevassdrag blir undersøkt. Det er brukt kvantitative og kvalitative metoder for å framskaffe en sammensatt empiri.

Siden dette er et komplisert og sammensatt forskningsområde, finnes det ingen enkle svar med to streker under. I mange tilfeller er det en prioritert oppgave å verne liv og helse, særlig i sidevassdragene. Da er det ikke mulig å eksperimentere med usikre løsninger. Dette er noe av det undersøkelsen peker på. Det er en mangel på gode metoder for å kvantifisere naturbaserte løsninger, og til det er på plass, er dette et hinder for å velge slike løsninger, særlig i sidevassdragene.

I hovedvassdraget er slike løsninger trolig fullt mulig å velge, flommene er så trege av karakter, at liv og helse sjelden er i fare. Om det politisk sett er mulig å velge naturbaserte løsninger, er en helt annen sak.

Forkortelser

DSB – Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap

FF – Flomforvaltning

FRM – Flood risk management

GIS – Geografiske informasjonssystemer

NbS – Nature-based solutions

NbL – Naturbaserte løsninger

NGI – Norges geotekniske institutt

NVE – Norges vassdrags- og energidirektorat

ROS – Risiko og sårbarhet

PBL – Plan- og bygningsloven

TEK17 – Byggeteknisk forskrift av 2017

LiDAR – Light Detection And Ranging. Laserscanning av terreng og overflater.

ISbL – Infrastrukturbaserte løsninger

DOM – Digital overflatemodell

DTM – Digital terrengmodell

Figurliste

Figur 1: Oversiktskart over studieområdet. Midt-Gudbrandsdal og Vågå. Kilde: Kartverket og NVE Atlas.....	6
Figur 2: The grey-green continuum. Modifisert etter Phusicos/IIASA (Martin et al., 2019).....	9
Figur 3: Visuell modell for mitt sekvensielle forskningsdesign.....	14
Figur 4: Lågen-Vorma-Glomma vassdraget. Kartverket/KF-arkiv. Lisens: NLOD.	26
Figur 5: Fagervold bunnlastsperre i Veikleåa, Kvam. Foto: V. Hagen 2018.	37
Figur 6: Naturlig generert kvistdam i Sula, Vinstra. Foto: V. Hagen 2019.....	38
Figur 7: Kost-nytte rangering av ulike tiltak for redusert flom. Modifisert etter The Royal Society (2014).....	47
Figur 8: Illustrasjonskart over Finna og Vågåmo sentrum.....	55
Figur 9: Historisk kart og ortofoto over Vågåmo og Finnas utløp.....	56
Figur 10: Kart/ortofoto over Kvam sentrum etter flom i 2013.....	57
Figur 11: Ortofoto Veikledalen serie fra 2010-2017. Kilde: Kartverket.....	58
Figur 12: Lidar digital terrengmodell (venstre) og lidar høydeplott (høyre) av Kvam sentrum. Kilde: Kartverket.....	58
Figur 13: Kart over Veikledalen med løsmasser, helning og vegetasjon. Kilde: Kartverket...	59
Figur 14: Illustrasjonskart over Frya og Frydalen.....	60
Figur 15: Fryadeltaets utvikling.....	61
Figur 16: Kart over elveslettene fra Frya til Losna. Venstre: DOM (digital overflatemodell). Høyre: DOM høydemodell. Kilde: Kartverket.....	62
Figur 17: Kart over delområde Frya. Kilde: NVE Atlas.....	63
Figur 18: Kart over delområde Vålebru. Kilde: NVE Atlas.....	64
Figur 19 (til venstre): Kart over delområde Elstad camping – Trøståker. Kilde: NVE Atlas..	64
Figur 20 (til høyre): Kart over delområde Fåvang. Kilde: NVE Atlas.....	64
Figur 21: Ortofoto og kart over Vålebru, Ringebu, flom 2018 og flomsoner. Kilde: Kartverket og NVE Atlas.....	65
Figur 22: Forslag til reguleringsdam Leinetjønnin. Kartgrunnlag: Kartverket.....	77
Figur 23: Forslag til restaurering av deltaet i Frya. Kilde: Kartverket. Ortofoto 2017.	79
Figur 24: Flomslettene fra Elstad og nordover mot Frya. Foto: V. Hagen, 12. mai 2018.....	80

Tabelliste

Tabell 1: Naturbaserte løsninger, en oversikt. Modifisert etter Magnussen et al. (2017)	48
Tabell 2: Oversikt over aktuelle sideelver, Nord- og Midt-Gudbrandsdal.....	52
Tabell 3: Oversikt over elvesletter i Nord- og Midt-Gudbrandsdal.....	53

1 Introduksjon og problemstilling

Flom er en konstant tilbakevendende trussel mot folk og samfunn i Gudbrandsdalen. Men flom har også skapt den dalen vi har i dag. Gudbrandsdalslågen og sideelvene er forutsetningen for jordbruk og samfunn i en av Norges tørreste regioner. Uten elvas evige tilførsel av vann fra snøsmelting, breer og myrer hadde dalen vært lite annet enn tørre furumoer på næringsfattige morenerabber.

Gjennom noen tusen år har dølene levd med de årvisse, men likevel uforutsigbare flommene i sidevassdrag og i hovedvassdraget. På elveslettene bodde bare fattigfolk og husmenn, mens storgardene lå trygt i dalsidene. Vanning av jordbruksarealene ble utvikla til en kunstart, særlig i Nord-Gudbrandsdalen.

De siste hundre år har utviklingen som startet med jernbanen gitt dølene et moderne samfunn. Med toget kom stasjonsbyen, og stasjonsbyene ble lagt til flate arealer i dalbunnen, på elveviftene. Slik ble også Gudbrandsdalen virkelig sårbar for flommen.

Elveslettene ble dyrket opp til jordbruksformål, industrien trengte flate arealer nær jernbane og vei. Velferdssamfunnets framvekst ga offentlige arbeidsplasser og boligbygging i tettstedene nær jernbanen og kommunikasjonssentrene.

Behovet for å sikre samfunnet mot flom ble dermed større og større. Bolig, infrastruktur, næring og jordbruk måtte vernes mot flommens ødeleggelser. Forbygninger, voller og kanalisering av både hovedvassdrag og sidevassdrag ble utført. Metodene som ble benytta var basert på ideer om å kontrollere vannet og flommen.

1.1 Egne og lokale erfaringer

Den 10. og 11. juni 2011 opplever Gudbrandsdalen en voldsom regnflom, som etterpå har fått navnet Pinseflommen. Sideelver og bekker flommer over, ikke minst i Kvam, ikke langt fra mitt hjemsted på Vinstra, forårsaker elva Veikleåa voldsomme skader i Veikledalen og Kvam sentrum. Bolighus rases og kritisk infrastruktur som vei, bane, vannforsyning, strømforsyning og telelinjer får store skader. Mange småelver og bekker flommer opp, og skadene på ikke minst jernbanen er mange (Roald, 2013).

Bare to år etter, den 22. og 23. mai, gjentar historien seg. Også denne gangen er det voldsomme regnflommer i sidevassdragene. Veikleåa flommer over igjen, og Kvam sentrum rammes på nytt. Bolighus som har blitt bygd opp igjen, blir ødelagt for andre gang på to år, og

skadene på infrastrukturen er igjen store. Dovrebanen må stenges i to uker etter 160 skader på banelegemet (Roald, 2015).

For min egen del så blir jeg nå direkte rammet av en skadeflom. Elva Sula som normalt renner fredelig, nærmest som en litt stor bekk, går over sine bredder og forårsaker stor skade på min eiendom. Beiteområder som jeg bruker til husdyra mine, vaskes ut og massene forsvinner nedover i vassdraget. Skadene på bruer og eiendom lenger ned i elva var store, men heldigvis gikk det bra med folk og fe. Personlig blir denne opplevelsen en vekker, som får meg til å tenke over flom som et ødeleggende naturfenomen. Men også hvordan vi i framtida skal håndtere faren som disse to flommene med så kort mellomrom har vist at vi er eksponert for her i Midt-Gudbrandsdalen. Hendelsene viser også at samfunnet er sårbart når flommen kommer.

Dette bakteppet gjør at jeg stiller med både fordeler og ulemper i møte med tematikken. Jeg er personlig berørt og har dermed personlige erfaringer fra området, men er også preget i møtet med konsekvensene og involverte interessenter innen flomområdet. Flommen i Sula vil jeg ikke ta opp videre, men se utover mot andre områder i Nord- og Midt-Gudbrandsdalen.

1.2 Hvorfor flom som tema?

Flom er ikke nytt for oss som bor i Gudbrandsdalen. Tvert imot er flom noe vi har levd med bakover i tid, og må leve med i framtida. Flom er en del av samfunnet og innbyggernes liv i dette området, på både et fysisk og mentalt plan.

Ingen flomhendelse på Østlandet i den kjente historien, har gjort et slikt inntrykk som Storofsen sommeren 1789:

*Langvarigt regn har holdet ved, som fylgte alle elve;
Jordskreder faldt i mængde ned, saa bjerg og dale skjælve.
Da engebund og agergrund med huus og gaard bordtdrive,
Med saadant brag, at dommedag man ventede' skulde blive.*

Vers fra «En sandfærdig og sørgelig beretning om det store regn, som faldt i Gudbrandsdalen og tilgrensende egne og den derved forårsagede vandflom den 22nd og 23de juli 1789, ...» av pseudonymet C.O.S.R. gjengitt i Sommerfeldt (1972, s. 26).

Storofsen var ikke bare var en flom, men også en rekke alvorlige skredhendelser i dalene på Østlandet litt etter midtsommer i 1789, noe som har satt dype spor, ikke bare i landskapet,

men også i befolkningens kollektive hukommelse. Skadene var enorme, og samfunnet ble preget av katastrofen i flere tiår etter hendelsene. I et samfunn med knapt nok noe sosialt sikkerhetsnett førte flommene til nød og elendighet. Skattefritak eller skatteutsettelse var stort sett det eneste staten kunne bidra med, men der inntektsgrunnlaget for bøndene noen steder var helt borte, hjalp dette minimalt (Sommerfeldt, 1972).

Som bosatt like ved en av sideelvene til Gudbrandsdalslågen, på tettstedet Vinstra, ikke langt fra Laugen, som er det lokale navnet på Gudbrandsdalslågen, er jeg mer eller mindre oppvokst med årlige flommer. De normale flommene, for å bruke et slikt begrep, er ikke noe som har skremt lokalbefolkningen, og har vanligvis ikke medført noen bemerkelsesverdige skader av materiell eller menneskelig art.

Om våren kommer først smelteflommene i sideelvene, og senere på sommeren kommer det vanligvis to flomtopper i hovedvassdraget, først som resultat av snøsmelting i høyfjellet, og noe senere er det en bresmelteflom som bidrar betydelig via sideelvene som drenerer de høyereliggende fjellområdene, ikke minst fra Sjoa og Ottaelva (Roald, 2013).

1.3 Flom – et naturlig, normalt og likevel problematisk fenomen

Flom er ikke bare naturgeografi, men også i høyeste grad samfunnsgeografi og samfunnsvitenskap. En rekke andre fagfelt kan også kobles til dette temaet, som geologi, hydrologi, meteorologi, GIS og samfunnsplanlegging. Ved bruk av flere ulike metoder, GIS-analyser, fjernanalyser, observasjonsdata og dybdeintervjuer, vil oppgaven forsøke å besvare problemstillingen i både bredde og dybde, som er geografis evige faglige spagat.

Denne oppgaven skal se på flom som naturhendelser, og hvordan det moderne samfunnet håndterer flommen som fenomen.

Jeg vil undersøke hvordan samfunnet forbereder seg på flom, sikrer seg mot flom og responderer på flomhendelsene når de oppstår, med andre ord hvordan vi forvalter flommen som fenomen. Dette har en stor interesse for samfunnet, ikke minst fordi klimaendringer med mer nedbør og høyere temperaturer, trolig gjør dette til en enda mer aktuell problemstilling.

1.4 Problemstilling og forskningsspørsmål

Naturbaserte løsninger, herunder blå-grønne metoder, eller fremdeles tradisjonelle, infrastrukturbaserte metoder? Dette kan være utgangspunktet for oppgavens tematikk.

Tatt i betraktning farepotensialet, er naturbaserte og blå-grønne metoder i det hele tatt realistisk i de mest flomutsatte områdene, der liv og helse, boliger, næring og infrastruktur er truet av flomhendelser, f.eks. i Veikleåas og Kvam sentrum sitt tilfelle?

Oppgaven vil forsøke å kartlegge, undersøke og analysere hvordan flomforvaltningen bør tilpasses samfunnets behov. Både i lys av et våtere og varmere klima, men også de mindre omtalte endringene i arealbruk, bebyggelse, næringsvirksomhet og infrastrukturbygging, som i mange tilfeller kan være vel så viktige for temaet som klimaendringene.

1.4.1 Problemstillingen

Kan en overgang til naturbaserte metoder i flomforvaltningen i Gudbrandsdalen være en bedre og mer framtidsrettet tilnærming enn fortsatt bruk av tradisjonelle infrastrukturbaserte metoder?

Problemstillingen er brutt ned i tre mer konkrete forskningsspørsmål:

1.4.2 Forskningsspørsmål 1: Fordeler og ulemper med naturbaserte løsninger

Hvilke fordeler og ulemper har naturbaserte løsninger i forhold til tradisjonelle infrastrukturbaserte løsninger?

1.4.3 Forskningsspørsmål 2: Tiltak ved flom i østlandske vassdrag

Kan naturbaserte løsninger være effektive tiltak for å håndtere problemene ved regelmessige sesongvise flommer i hoved- og sidevassdragene på Østlandet, og da spesielt i Gudbrandsdalen?

1.4.4 Forskningsspørsmål 3: Klimatilpassing av flomforvaltningen

Hva betyr klimaendringer for valg av metoder og strategier for flomforvaltningen framover?

1.5 Oppgavens samfunnsnytte – begrunnelse for studien

Stadige skadeflommer, med det som kan se ut som økt forekomst grunnet klimaendringer, mer nedbør og et stadig større press på arealene, er det gode grunner til å se på hvordan flommene på Østlandet, og herunder i Gudbrandsdalen forvaltes. Forvaltning handler ikke bare om å forebygge skader og senke risikoen for alle typer skader, det handler like mye om å forvalte et tankesett, en tilnærming til flomområdet, som må endre seg i takt med natur- og samfunnsgitte endringer.

Mye internasjonal forskning og politikkkutforming, da særlig i EU-regionen, peker på en fundamental endring av tankesettet, fra et reduksjonistisk tankesett, der enkeltproblemer skilles ut og løses hver for seg, til en mer helhetlig tankegang, der samfunnet og vassdraget blir sett på som helheter som virker sammen som større systemer. I en slik tankegang kan ikke flomproblematikken bare løses med infrastrukturbaserte enkeltløsninger, men alle tiltak må sees på som deler av et større hele. Dette krever en ny tilnærming til området, og her utgjør de naturbaserte løsningene et alternativ til dagens forvaltning.

(Vojinovic, 2015; Cohen-Shacham *et al.*, 2019; Ruangpan *et al.*, 2020).

Oppgaven vil forsøke å undersøke hvordan naturbaserte løsninger kan brukes i Gudbrandsdalen, om det er en mer realistisk modell for framtidig flomforvaltning, og om denne tilnæringsmodellen oppfyller de krav som stilles av offentlige myndigheter. Hva sier dagens forskning, og hva sier denne undersøkelsen om hvilke muligheter som finnes, hva som virker, og hva som ikke virker.

Uten et solid empirisk fundament kan ikke flomforvaltningen utvikles, og denne oppgaven vil prøve å svare på en liten del av hele sakskomplekset. Å finne fasitsvar som kan brukes i alle sammenhenger er ikke målet, ei heller realistisk.

1.6 Oppgavens oppbygging

Oppgaven er satt sammen av åtte deler. De to første kapitlene gir en introduksjon til fagfeltet og bakgrunnen for problemstillingen. Kapittel tre beskriver metodene som er brukt og inneholder noen vitenskapsteoretiske betraktninger som peker videre mot selve den praktiske utføringa av studiet. Kapittel fire inneholder områdebeskrivelsene, greier ut om flomtyper og historiske flomhendelser i Gudbrandsdalen.

Kapittel fem belyser relevant og aktuell teori på fagfeltet, fra internasjonal og nasjonal forskning. Kapittel seks gjør rede for dataene som er samlet inn og presenterer disse med kart, illustrasjoner og tekst. Diskusjonen og påfølgende avslutning og konklusjon finnes i kapittel sju og åtte.

2 Bakgrunn

2.1 Studieområdet

Studieområdet er de bratte masseførende sideelvene i Gudbrandsdalen, her spesielt elvene Finna i Vågå kommune og Frya i Sør-Fron og Ringebu kommuner, og elveslettene i Midt-Gudbrandsdalen, spesielt elvesletta ved Losnas nord-ende, fra Frya til Fåvang i Ringebu kommune.

Også Veikleåa i Kvam, Nord-Fron kommune, er interessant, da et stort infrastrukturbasert tiltak med to store fangdammer for løsmasser, nettopp er ferdigstilt der.



Figur 1: Oversiktskart over studieområdet. Midt-Gudbrandsdal og Vågå. Kilde: Kartverket og NVE Atlas

I lys av klimaendringer, vil det trolig bli høyere temperaturer, mer nedbør, og sannsynligvis også hyppigere flom. Regnflomfare er særlig aktuelt framover etter styrtregneepisoder på Østlandet. Med mindre snø, vil det derimot bli mindre vårflommer. Men det kan bli flere vinter og høstflommer, der regn kombinert med snøsmelting kan gi en ny type flom samfunnet har liten erfaring med (IPCC, 2014; Næss *et al.*, 2005).

2.2 Enkel begrepsavklaring

For å kunne undersøke og diskutere dette må først den mest grunnleggende begrepsbruken avklares. Hva er flomforvaltning? Hva er naturbaserte metoder?

I internasjonal litteratur brukes ulike begreper, men begrepet *nature-based solutions* går igjen i mye av litteraturen (forkortes ofte NbS eller NBS). På norsk kan dette oversettes med *naturbaserte løsninger*. Naturbaserte løsninger skiller seg fra tradisjonelle infrastrukturbaserte løsninger, ved å ta opp i seg naturens metoder og naturlige prosesser i vassdraget. Heller enn å forsøke å styre flommen og dermed naturen via bygd infrastruktur, tar slike løsninger sikte på å utnytte enkle, men likefullt effektive tiltak for å gi lavere risiko.

Flomforvaltning er et relativt nytt begrep, men dekker godt hva det er snakk om, å forvalte flommen, før, under og etter hendelsen. På engelsk er begrepet *flood-risk management* hyppig brukt. Det er noe mer snevert, men tar opp i seg en helhetstankegang som bryter den klassiske infrastrukturbaserte tilnærmingen til flomområdet.

Andre steder omtales mange av de samme metodene som *holistic thinking*, en helhetstankegang, der hele vassdraget og nedbørsfeltet sees under ett, fra fjellområdene til elvenes utløp i havet eller i innsjøen.

Tradisjonelt har flomområdet vært gjenstand for en sikring mot flom-tankegang. Man var selvsagt klar over at skadeflommene kom igjen med ujevne mellomrom, men tanken var at man kunne unngå farene ved å bygge flomverk, eller endre selve elveløpet. Flomverk var enten flomvoller og damkonstruksjoner, og elvene ble utsatt for kanalisering og ut-retting. Tanken var å holde vannet innenfor elveløpet, og ute fra områder der vannet var uønsket, slik som jordbruksarealer, bebyggelse, veier, jernbane osv. Disse tiltakene ble utformet og oppført som infrastruktur i solide materialer som betong, stein og forsterka jordvoller. De ble også kalt grå løsninger eller ingeniørbaserte løsninger. I teksten heretter kalles slike løsninger hovedsakelig for infrastrukturbaserte løsninger, forkorta ISbL.

(Andersen, 1996; Ruangpan *et al.*, 2020; Vojinovic, 2015)

2.3 Grunnleggende premisser for flomforvaltningen

Flomforvaltningen har flere grunnleggende premisser som ligger i bunnen. Disse handler om samfunnets behov for å sette visse verdier og prioriteringer foran andre behov og ønsker.

Disse premissene sier noe om hvilket samfunn vi vil ha. Hva er de verdiene som skal prioriteres i møte med naturfare som flom og skred?

2.3.1 *Premiss 1 – liv og helse kommer alltid først*

Valg av metode og tiltak må prioritere liv og helse. Uten å være sikker på at liv og helse kan beskyttes opp til lovfesta nivå, kan det offentlige ikke velge å utføre tiltaket. Kvantifiserbarhet er et nøkkelbegrep her. Det må finnes en begrunnelse for nettopp hvorfor dette tiltaket velges, og det må kunne dokumenteres basert på vitenskapelige metoder.

2.3.2 *Premiss 2 – elveviftenes bosetting og infrastruktur må beskyttes*

Uansett hva man gjør, så kan heller ikke eksisterende bosetting og kritisk infrastruktur (vei, bane, VA, el-nett mv.) på elveviftene ofres. Husene er satt opp i tråd med til enhver tid gjeldende reguleringsplan og lovverk, og kan ikke fjernes i ettertid uten store økonomiske og menneskelige kostnader.

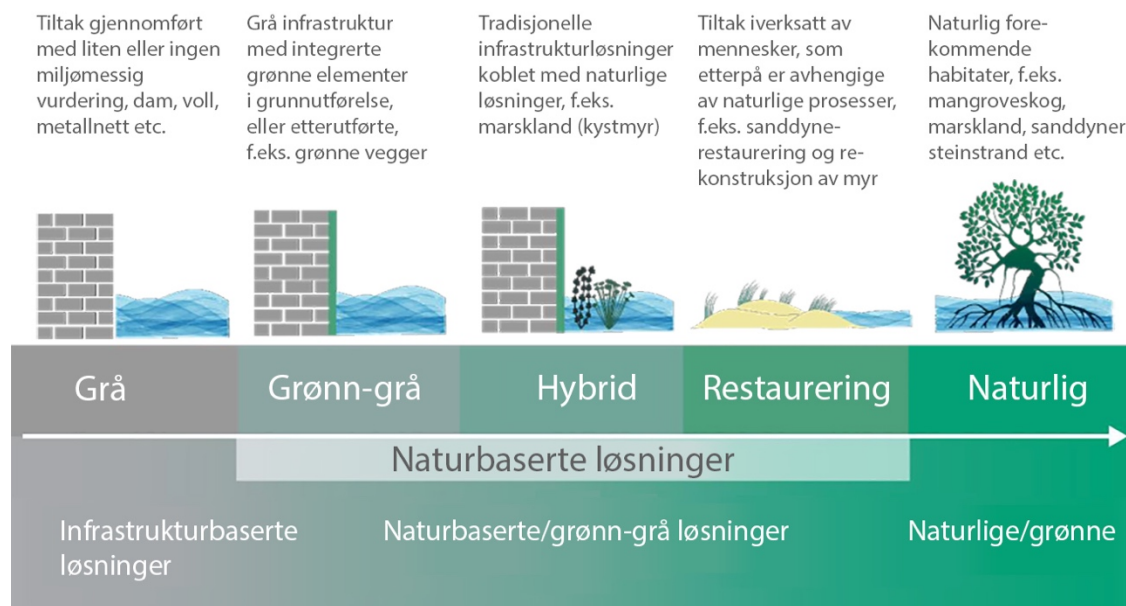
Men i noen tilfeller kan det være best for alle at noen må flytte. I så fall kan ikke beboerne bli sittende igjen som taperne. Dette medfører at noen må kompensere de som bor i området, enten ved å kjøpe ut boligene til takst, eller ved å rett og slett bygge nye boliger til de som må flytte. Dette er ikke lett å få til før hendelser skjer, men etter hendelser kan det være aktuelt at forsikringsselskaper og myndigheter dekker slike kostnader via frivillig utkjøp eller i ytterste konsekvens ekspropriasjon som følge av en reguleringsplan og/eller vedtatt bygge- og deleforbud hjemlet i Plan- og bygningsloven (PBL). Slike saker er alltid vanskelige, og det kan ikke forventes at lokale myndigheter går til slike skritt om det ikke er oppstått en meget alvorlig situasjon. Staten har imidlertid mulighet til å vedta statlige areal- og reguleringsplaner med slike forbud om sterke samfunnsmessige hensyn tilsier det.

(Miljøverndepartementet, 2012-2013; Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2009)

2.4 *Hva er naturbaserte løsninger?*

Naturbaserte løsninger (NbL), handler enkelt sagt om å se på hvordan naturen selv håndterer ulike situasjoner i områder der menneskene ikke griper inn, eller har bygd infrastruktur eller bygninger. Typisk finner vi slike omgivelser i fjellregionene, eller i lavt befolka områder. Slike områder finnes i nord-områdene i Europa, lenger sør i ørken- og tropiske områder. Ved å etterligne eller legge seg opptil naturens prosesser og metoder kan samfunnet løse flom- og skredproblemstillinger som alltid finnes i vassdrag og bratte områder. De naturbaserte løsningene ligger mellom to ytterpunkter; ren uberørt natur der mennesket ikke

har satt merkbare spor etter seg, og på den andre siden, områder der mennesket har erstattet natur med bygd infrastruktur.



Figur 2: The grey-green continuum. Modifisert etter Phusicos/IIASA (Martin et al., 2019)

Illustrasjonene; mur, bølger, planter, sanddyner og mangroveskog er CC-lisensiert fra *The Noun project*

Figuren over viser NbL på et kontinuum mellom kunstig, grå, og naturlig. Grå brukes gjerne om løsninger i stein og betong, det viser til fargen på materialene som er brukt. NbL er altså *ikke* helt naturlige løsninger, slik som naturen selv ville løst problemet, men noe midt imellom, og ideelt sett tett opp til naturlig i figur 1.

NbL kan også være veien mot restaurering av natur, der alle menneskebygde innretninger fjernes, elveløp, flommark, våtområder og buffersoner tilbakeføres til en tilstand der naturen selv vil fjerne de siste rester av menneskelig påvirkning. Om man ser NbL som en prosess som følger pila mot høyre i figur 1, er det mulig å se for seg dette som en måte å la naturen ta vassdragene tilbake fra det menneskelige domenet.

De færreste ser dette som målet med NbL, det er snarere en metode for å kombinere tiltak fra det grå og det blå-grønne tiltaksområdet, for å oppnå bedre effekt enn kun infrastrukturbaserte tiltak (Cohen-Shacham et al., 2019; Magnussen et al., 2017).

En annen viktig del av en NbL-tankegang er å bruke tiltak som gir tilleggseffekter, eller co-benefits. Jeg skal ikke gå inn på en detaljert forklaring av dette i denne delen, men kort fortalt handler det om å velge tiltak som gir både naturen og samfunnet noe mer tilbake enn bare redusert risiko for flom, reduksjon av direkte skade på liv og helse, og færre materielle skader.

Ved en kvantifisering av verdien av disse tilleggseffektene, mener flere, deriblant EU, at slike tiltak vil lønne seg over grå, infrastrukturbaserte løsninger (European commission, 2015).

2.5 Hva er infrastrukturbaserte løsninger?

Dette er de tradisjonelle løsningene som vært brukt siden industrialismens tidlige tider i Europa og Nord-Amerika. Industrialiseringa ga samfunnet både teknologi og kunnskap som kunne brukes til å modifisere vassdragene i mye større grad enn tidligere tider. Oppfinnelser som dynamitten og industriproduksjon av redskaper og materialer som armeringsjern og sement, gjorde at sprengstein og betong kunne brukes effektivt som elementer i rigide konstruksjoner i vassdragene våre. Derfor går disse løsningene under navn som grå, infrastrukturbaserte, eller ingeniørbaserte løsninger.

Med teknologien på plass, og i neste omgang et behov for å utføre tiltak i vassdragene, for å sikre jordbruksarealer mot flom, modifisere vassdrag for ferdsel, skaffe vann til urbane områder og matdyrking, og i Norge ikke minst hydroelektrisk kraftproduksjon, er det ikke rart at de grå løsningene fikk stort gjennomslag.

Hele elvesystemer som Rhinen i Tyskland, Mississippi i USA og Glomma i Norge, ble tungt modifisert av grå løsninger. For mange formål var dette vellykka tiltak som ga store positive samfunnseffekter, men også hadde en negativ side i form av negativ påvirkning på miljø, og voldsomme flomskader når flommene ble store nok til å gå over de fysiske barrierene som var bygd. I verste fall sviktet flomvernet fullstendig, og bidro til enda større skader enn uten disse tiltakene, som dikebruddet i New Orleans under orkanen Katarina i 2005.

(Andersen, 1996; Roald, 2013; Robinson og Ward, 2017; Serra-Llobet *et al.*, 2018)

3 Metodekapittelet

Metoden er et slags kart over veien til målet. Det beskriver ikke hva du kan finne på veien, men hvilke veivalg som tas, og konsekvensen av disse valgene for veien videre.

3.1 Innledning

Geografifaget er mangfoldig, det er også et mangfold av metodiske tilnærminger i faget. Gjennom tidene har disse metodene naturligvis endret seg, i takt med at faget også har endra seg. I forskning der ikke et bestemt kvantitativt instrument velges som metode, er ofte forskeren selve instrumentet, og det øker troverdigheten å inngående beskrive forskningsprosessen. (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016). Derfor vil jeg under detaljert beskrive mine metodiske valg og prosesser.

3.1.1 Mange metoder – mange svar?

Forskning er basert på en eller flere metoder, for å finne eller produsere data og deretter bruke disse dataene til å besvare forskningsspørsmålene og problemstillingen. Tradisjonelt har man valgt en av to metoder, enten kvantitative, eller kvalitative.

Flomforvaltning er et område som inneholder mange forskjellige prosesser. Det omfatter prosesser som for det meste foregår uten menneskets påvirkning, slik som nedbør, naturlig avrenning og flommen selv. Det inneholder også prosesser som i høyeste grad både er skapt og styrt av mennesket selv, som kommer av endring av vassdragets fysiske karakter ved forbygninger, kanalisering, dammer, arealbruksendringer osv. Disse inngrepene i vassdragene har selvsagt konsekvenser, både ønskede og uønskede, og virker sammen med de naturlige prosessene. De kan forsterke, eller dempe flommen, men virker ulikt i hvert vassdrag, og ulikt på ulike typer flommer.

Det er derfor vanskelig å undersøke flomforvaltningen uten å ta begge disse to områdene med i forskningsopplegget mitt.

Derfor har jeg valgt å utføre en undersøkelse som bruker flere ulike metoder. En slik tilnærming utføres på flere ulike sett, men i de fleste tilfeller brukes både kvalitative og kvantitative metoder, enten i serie, eller parallelt. Denne tilnærmingen til metode er ikke alltid den enkleste og mest effektive, men den kan gi andre svar enn undersøkelser som kun benytter en metode. På flere fagfelt er en slik ny fler-modal metodikk jevnlig brukt, mens på andre fagfelt er den sjeldnere brukt. På norsk er begreper som *pragmatisme* (Rød, 2009) og *triangulering* (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016) brukt, mens internasjonal litteratur

og moderne samfunnsfaglig metodeforskning bruker begrepet *mixed-methods research*, slik som i Creswell og Plano Clark (2018).

Disse tre begrepene henger sammen, og i et teoretisk hierarki kan man si at pragmatismen ligger i bunnen, så kommer triangulering som en betegnelse på en metodikk der flere metoder anvendes, mens *mixed-methods research* kommer fra moderne samfunnsvitenskap og helseforskning (Creswell og Plano Clark, 2018).

3.2 Vitenskapsteoretiske betraktninger

Før jeg går inn på beskrivelsen og forklaringen av min metodiske tilnærming, skal jeg forsøke å plassere den valgte metodikken i en teoretisk kontekst der både generell vitenskapsteori og ikke minst geografifagets teoriutvikling belyses.

Geografifaget har vært gjennom en utvikling de siste hundre år, liksom de aller fleste akademiske fag. Tim Cresswell (2013) beskriver denne utviklingen, en utvikling av faget basert på forskjellige teoretiske perspektiver:

Den moderne geografien gikk fra retninger som geomorfologi, der selve jordsmonnet og klimaet kunne forklare det meste, via regionalgeografiens beskrivende og kartleggende prosedyrer; til retninger der mennesket igjen ble satt i sentrum, som i humanistiske-, marxistiske- og feministiske teorier.

Parallelt med disse mer samfunnsfaglig orienterte retningene, ble også deler av geografifaget preget av den kvantitative revolusjonen, der positivismens ideer om at data skulle være observerbare og kvantifiserbare for å ha gyldighet. Denne retningen, *spatial science*, fikk fotfeste i viktige geografimiljøer i midten av forrige århundre, og nådde sin popularitetstopp på 1960- og 1970-talet.

Dette gjorde at geografien nærmest delte seg i to helt ulike grener, natur- og samfunnsgeografi. En slik todeling, eller splittelse av faget, gjorde at nye teorier for geografisk metode ble utviklet, som aktør-nettverk-teori (ANT) og hybrid geografi. Disse retningene forsøker igjen å forene fagets to retninger og vise at natur og kultur er likeverdige deler av geografiens og vitenskapens verden.

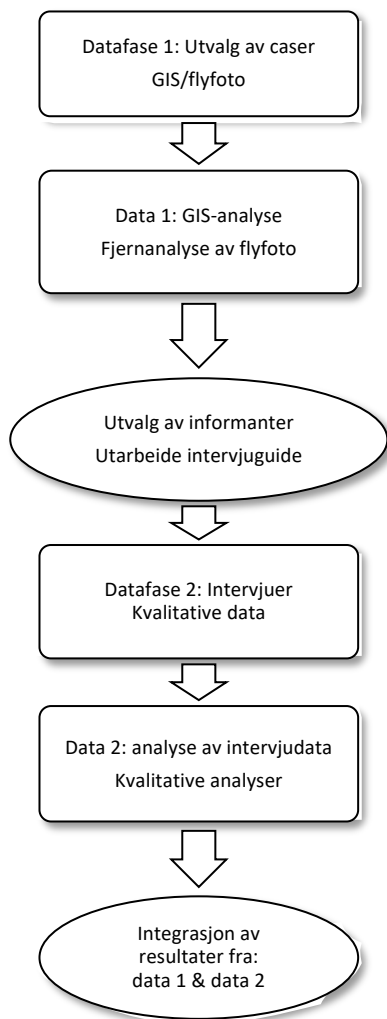
Mens geografene slet med å bli mer forente igjen, gjorde data-assisterte kartsystemer sitt inntog. Med digitale sensorer, kraftigere datamaskiner og ny programvare, ble de geografiske informasjons-systemene (GIS) født. Dette gjorde sitt at geografien utviklet seg videre fra

tidligere romlige teorier som spatial science, og videre til en ny romlig forståelse basert på digitale verktøy. GIS er ikke bare et hjelpemiddel for geografen, det blir et eget fagområde, der også ingeniører, hydrologer, sosiologer, økonomer osv. tar i bruk de romlige verktøyene som GIS tilbyr, for å skaffe romlige data som kan brukes i nær sagt alle disipliner (Cresswell, 2013).

Selv om GIS kan sees på som en kvantitativ metode, og dermed en del av positivismen, er det ikke rendyrket objektiv vitenskap der målet er å opprette lovmessige sammenhenger uten at forskeren kan påvirke resultatet. Rød (2009, s. 13-14) mener heller at GIS er en mer problemløsende vitenskap, der utgangspunktet er et problem, og forskeren skal løse dette problemet med sine instrumenter, herunder GIS. En slik tilnærming kan kalles pragmatisk, og i pragmatismen er ikke forskeren objektiv og verdinøytral, men søker å finne praktiske løsninger på et gitt problem.

Pragmatikeren vil søke de metoder som kan gi gode svar på problemstillingene uavhengig om det er kvantitative eller kvalitative metoder. I denne oppgaven vil jeg forsøke å anvende en modell for metode som er basert på en pragmatisk tankegang, som tar utgangspunkt i en triangulerende metodikk eller en mixed-methods research-tankegang.

3.3 Metodisk modell



Figur 3: Visuell modell for mitt sekvensielle forskningsdesign.

Jeg har valgt en fremgangsmetode basert på forklarende sekvensiell blandet metode, *explanatory sequential mixed-methods research design* som beskrevet av Creswell og Plano Clark (2018, s. 85).

Utgangspunktet for den opprinnelige modellen er at den første fasen er en ren kvantitativ fase, der en surveybasert spørreundersøkelse finner sted. Denne analyseres og resultatene brukes i utformingen av intervjuguide og utvalgskriterier for informanter i neste fase. Deretter går undersøkelsen videre til fase to, der det foretas en utvelgelse av intervjuobjekter basert på deltagerbasen i fase en etter gitte kriterier.

Til slutt integreres resultatene fra fase en og fase to, som i teorien skal gi flere og bedre svar på problemstillingen, enn to enkeltvis undersøkelser.

Siden jeg vil bruke andre kvantitative datakilder enn spørreundersøkelser i datafase 1, følger jeg ikke modellen slavisk, men tilpasser den til min studie. I neste avsnitt vil jeg forklare hvor jeg har adaptert modellen, og hvilke datatyper jeg har anvendt i de to fasene, og hvorfor jeg har valgt en slik trinnvis to-fase

modell, istedenfor å kun anvende en datatype.

Jeg følger ikke Creswell og Plano Clark sin modell slavisk, og jeg har tatt opp elementer fra en annen sekvensiell modell som de presenterer i samme verk (Creswell og Plano Clark, 2018), *the exploratory sequential design*, der koblingen mellom de to fasene forsøker å utforske forskningsområdet, i like stor grad som å forklare resultatene i fase en via fase to.

3.4 Adaptasjon av metodisk modell til min studie

Siden Creswell og Plano Clark (2018) sin modell bruker rene kvantitative data i første fase, med statistiske tall-verdier som output etter spørreundersøkelsen, bruker jeg andre data i første fase.

Jeg kunne selvsagt designet en spørreundersøkelse og brukt denne på et utvalg informanter som kunne svart på relevante spørsmål om geografiske forhold rundt flomproblematikken og flomforvaltningsområdet, men da hadde jeg ikke fått de romlige, topografiske dataene jeg ønsket for å belyse og utforske problemstillingen. Undersøkelsen hadde blitt en ren samfunnsgeografisk studie, der viktige områder på det fysiske planet kanskje ikke hadde blitt med.

Mitt utgangspunkt for dette prosjektet var å se på flommen som problematikk, fenomen og ikke minst hva slags løsninger en fremtidig flomforvaltning skal bruke. Det var derfor viktig å samle ulike datatyper som kunne gi et bredt datagrunnlag, men selvsagt ikke så bredt at det blir helt flytende og umulig å tyde og analysere senere. Et begrensende utvalg av data måtte velges.

For å starte prosessen med datainnsamling foretok jeg flere befaringer i Midt-Gudbrandsdalen, i Fronskommunene, og i Ringebu. På dette stadiet hadde jeg ingen klar metodikk, men tok bilder og noterte ned tanker og inntrykk jeg satt igjen med etter befaringene. Jeg så raskt at det er kompliserte sammenhenger og veldig mange ulike faktorer å ta hensyn til når jeg skulle starte å samle inn data.

Etter befaringene bestemte jeg meg for å velge meg ut et større studieområde, og innenfor dette området velge meg ut caser som representerte noen av de ulike typene elver og geografiske områder som jeg ville undersøke videre. Svært forenkla så var det to typer case som var interessante; bratte sideelver og hovedelva i dalbunnen. Hovedelva er Gudbrandsdalslågen, ofte er navnet forkorta til Lågen. Den er den nord-vestlige armen av Lågen-Vorma-Glomma vassdraget, Norges største vassdragssystem. Sideelvene er tallrike, og en utvelgelsesprosess måtte designes for å finne aktuelle caser. Men hva skulle jeg bruke som datagrunnlag for videre undersøkelser?

For å unngå at denne studien kun skulle bli en regionalgeografisk casestudie av en eller flere sideelver og Lågen, der en altomfattende og uttømmende beskrivende metode blir anvendt for å forklare hvordan geografien er, hvordan det har blitt sånn og hvordan det var bakover i tid, måtte det til konkrete datatyper som kunne analyseres videre til noen håndterbare resultater. Disse kunne igjen brukes til å gå over i fase 2, der intervjuene skulle finne sted.

3.4.1 Datatyper i fase 1

Istedenfor å bevege meg på bakkeplan og samle en rekke beskrivende data via en klassisk case-metodikk (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016), valgte jeg å benytte kart og flyfoto i første datainnsamlingsfase. Dagens GIS-systemer gir en enorm mengde informasjon, og er tilgjengelig åpent på internett. Kun de mest detaljerte kartene, detaljert matrikkel-informasjon og visse sensitive og samfunnskritiske data krever autorisert tilgang.

Flyfoto, eller mer korrekt benevnt, ortofoto, ligger også åpent tilgjengelig, disse dataene finnes også i tidsserier, dvs. det er mulig å gå tilbake til eldre datasett, der dette finnes for valgt område. Dette gir en unik mulighet til å sammenligne data ikke bare i rom, men også i tid.

Datatypene det er snakk om er geografiske data, som inneholder både en kvantitativ, og en kvalitativ del. Rød (2009) beskriver geografiske data som bestående av to deler, romlige data som posisjoner, linjer, flater og punkter. Tilknyttet disse romlige dataene finner vi egenskapsdata, som kan være forskjellige målenivåer. Det laveste nivået kalles nominalnivå, og regnes som kvalitative data. Eksempler på slike data er arealtype, som f.eks. kan være skog, innmarksbeite, myr, fulldyrka jord. Disse dataene er ikke rangerbare, men delt i klasser. De neste målenivåene er ordinal-, forhold- og intervallnivå. Disse regnes som kvantitative data. Et eksempel på slike data er høydedata, som ligger på intervall-nivå.

Dagens GIS-systemer gir mulighet til å vise en rekke ulike kartlag, og lagene kan inneholde data på ulike nivåer. Med andre ord inneholder digitale kart både kvantitative data og kvalitative data samtidig, og i visse tilfeller i samme kartlag. I en geografisk metodetenking utgjør denne blandingen av datatyper og ulike målenivåer det som kalles kartografi (Rød, 2009).

I tillegg til kartografiske data, anvendes ortofoto som datagrunnlag. Ortofoto er digitalt bearbeida flyfoto, der avstander og vinkler er justert slik at bildene skal stemme overens med de reelle forholdene, eller sagt på en annen måte, ha samme målestokk i hele bildet. Ortofoto har den fordelen at de er tatt på et bestemt tidspunkt, eller rettere sagt i et visst tidsrom, da ortofoto settes sammen av en rekke fotografier som tas i serie fra et fly som flyr over området i et fast mønster.

Dette gjør at vi kan sammenligne et gitt geografisk område fra en dato til en annen dato.

Ortofoto har også en svært høy oppløsning, som gjør at det er mulig å observere detaljer som et kart aldri kan framvise. På en måte kan man si at ortofoto er et hakk nærmere virkeligheten enn kartet er. Dagens ortofoto er i farger, som gjør det lett å skille arealtyper fra hverandre

med det blotte øyet. Ulempen med denne datatypen er at den ikke har direkte kvantitative data i seg, et slik bilde inneholder ingen kvantifiserbare verdier eller kategorier. Flyfoto/ortofoto må analyseres, og tillegges egenskaper og verdier for å være brukbare som data. Denne prosessen, eller metoden, kalles *fjernanalyse* (Rød, 2009).

Oppsummert inneholder fase 1 data fra kartografiske metoder og fjernanalyse, som igjen inneholder både kvantitative og kvalitative data.

Det ligger betydelige utfordringer i å bruke slike sammensatte data, men i en pragmatisk tilnærming til fagfeltet, er dette også en fordel, da det gir en fleksibilitet i forhold til hva som skal analyseres og brukes videre i resultatdelen.

3.4.2 Datatyper i fase 2

I denne fasen av undersøkelsen var det intervjuer av personer på fagfeltet som skulle utføres. Dette er en typisk kvalitativ undersøkelse, som er veldig vanlig å bruke i samfunnsvitenskapelige sammenhenger. Også i samfunnsgeografien er dette en mye brukt metode. Dataene som kommer ut av denne undersøkelsesfasen består i første omgang av lydfiler fra intervjuesjonene. Det ble også tatt notater under intervjuene, og disse notatene inneholder supplerende data, også av kvalitativ karakter.

For å kunne arbeide videre med intervjudataene, ble disse transkribert så raskt som mulig etter at intervjuene hadde funnet sted. Det ble valgt å foreta fullstendige transkriberinger, ord for ord. Språket ble normalisert til bokmål, men så langt det var mulig ble ordene beholdt slik som de var sagt under intervjuet. Også pauser og lydord ble i noen grad tatt med, for å bevare stemningen fra intervjusituasjonene. Som oftest er det bedre å ta med for detaljert informasjon om pauser, innskutte ord og bisetninger, lydord og latter, enn for lite. Samtidig må tekstene være lesbare, og ikke bli for muntlig og lydnære, da blir analysedelen svært krevende.

Et alvorlig tap av data og informasjon, er at alt det visuelle vil forsvinne når man ikke gjør videoopptak i tillegg. Slike visuelle ledetråder og cues, slik som ansiktsuttrykk, fakter, håndbevegelser og andre former for kroppsspråk kan aldri et lydopptak formidle.

Men så lenge transkriberinger foregår av samme person som den som intervjuer, vil dette til en viss grad kompenseres ved at når forskeren leser gjennom tekstene, vil man ganske raskt huske tilbake til situasjonen, og se for seg noe av det kroppsspråket og den stemningen som hørte til den bestemte situasjonen.

Slik sett er det en stor fordel at forskeren transkriberer sine egne intervjuer, og det var også det naturlige valget for meg (Creswell og Plano Clark, 2018; Nilssen, 2012; Tjora, 2017).

Oppsummert så består data fra fase 2 intervjudata i form av transkriberte tekster og notater fra intervjuene. Slike data er i liten grad kontroversielle i en samfunnsvitenskapelig sammenheng, og kan brukes direkte inn i en kvalitativ analyse, og derfra til resultatdelen.

3.5 Praktisk gjennomføring av datainnsamling

Etter at den metodiske modellen var utviklet og datatypene for de to ulike fasene bestemt, var det på tide å gjennomføre den praktiske undersøkelsen. Tidsrommet undersøkelsene har vært utført i tilsvarer ca. et halvt år tilsammen, men strekt ut over noe lenger tid.

Undersøkelsene har vært oppdelt i tre faser, med en forberedende fase, og to hovedfaser, datafase 1 og datafase 2. Det har vært en viss overlapp mellom de to hovedfasene, der overgangen fra datainnsamling med kartografi og fjernanalyse fortsatte mens jeg ferdigstilte intervjuene og transkriberingen.

Den forberedende fasen produserte ikke data som direkte brukes i studien, men var verdifull for å kartlegge hvilke områder og lokasjoner i studieområdet som var interessante å undersøke videre. Jeg reiste rundt med bil, fotograferte og noterte underveis. Det ble ikke gjort noen full kartlegging av vassdrag og nedbørsfelt, men informasjonen ga meg et overblikk over området, og ikke minst ble jeg fort klar over kompleksiteten og det enorme antallet elver og bekker av ulik lengde, vannføring og fall som finnes i området. Det ble fort klart at det måtte foretas en form for utvalg, da en full kartlegging og analyse av alle de ulike elvene og bekkene ville bli en helt umulig oppgave, da måtte andre ressurser og metoder til. Det var heller ikke hensiktsmessig å gjøre en slik kartlegging for å besvare problemstillingen, det ble vurdert at det var bedre å gå til noen utvalgte elver og nedbørsfelt for å se hvilke forutsetninger og lokale faktorer som spilte inn der.

Jeg var nå over i en utvalgsfase, der studien måtte finne noen analyseenheter. I metode-litteraturen slik som i Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016) kalles ofte en slik tilnærming for en casestudie, og når flere enheter velges, en flercase-studie. Casene måtte velges ut fra noen gitte kriterier, og disse kriteriene måtte være av en slik karakter at de gjorde casene relevante for å prøve å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene.

3.5.1 Datainnsamling og analyse fase 1

Som modellen i figur 1 viser, så er det her utvalgsdelen av undersøkelsen starter. Ved først å velge caser, eller analyseenheter, og deretter kan datainnsamlingen starte.

Målet var å finne aktuelle sideelver og de elveslettene i Lågen som var relevant å gå videre med. Området ble utvidet noe, fra bare Midt-Gudbrandsdal, til Gudbrandsdalen opp til Lesja. Utvalget ble gjort etter noen gitte kriterier som det gjøres rede for i resultat-kapittelet.

De tre utvalgte sideelvene blir casene for sideelv i analyse-enheten Data 1. Analysene av disse casene tar utgangspunkt i problemstillingen, og skal forsøke å svare på forskningsspørsmålene via kartografi og fjernanalyse.

Etterpå ble en tilsvarende utvalgsprosess gjennomført for elveslettene, og her ble tre elvesletter valgt til å representere casene for elveslette i analyse-enheten Data 1.

Utvelgelsene av caser til analyse-enheten Data 1 er da komplett, med tre sideelver og tre elvesletter, som blir med videre til analysedelen av fase 1. Interessant og kanskje ikke tilfeldig er Frya med som case, både som elv og som elveslette.

Videre resultater av kartografiske analyser og fjernanalyser av hver enkelt case er inngående presentert i resultat-kapittelet.

3.5.2 Overgang til intervjufasen

Etter den første fasen med kartografi og fjernanalyse var det nå den kvalitative delen som stod for tur. Analysen hadde gitt flere viktige svar på det topografiske og naturgeografiske området, men den ga få eller ingen svar på hva forvaltningen selv stod for, hva mente de som jobbet i forvaltningen, og hvilke lover, regler og retningslinjer fulgte de når de jobbet med områdene flom, flomsikring og flomforvaltning?

Det var nå på tide å gjennomføre intervjuer med et utvalg av de som jobbet med disse temaene i forvaltningen og tilknyttede organer.

Utvalgsprosessen startet med en telefonsamtale til det som da het Oppland fylkeskommune (fra 1.1.2020 slått sammen med Hedmark fylkeskommune til Innlandet fylkeskommune). Fylkeskommunen var involvert i et større EU-prosjekt, Phusicos (Phusicos project, 2020) og jobbet samtidig med Lågenplanen - Regional plan for Gudbrandsdalslågen med sidevassdrag (Oppland fylkeskommune, 2018). Denne samtalen satte meg i kontakt med de som jobbet med Phusicos-prosjektet, og via disse fikk jeg også kontakt med NGI – Norges geotekniske institutt, som også har en sentral rolle i dette prosjektet.

Jeg hadde nå kontakt med to aktuelle informantkategorier, på det regionale forvaltningsnivået, og på forsker/rådgivningsnivået. Jeg kunne nå benytte meg av en snøball-metode for å rekruttere flere informanter, men følte at jeg ikke fikk den kontrollen over informantkategoriene som jeg var ute etter ved en slik metode. Et utvalg basert på en strategisk og hensiktsmessig styrt metode ble dermed valgt, for å sikre at jeg fikk tak i informanter som kunne gi meg innsyn i hvordan forvaltningen fungerte og hvordan de som jobbet på de ulike nivåene tenkte og handlet. Siden jeg nå hadde informanter på regionalt og forskerhold, ble det avgjort å velge to typer informanter til, en type på lokalt kommunalt nivå, og en type på statlig nivå (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016; Miles, Huberman og Saldana, 2013).

På det statlige forvaltningsnivået var det nærliggende å kontakte den statlige aktøren som befatter seg mest med området til daglig, NVE – Norges vassdrags og energidirektorat. Jeg ringte flomhistoriker Lars A. Roald¹ hos NVE sentralt, og fikk et navn hos NVE region øst, som har ansvar for Østlandet og derunder Gudbrandsdalen.

Siden Ringebu kommune inneholdt fire av de seks casene som var behandlet i datafase 1, var det naturlig å bruke de som informanter. Jeg kontaktet Ringebu kommune direkte og fikk fort kontakt med en person som bistod med videre intern rekruttering av informanter i Ringebu kommune.

Nå som kontakten med alle de tre forvaltningsnivåene var etablert, og i tillegg med forskere hos NGI som var involvert i et Phusicos-prosjektet, var det bare å gå videre med å rekruttere informantene som skulle intervjues. Jeg møtte stor velvilje hos alle de fire partene, og de bistod meg med å plukke ut informanter de trodde kunne bidra med verdifulle data.

Etter en utvalgsprosess basert på strategisk metode og taktisk gjennomføring av denne for å sikre en god nok spredning av kjønn, funksjon og kategorien arbeidssted.

Utvalget bestod til slutt av ni personer, fem kvinner og fire menn. Det var to fylkeskommunalt ansatte, tre ansatte i NGI, to ansatte i NVE og to lokalt kommunalt ansatte. For en fullstendig liste over informanter, se vedlegg 1.

Etter at utvalget var gjort, og intervjuene avtalt, var det nå ferdigstilling av intervjuguiden som stod for tur. En intervjuguide må være gjennomarbeidet og godt satt opp, slik at intervjuene gir så relevante data som mulig.

¹ Lars A. Roald er en av Norges mest kjente flomhistorikere. Han er nå arbeidende pensjonist hos NVE, og har gitt ut flere bøker og rapporter om flom. I denne oppgaven er to av hans skriftlige arbeider brukt: Roald, L. A. (2013) *Flom i Norge*. Vestfossen: Forlaget Tom & Tom og NVE, Roald, L. A. (2015) *Rapport nr. 21-2015. Flommen på Østlandet i mai 2013*. Oslo: NVE.

For å skaffe et så rikt materiale som mulig, uten at intervjuene skulle bli helt ustrukturerte og flytende, valgte jeg en semi-strukturert type intervjuguide (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016). Denne ble delt i tre deler, en innledende del med spørsmål om hva informantene jobbet med og hvor, og hvilken faglig bakgrunn de hadde. Hoveddelen bestod av de flom- og forvaltningsmessige spørsmålene og temaene, mens den avsluttende delen bestod av en fri sekvens og til slutt informasjon om studiens videre gang samt avtakking av informantene.

For å følge opp en mixed-methods design, var det viktig at intervjuene i den kvalitative fasen tok opp i seg data og resultater fra den første primært kvantitative fasen. Denne fasen hadde kartlagt og analysert de tre valgte sideelvene, og det var mange geografiske og samfunnsmessige likhetstrekk i casene, men også store forskjeller. I det store og det hele hadde datafase 1 skaffet meg mye informasjon om *hvordan* situasjonen var, svart på mange naturgeografiske spørsmål, gitt meg innsikt i endel rotårsaker til skadeflommer, og gitt meg innsikt i hvilke metoder som var anvendt for å forebygge nye skadeflommer. Men fasen hadde ikke svart fullt ut på problemstillingen og forskningsspørsmålene, og det var derfor på tide å undersøke *hvorfor* situasjonen var som den var, og *hva* som kunne gjøres for å endre flomforvaltningen, og om det i det hele tatt var ønskelig å endre den, eller om det var et behov for endring. Intervjuguiden prøvde å reflektere dette ved å ta opp i seg data fra første fase av undersøkelsen.

Intervjuguiden i sin helhet ligger som vedlegg 2.

3.5.3 Datainnsamling og analyse fase 2

Med både intervjuguide og et utvalg av informanter, var det bare å sette i gang intervjuene. Det ble planlagt å gjennomføre intervjuene i januar og februar. Kontakt med de fire partene var allerede opprettet, nå var det bare å planlegge datoer og tidspunkter.

Etter en telefonsamtale med NGI, oppstod ideen med å samle informantene hos NGI og den ferske Innlandet fylkeskommune til et gruppeintervju, eller det Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016) kaller en minigruppe, der tre til fem deltagere deltar. Det er en rekke fordeler med en slik liten gruppe, kontra større grupper med seks deltagere og oppover: Det er lettere for deltagerne å ta ordet i en liten gruppe, det er lettere å diskutere kompliserte temaer i en mindre gruppe, og i en slik gruppe blir hver enkelt ekspert på sitt område, og kan bidra med verdifull og detaljert informasjon (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 113-114).

NVE region øst ville stille med to personer i intervju, og tidspunkt og sted ble avtalt pr. epost. Også Ringeby kommune ville stille med to personer, også her avtalte vi tidspunkt og sted pr. epost. Det var nå satt opp tre tidspunkter, med først en minigruppesamtale med fem informanter fra NGI og Innlandet fylkeskommune på fylkeshuset på Lillehammer, så et intervju med begge informantene fra NVE på et lånt møterom på Lillehammer. Det siste intervjuet med de to informantene fra Ringeby kommune ble satt opp på rådhuset i Ringeby. Forberedelse ellers til intervjuene bestod i å finpusse intervjuguiden og teste opptaksutstyret. Opptakene skulle foregå med innebygd lydopptaker-app på mobiltelefon. Jeg hadde brukt dette før, og visste det fungerte bra. Testing av utstyret ga meg en ekstra sikkerhet for at jeg ikke skulle få tekniske problemer underveis. Det var viktig å plassere telefonen midt imellom deltagerne i intervjuet, og sørge for at batteriet hadde nok strøm, samt at det var nok ledig plass på telefonen til å lagre hele opptaket uten problemer.

De tre intervjuene ble gjennomført på de planlagte tidspunktene, og all teknikk fungerte uten problemer. Minigruppeintervjuet av NGI og Innlandet fylkeskommune ble noe lengre enn planlagt, noe som egentlig ikke var overraskende når fem fagpersoner skulle besvare spørsmål og føre en samtale om temaene. Alt i alt var denne minigruppesamtalen veldig givende og ga meg motivasjon til å gå videre i prosjektet. Mye ny informasjon og kunnskap hadde dukket opp, og den store bredden på informantenes bakgrunn og funksjoner ga meg mye å tenke på fram mot intervju nr. to og tre. I en god pragmatisk ånd ble metoden tilpasset litt underveis, og foran de to andre intervjuene, noterte jeg tilleggsspørsmål og konkretiseringer av hva jeg var ute etter å få svar på, i marginen på intervjuguiden.

Transskripsjonene ble gjort rett etter hvert intervju, bortsett fra intervju nr. to, som var så tett på intervju nr. tre at begge disse transskripsjonene ble gjort etter det siste intervjuet. En fullstendig ord-for-ord metode ble valgt, for å få et så rikt datamateriale som mulig (Creswell og Plano Clark, 2018). Også de skriftlige notatene jeg gjorde under intervjuene, ble renskrevet og lagret sammen med de transskriberte intervjuene. Datamaterialet til datafase 2 var nå komplett og klart til å analyseres videre.

Jeg skal ikke redegjøre detaljert om analyseprosessen her, det er mer relevant å vise hva som kom fram i resultatdelen. Hovedsakelig benyttet jeg en to-syklus analyseprosess, der materialet blir gjennomgått og analysert i to omganger. Målet er å utvikle koder, mønstre og kategorier. Det er også viktig å tenke at analysen ikke bare foregår i en lukket periode etter

transkripsjonen og fram til rapporteringsfasen i studiet, men at analysen foregår under hele studieperioden. Til slutt satt jeg igjen med et konsentrert sett med data fra intervjuene.

Med denne setningen i bakhodet, var det bare å gå videre med studien:

Analysemetoder og metoder generelt er bare verktøy, og de blir aldri bedre enn det forskeren selv gjør de til, gode metoder kan ikke produsere god empiri av dårlige data (Miles, Huberman og Saldana, 2013).

3.6 Integrasjon av dataene

I denne fasen skulle analyserte data og resultater, fra både fjernanalyse, kartografi og intervjuer integreres til et utvidet sett med empiri. Det er ikke meningen å bare slå sammen resultatene fra fase 1 og fase 2, men å kombinere disse for å oppnå mer enn summen av de to. Kunne de kvalitative resultatene fra fase 2 si noe mer om resultatene fra fase 1? Var det mulig å kombinere innsikter, få fram nyanser i materialet, der de kvantitative resultatene ble mer interessante i lys av hva som kom fram i intervjuene? Creswell og Plano Clark (2018) vektlegger sterkt en slik tilnærming til integrert analyse og dermed integrerte resultater fra en mixed-methods design.

Klarer forskeren å få fram resultater der $1 + 1 = 3$, altså et samlet resultat som forteller mer enn summen av delene, så har forskeren lykket med å anvende metodene på riktig vis. Det er ikke dermed sagt at dette er lett, eller at forskeren alltid lykkes med dette. Med en pragmatisk tilnærming der metodene tilpasses underveis etter hva som er mest hensiktsmessig for å forklare og belyse problemstillingen med de ressursene og den tidsrammen man har til rådighet, er det lov å håpe at man kan lykkes med dette.

3.7 Reliabilitet og validitet

Hvor pålitelige er dataene, og hvor gyldige er dataene?

Metodeforskningen er klar på forskjellen mellom kvantitative data og kvalitative data. Når det gjelder kvantitative data, er reliabilitet et spørsmål om hvor pålitelige og nøyaktige dataene er. I denne undersøkelsen så er resultatene i datafase 1 hentet fra eksterne kilder som kartverket og andre offentlige datakilder. Det er vanskelig å teste reliabiliteten uten å gjøre egne målinger, og undersøkelsen må basere seg på at leverandørene av data har gjort en vurdering av dataene, og godkjent disse for publisering. Det må tas høyde for at leverandør av dataene

ikke har tenkt på hvordan dataene brukes videre, og at min undersøkelse kan anvende dataene på en måte som gjør at resultatet blir for lite nøyaktig.

Når det kommer til den kvalitative delen, så er det allment akseptert at data fra intervjuer ikke kan vurderes på samme måte som kvantitative data. Det betyr ikke at dataene er så lite pålitelige at de ikke er brukbare, men at videre bruk og analyse må ta høyde for dette. Det er ikke sikkert at et nytt intervju hadde gitt akkurat de samme svarene, men man må anta at informantene ville svare omtrent likt på samme spørsmål da også. Informantene antas å ha svart så godt som de kunne, og dataene brukes i undersøkelsen som de er.

(Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016)

3.8 Etikk og tillit

Tillit mellom forsker og informanter er viktig i kvalitative undersøkelser. Jeg har vært bevisst på å gi informert samtykke, og sikre informantenes anonymitet. Kun en generell stillingstittel, slik som rådgiver eller ingeniør er brukt. For den lokale kommunen er stillingstittel tatt bort på sitatene, da det jobber såpass få i kommunen, at det er en mulighet for å identifisere informantene basert på denne opplysningen.

Arbeidssted er oppgitt, men ikke på avdelingsnivå. Kjønn, alder og andre personidentifiserende data er ikke samlet inn. Lydfilene som er tatt opp, vil bli slettet når undersøkelsen er over, i tråd med retningslinjene til NSD.

Under intervjuene har jeg vært ytterst forsiktig med å fremme egne meninger i spørsmålsstillingene, slik at jeg ikke skulle prege intervjuet og svarene jeg fikk. Som kvalitativ forsker er det uansett en illusjon å skulle være 100% nøytral og objektiv, og det må jeg ta med meg videre når jeg arbeider med dataene (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016). På hvilken måte kan jeg være farget av tidligere erfaringer og egne meninger om flomområdet? Jeg har tross alt opplevd skadeflom på egen eiendom, og har sett hvordan dette har blitt håndtert av både statlige og kommunale etater. Dette er erfaringer som jeg ikke kan viske bort eller late som ikke er der. Likevel tror jeg at jeg har gjort noen valg som gjør at jeg klarer å holde dette unna det personlige nivået. Jeg har bevisst unngått å intervju personer i min egen bekjentskapskrets, ansatte i den lokale kommunen jeg bor i, og heller ikke sett på forholdene i Sula elv, som er den elva som forvoldte skade på min eiendom.

Til slutt så er jeg klar over at mine egne erfaringer kan ha farget meg, og må være bevisst på dette videre. Samtidig så er ikke personlige erfaringer bare negativt, jeg har opplevd dette selv, og vet hvor stor skade vann kan gjøre, ikke bare i teorien, men også i praksis.

3.9 Metoder som er valgt bort

Det er nærliggende å tenke seg bruk av matematisk-hydrologiske modeller slik som TOPMODEL, HEC-RAS og nedbørsmodeller i analyser av flomforebyggingsmetodikk. Slike modeller kan gi gode kvantitative data om egenskapene til nedbørsfelt og vassdrag (Robinson og Ward, 2017).

Dette er imidlertid et samfunnsgeografisk arbeid hvor jeg benytter meg av kunnskap som slike modeller har produsert, som f.eks. flomsonekartlegging, som jeg setter inn i en samfunnsgeografisk og forvaltningsmessig kontekst. Mye av denne typen modellering kan nå gjennomføres i allment tilgjengelig GIS-programvare som ArcGIS Pro, og det ville ha vært svært interessant å modellere for eksempel hvor mye NbL kunne flate ut flomtoppene i et vassdrag.

Det har imidlertid ikke vært mulig å gjennomføre både analyse av det samfunnsmessige og modellering av de hydrologiske prosessene innenfor rammen av denne oppgaven.

Til slutt er det likevel ikke metodenes prinsipper som er viktigst, det kan være nyttig å ta med seg hva Robert E. Stake (1995) sier i metodeboka *The art of case study research*:

Good research is not about good methods as much as it is about good thinking.

(Stake, 1995, s. 19)

4 Områdebeskrivelse, flom og flomtyper

Dette kapittelet vil ta for seg en videre beskrivelse av studieområdet, en kortfattet skred- og flomhistorie, og hvilke typer flom vi kan forvente framover i Gudbrandsdalen.

4.1 Gudbrandsdalslågen, en del av Lågen-Vorma-Glomma vassdraget

I Gudbrandsdalen, renner elva Gudbrandsdalslågen, eller bare Lågen. Laugen, som den kalles i dagligtale, renner fra Lesjaskogsvatnet i nord-vest, til Mjøsa i sør.



Figur 4: Lågen-Vorma-Glomma vassdraget. Kartverket/KF-arkiv. Lisens: NLOD.

Elva og breene som har fulgt Lågens retning sørover landet, har formet Gudbrandsdalen.

Gudbrandsdalen er en stor, bred U-dal dannet av flere epoker med istider, og i bunnen renner elva nå mest på grunnfjellet, for det meste rolig, men noen steder i stryk og utover fosser.

Otta og Sjøa er de største vestvendte sideelvene. Med store nedbørsfelt (4063 km² og 1529 km²) og mye brevann, bidrar disse med mye av vannføringen i elva. Disse elvene drenerer hvert sitt eget dalføre, Ottadalen og Heidal/Sjødalen, og kan karakteriseres som egne vassdrag til de møter Lågen.

Den tredje store sideelva fra vest er Vinstra, men den er regulert med to magasinkraftverk helt ned til

hovedvassdraget, som virker utjevne på flomtoppene. Vinstras opprinnelige

nedbørsfelt er 1590 km². Fra øst kommer flere mellomstore elver, de to største er Jora som kommer fra Dovrefjell vest, med et nedbørsområde på 494 km², og Frya, som kommer fra Rondane sør, som har et nedbørsfelt på 370 km².

Gudbrandsdalslågen er en del av Lågen-Vorma-Glomma vassdragssystemet, som er Norges største med et nedbørsfelt på 41965 km² som gir 22228 millioner m³ i årlig tilsig (NVE, 2020a).

Som to av de store, vide dalene på Østlandet, er Gudbrandsdalen og Østerdalen hoveddreneringsveier for store landområder i Øst-Norge og deler av Trøndelag. Hovedvassdraget er Glomma, og hele elvesystemet kalles ofte Lågen-Vorma-Glomma. Glomma har sine kilder ved Aursunden nord-øst for Røros, og Lågen, eller Gudbrandsdalslågen, renner ut fra Lesjaskogsvatnet nord-vest for Dombås. Når Lågen kommer til Lillehammer møter den Mjøsa. Ved Eidsvoll renner Vorma ut av Mjøsa. Derfor kalles også hele dette sidesystemet til Glomma for Vorma-Lågen.

Når Vorma når tettstedet Vormsund, møter den hovedvassdraget Glomma fra Østerdalen. Fra Vormsund renner Glomma videre til Fetsund, og ut i innsjøen Øyeren. Fra Øyeren renner Glomma videre til Fredrikstad der den renner ut havet.

4.2 Storofsen og flommene som forma Gudbrandsdalen

Elv, bre, erosjon, flom og skred har skapt Gudbrandsdalen. Dølene har levd med naturkreftene i tusenvis av år. Likevel er det en hendelse som står over alle andre:

Den største ulykken som er hendt i Fron i manns minne er Ofsen i 1789.

(Sommerfeldt, 1972, s. 18)

I juli året 1789 skjedde den største flomkatastrofen i moderne tid i Gudbrandsdalen, Storofsen. Kombinasjonen av sen vår, mye tele i bakken, og enorme nedbørsmengder, gjorde at både hovedvassdraget, sidevassdragene og bekkene gikk over sine bredder. I tillegg gjorde de store nedbørsmengdene jorda så vannmettet, og det gikk mange store ras i de bratte liene ned gjennom hele dalen. Hus, jord og menneskeliv gikk tapt. Det anslås at over 3000 hus ble ødelagt og 63 menneskeliv ble tapt.

Om ikke flom hadde vært sett på som et problem før, så etablerte virkelig Storofsen flom som et problem for samfunnet. Med begrensa virkemidler for å styre store mengder vann under flom, ble løsningen på noe av problematikken rundt flom flytting av tun og hus, ned fra bratte rasutsatte lier, enten opp eller ned. Dalbunnen med elveviftene var flomutsatt, og ble lite brukt til jordbruk og bosteder, bortsett fra husmannsbrukene, som måtte ta til takke med den jorda de kunne få.

At Storofsen kunne få slike konsekvenser kan nok skyldes en rekke ulike forhold, men nedbørmengden må ha vært enorm. Både norsk og internasjonal litteratur beskriver spesielle værforhold sommeren 1789. Disse forholdene kalles Vb-type² lavtrykk, et værsystem som transporterer varm og fuktig luft nordover fra Middelhavet, gjerne i perioden juli til september. Når disse lavtrykkene kommer inn over Østlandet møter de en kald front fra nord-vest, og voldsomme regnbyger oppstår. Et slikt vær ble beskrevet i samtidens værobservasjoner, og kan forklare hvorfor Storofsen fikk et slikt omfang som den fikk.

Også i 1860, i 1934 og 1938 ble Gudbrandsdalen utsatt for flom. Ødeleggelsene beskrives nå i lokale aviser som *Dagningen* med tekst og bilde, og minner om Storofsen. Hus, jord, bruer og buskap går med, men ingen menneskeliv går tapt i disse flommene. 1860-flommen har flere navn, både Ofsen og Storflaumen er brukt. Flommene på 1930-tallet har store konsekvenser både i Kvam og i Vågåmo, og er starten på forbygningsarbeid begge steder.

Nytt i forhold til flommene hundre og to hundre år tidligere, er at nå er jernbanen kommet til Gudbrandsdalen, og den er lagt ned i dalbunnen, der terrenget er flatest. Dette medfører store skader på jernbanen.

Med jernbanen hadde den nye tid kommet til regionen. Dovrebanen fra Hamar til Dombås, står ferdig i 1913, og den utvides senere videre til Oppdal og Støren, som er ferdig 1921. Jernbanen markerte starten for ingeniørenes påvirkning av Gudbrandsdalen innen samferdsel, industri og ikke minst vannkraft og flomforvaltning. Moderniteten hadde ankommet dalen, på skinner.

Samfunnet hadde nå moderne metoder og ikke minst maskinell kraft for å kjempe mot flommen som en negativ faktor for mennesket. Flommen ble definert som et problem som kunne løses, eller i det minste holdes i sjakk av nye fysiske metoder og ingeniørkunst.

Store kraftutbyggingsprosjekt som Øvre- og Nedre Vinstra, regulerte sidevassdraget Vinstra, som før regulering hadde bidratt med mye flomvann, og reduserte flomfaren med magasinering og kontrollert nedtapping gjennom kraftverkene. I hovedvassdraget Lågen ble to elvekraftverk etablert i Harpefossen og Hunderfossen. Selv om disse har begrensa

² Vb-type lavtrykk er først beskrevet av den tyske meteorologen W. J. Van Bebbler (1898), og senere forskning viser en signifikant korrelasjon mellom Vb-type lavtrykk og atmosfærisk lavtrykk. Mudelsee, M. *et al.* (2004) Extreme floods in central Europe over the past 500 years: Role of cyclone pathway “Zugstrasse Vb”, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 109(D23). doi: <https://doi.org/10.1029/2004jd005034>.

magasinering, bidrar de i stor grad til å dempe flommer og ikke minst fungere som avsetningsbassenger for løsmasser.

Flomsikring ble prioritert av offentlige etater som NVE, og både sidevassdrag og hovedvassdrag ble kanalisert og forbygd i lange strekninger.

På mange måter har denne ingeniørbaserte forvaltningen av vassdraget vært en suksess, og hindret mange flommer og store skader. Den har også gjort det mulig å dyrke opp arealer som før var for flomutsatte til å kunne brukes, og gjort det tryggere å bo i nærheten av vassdragene.

I 1995 ble det igjen storflom på Østlandet. Særlig Glomma, men også Gudbrandsdalslågen gikk over sine bredder. Forskjellen fra seksti og tohundre år siden var kanskje først og fremst skadeomfanget på infrastruktur, jordbruksarealer og hus. Samfunnets utvikling hadde endret Norge fra et spredtbygd bondesamfunn til et moderne industri- og servicesamfunn. Selv om moderniteten hadde gitt oss en tryggere tilværelse, hadde kanskje erfaringene fra tidligere storflommer gått i glemmeboken, og samfunnet følte seg trygg på at naturen kunne temmes og kontrolleres. Skadeomfanget var enormt, det ble gjort materielle skader for 1,8 milliarder, og en person omkom. Hadde det ikke vært for magasinering i kraftverksdammene og flomforbygningene, hadde flommen i øvre deler av Glomma vært større enn Storofsen.

I Gudbrandsdalen tok sideelva Moksa nytt løp og raserte tettstedet Tretten. NVE gikk drastisk til verks for å forhindre slike hendelser i framtida. En del av løpet til Moksa ned mot Tretten går nå i en betongrenne for å forhindre elva i å endre løp og erodere løsmasser fra elveløpet.

Etter 1995 har det også vært store flommer i Gudbrandsdalen, både i 2011 og 2018 var det store vårflokker i Gudbrandsdalslågen, men sammenlignet med tidligere flommer var dette kun mellomstore flommer i skalaen 20 – 50-årsflom.

(Andersen, 1996; Roald, 2013; Sommerfeldt, 1972; Østmoe, 1985)

4.3 Fryaslettas hemmeligheter

Men ikke bare i nyere tid har flom og skred rammet Gudbrandsdalen. I verket *Gård og utmark i Gudbrandsdalen* (Gundersen, 2016) beskriver Lise Loktu funnene etter arkeologiske utgravninger ved Forr-gardene på Fryasletta i Sør-Fron kommune. Fryasletta er en stor vid slette der Lågen renner roligere, og der den møter Frya som kommer fra øst. Utgravningene skjedde i forbindelse med bygging av ny E6 (europavei 6), og var av de mest grundige

utgravningene i Gudbrandsdalen noensinne. Store mengder med ny viten kom fram, og i denne sammenheng er informasjon om tidligere flommer og skred interessante. Dette er hendelser som ligger så langt bak i tid at det ikke finnes skriftlige kilder, heller ikke sagn eller folklore sier oss noe om hva som skjedde så langt tilbake i tid.

Det ble påvist minst 21 geologiske lag i stratigrafien under utgravningen, og flere av disse stammer fra flom og skred. De to eldste flomlagene inneholder grus, sand og silt, og er fra perioden år 1200 til 400 f. kr. Over disse ble det funnet fossile dyrkingslag og massive skredavsetninger, fra det som omtales som Forrskredet, som er datert til år 350 – 200 f. kr. Store løsmasser fra dalsida over Fryasletta må ha rast ut og begravd dyrkingslagene med opptil to meter tjukke lag av jord, stein og grus.

Neste spor etter flom er fra år 50 f. kr – A.D. Her er det også funnet skredmateriale, som kan tyde på at dette var en kombinert flom-skredhendelse. Arkeologene har gitt denne hendelsen navnet Gammelofsen. Deretter er det trolig en rolig periode fram til år 1300 - 1600 e. kr., da to flomlag igjen dukker opp. Dette kan være en eller to hendelser som Roald (2013) omtaler som Digerofsen. Tidfesting av slike gamle hendelser er usikre, men Roald setter Digerofsen til 1342 eller 1348. Denne flommen ødela store områder i Vågå, og løsmasser fylte igjen munningen av Vågåvatnet, så vannstanden trolig steg med flere meter (telefonsamtale med Lars A. Roald, 19. nov. 2019).

Samtidig var det flere flommer i Europa på 1340-tallet. Både i 1342 og i 1348 hadde Tyskland to store flommer, begge trolig såkalte Vb-type hendelser, der fuktig lavtrykk kom oppover Europa fra Middelhavet, og forårsaket sterk nedbør. Mye tyder på at Digerofsen henger sammen med en av disse to flommene i Tyskland, og det samme Vb-type lavtrykket nådde Norge og var en medvirkende faktor. Siden Ottadalen normalt er svært nedbørsfattig, mener Roald (2013, s. 32) at en Vb-type hendelse må til for å forårsake en så stor flom her.

Lenger opp i lagene vises også Storofsen i 1789 og Storflaumen, også kalt Ofsen fra 1860 tydelig. På toppen av flom- og skredsedimentene fra 1860 ligger det moderne matjordlaget, som brukes til dagens kornproduksjon på Fryasletta (Gundersen, 2016). Senere flommer som storflommen i 1995 har altså ikke satt varige spor på utgravingsstedet, som viser at 1860-flommen var den siste virkelig store flommen i Midt-Gudbrandsdalen.

Om det også i framtiden vil komme flommer og skred like voldsomme som det utgravningene på Forr-gardene dokumenterer, kan selvsagt ingen svare sikkert på.

Om arkeologien og historien kan lære oss noe om flom og skred i Gudbrandsdalen, så er det at dette har vært viktige hendelser som har formet både natur og samfunn i både eldre og nyere tider.

4.4 Ulike typer flom i Gudbrandsdalen

Et så stort og komplekst vassdragssystem som Lågen-Vorma-Glomma er utsatt for en rekke ulike flommer, som varierer i type, størrelse, varighet, hyppighet og utgjør ulik grad av naturfare. Men flommene er ikke bare problematiske, de la også grunnlaget for jordbruk og bosetting i Gudbrandsdalen, ved å avsette fruktbare sedimenter på elveviftene fra sideelvene, og de vide elveslettene i hoveddalføret. Under skal jeg forklare de ulike flomtypene, og se på de ulike konsekvensene som disse flommene har.

4.4.1 Vårflom – en årlig snøsmelteflom

Som en del av Norges største elvesystem, er Gudbrandsdalslågen og de mange sidevassdragene i Gudbrandsdalen utsatt for en rekke svært ulike flomtyper. Som nevnt innledningsvis er det smelteflommer som utgjør de regelmessige vårflommene i Gudbrandsdalen.

I sideelvene og bekkene vil det først komme mindre snøsmelteflommer i april og mai. Disse akkumuleres etterhvert i hovedvassdraget, og sammen med stadig økende snøsmelting i fjellet, vil det ofte komme en flomtopp i slutten av mai eller starten av juni. Noen år kan flomtoppen komme i slutten av juni, og noen år kan den komme midt i mai. Den siste store vårflommen, i 2018, hadde flomtoppen den 15. mai.

Avhengig av været kan det også komme en ny flomtopp senere på sommeren, særlig om det ligger igjen mye snø i høyfjellet. Denne flommen kalles gjerne Ottaflommen. Etter sankthans er som regel det meste av snøen i fjellet borte, og vannføringen i de store sideelvene og i hovedvassdraget minker (Oppland fylkeskommune, 2018; Roald, 2013; NRK, 2018).

4.4.2 Brevannsflo

Lenger ut på sommeren, i juli, kommer det smeltevann fra breene, først og fremst fra de store høyfjellsområdene i Jotunheimen. Disse vannmassene kommer først og fremst via de vestre sideelvene Sjoa og Otta. Også Vinstra har bidratt historisk til brevannsfloer fra Bygdin og Vinstervatna, men elva er nå regulert med to store magasinkraftverk, og flomvannet utjevnes i svært stor grad av dette. Denne flommen medfører sjelden noen fare for skadefloer (Roald, 2013).

Felles for de over beskrevne smelteflommene er at de er årvisse, de har et langsomt forløp, og er som regel moderate i mengde. De medfører vanligvis ikke de helt store problemene, og skade på boliger og infrastruktur er sjeldent. Endel jordbruksarealer på de lavereliggende elveslettene, først fremst på strekningen Hundorp – Losna oversvømmes av den første flomtoppen i mai/juni, mens senere flomtopper ikke når så høye nivåer.

4.4.3 Regnflom

En atskillig større fare utgjør regnflommene, ikke minst i sidevassdragene. Disse flommene forårsakes som navnet tilsier, av nedbør i form av regn, evt. i kombinasjon med snøsmelting og høye temperaturer. De to dramatiske flommene i Midt-Gudbrandsdalen i 2011 og 2013, var begge regnflommer forårsaket av stor lokal nedbør i nedbørfeltene til flere av sideelvene, ikke minst i Veikleåas tilfelle. Også høy temperatur og noe gjenliggende snø i fjellet som smeltet, bidro til flommen, først og fremst i 2011 (Roald, 2013).

Regnflommene trenger ikke komme bare på våren og forsommeren, de kan også forekomme på høsten og på førvinteren. En regnflom på høsten etter at snøen har lagt seg i høgfjellet kan få voldsomme konsekvenser, da regnet bidrar til å smelte snøen. Et godt eksempel på en slik er høstflommen i Skjåk den 14. og 15. oktober 2018. Under denne hendelsen kom det store mengder nedbør i form av regn, og det var uvanlig varmt i fjellet, slik at nysnøen smelta. Over 100 personer måtte evakueres, og ikke minst gikk det hardt utover eiendom og infrastruktur. Bedriften Glasitt AS mista hele lagret sitt av isolasjonsmaterialet glasopor, som ble tatt av flommen og ført vekk av flomvannet (Fylkesmannen i Innlandet, 2019).

4.4.4 Styrflommer i sideelvene

En egen underkategori av regnflommer er styrflom. Dette er en regnflom som oppstår i små til mellomstore nedbørsfelt, og gjerne i bratt terreng. Med rask avrenning og begrensa kapasitet for større mengder vann, tar ikke vassdraget unna vannet raskt nok, og det flommer over. I tillegg fører kreftene i vannet til sterk erosjon og små skred i kanten av vassdraget, og dermed blir det stor løsmassetransport og mye vegetasjonsmateriale slik som kvister og torv i vannet. Store mengder kvist og trestammer i vannet fører til en naturlig oppbygging av kvistdammer, som samler mer kvist og løsmasser, men disse dammene kan også føre til at vannet eroderer enda sterkere i elvekanten over dammen, eller at elva finner nye løp. Når slike dammer brister, kan de også føre til mindre flodbølger nedover i vassdraget, som kan få store negative konsekvenser. Styrflommer eller flash-floods er et velkjent problem i fjellområder, både i Norge, og ellers i verden (Borga *et al.*, 2011; Roald, 2013; Robinson og Ward, 2017).

Flommene i Veikleåa, i tettstedet Kvam i Nord-Fron kommune, er gode eksempler på styrtflommer i Gudbrandsdalen. Både i 2011 og i 2013 ble deler av tettstedets boligbebyggelse og infrastruktur ødelagt av en slik flom. I den bratte Veikledalen førte store nedbørmengder til en rekke skred, som tilførte Veikleåa store mengder løsmasser og sedimenter. Dette ble avsatt lenger ned på elvevifta, og etter at selve elveløpet hadde fylt seg helt opp, tok elva nytt løp, ødela flere hus og avsatte massene på både bolig- og næringstomter. Også kritisk infrastruktur som E6 og jernbanen ble rammet (Oppland fylkeskommune, 2018; Roald, 2013; 2015).

4.4.5 Vinterflom

En tredje hovedtype flommer i elvene på Østlandet er isganger, eller vinterflommer med store mengder is i drift. Denne flomtypen er ikke så vanlig i Lågen eller i sideelvene i Gudbrandsdalen, men oppstår noen ganger i Sjoa og Ottaelva.

I nyere tid er materielle skader på hus, eiendom eller infrastruktur i Gudbrandsdalen ikke kjent fra litteraturen. Derimot er det ikke ukjent med skader etter isgang i Østerdalen og Trysil. I 1968 forvoldte isgang i Trysilelva en propp i elva som oversvømte sju småbruk i Innbygda (Roald, 2013).

Også andre vassdrag i andre deler av landet er utsatt for slike flommer, i januar 2018 ble elva Driva i Drivdalen ved Klevan blokkert av et snøskred. Dammen var ca. fem meter høy, og demte opp store områder oppstrøms. Ved hjelp av gravemaskiner ble det gravd ut en kanal i skredmassene og vannstanden senket slik at dammen etterhvert kunne fjernes helt. Uten dette tiltaket kunne opptil 15 boliger og tre andre bygninger blitt skadet av flom om dammen hadde gitt etter (Haugom, 2019).

4.4.6 Jøkulhlaup

Flomtypen jøkulhlaup, som skyldes at en bredemt sjø plutselig bryter gjennom isen, kan medføre store skader. Disse flommene er uforutsigbare og ofte dramatiske. Med klimatiske endringer kan avsmelting av breene medføre mer ustabilitet i breen, og disse bredemte sjøene kan raskt dreneres ut via helt nye veier under breen. Dette skjedde i Øvre Messingmalmvatn på Blåmannsisen i 2001. Også andre jøkulhlaup er kjente lenger bakover i tid, ikke minst fra Hardangerjøkulen i 1893, 1937 og 1938 (Engeset, Schuler og Jackson, 2005).

Den sist kjente hendelsen i nedbørsfeltet til Lågen, er i 1937, da Mjølkedalsbreen nord-vest for Bygdin hadde et jøkulhlaup der 3 millioner m³ vann flommet ned fra breen og ned i innsjøen Bygdin i Vang kommune (NVE, 2020b).

Elva Bøvra som drenerer de nord-østre deler av Jotunheimen, kan teoretisk sett bli utsatt for slike flommer om klimaendringene medfører dannelsen av store bredemte sjøer i nedbørsfeltet til elva. Bøverdalen og Lom sentrum kan da bli utsatt for skadeflom, mens lenger ned i vassdraget møter elva Vågåvatnet og flommen vil da dempes.

Siden både isganger og jøkulhlaup kan regnes som marginale fenomener i Gudbrandsdalen, vil ikke disse flomtypene bli videre omtalt i denne oppgaven.

4.5 Flommen som det stadige fenomen og dens risiko

Flom som fenomen er ikke noe nytt. Til alle tider har elvene satt sitt preg på landskap, menneskene og sivilisasjonene. Flommen er kilde til liv og rikdom, men også til nød og elendighet. I verste fall drukner menneskene i det samme vannet som før var livgivende. De tidlige sivilisasjonene oppstod på grunn av flom, og levde med flom i århundrer. Noen av de mektigste riker som har eksistert, farao-dynastiene i Egypt, bygde hele sin eksistens på den årlige sommerflommen i Nilen. Denne flommen gjødslet og vannet store elvesletter, som ga stabil mattilgang til et imperium som skulle vare i tusenvis år, og for evig bli husket gjennom sine pyramider og faraoer (Knox og Marston, 2014).

Også i Norge bygde elver og flom landskap og jordsmonn etter siste istid. Isbre-avsmeltingen etterlot seg fruktbar morenejord, og elveslettene i innlandsdalene ble oppbygd gjennom årvisse flommer. Særlig vårflommene med store mengder vann fra snøsmelting, tok med seg løsmasser og sedimenter og avleiret disse i stillere partier av elva. Sideelvene i dalene dannet elvevifter gjennom både vårflommer og nedbørsflommer.

Elveviftene og elveslettene ble etterhvert viktige arealer for tettstedsoppbygging og infrastruktur. Her var det flatt og lett å bygge, arealkrevende virksomheter som sagbruk og industri fikk rom til å utvide og fornye.

(Knox og Marston, 2014; Wisner *et al.*, 2003)

4.6 Dagens håndtering av flom

Flom som fenomen og problem var i førhistoriske tider ingens ansvarsområde eller forvaltningsområde. Det var først ved framveksten av organiserte samfunn at flommen ble et område som noen hadde ansvar for. Tidlige jordbruksbaserte sivilisasjoner i Midtøsten bygde

sine samfunn på jordbruket, som igjen var avhengig av flom og vann for irrigasjon. Å forvalte flommen og vannet ble dermed tidlig viktig for det organiserte samfunnene.

4.6.1 Forvaltningsregimet

Gudbrandsdalen lå langt unna de gamle maktsentrene i Norge: Trondheim, Bergen og Kristiania. Det er tvilsomt om de tidlige norske kongene hadde flomsikring i Gudbrandsdalen på agendaen, og etter Kalmarunionen i 1397 ble Norge styrt fra København. Om det i det hele tatt ble gjort noen tiltak i Gudbrandsdalen før løsrivelsen fra Danmark i 1814, er nok lite trolig. Andersen (1996) skriver at det er lite dokumentasjon over tiltak utført før 1813, men at det ble gjort nyttige tiltak, bl.a. i Nidelva i Trondheim i 1730.

Med opprettelsen av Kanalvesenet i 1813 ble vassdragsaker et norsk anliggende igjen, og den norske staten tok mer og mer ansvar for både flomforbygging og kanalbygging i vassdragene. Kanalvesenet er forløperen til dagens NVE, og statens rolle i flomforvaltningen ble tydeligere og tydeligere (Andersen, 1996). Men ikke bare staten har ansvar for forvaltningen i Norge. De to kommunale nivåene, fylkeskommunene og de lokale kommunene har hver sin rolle i dagens forvaltning.

Samtidig som de lokale kommunene har ansvaret for å sikre liv, helse, eiendom og næring i hver enkelt kommune, så har også grunneiere et ansvar for bekker og elver på privat grunn. Det er altså tre forvaltningsnivåer og tusenvis av private grunneiere som er involvert i forvaltningen av norske vassdrag.

Lovverket er omfattende og tar i dag utgangspunkt i Sivilbeskyttelsesloven av 2010 (Justis- og beredskapsdepartementet, 2010), der kommunene er pålagt å ha beredskapsplaner og gjennomføre ROS-analyser. På plansiden er Plan- og bygningsloven som legger rammer for hvordan vassdragene skal forvaltes (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2009).

Andre lover som også har betydning for forvaltningen er Forurensningsloven (Klima- og miljødepartementet, 1983), Vannressursloven, (Olje- og energidepartementet, 2000) og Naturmangfoldloven (Klima- og miljødepartementet, 2009).

I tillegg til norske lover på området, er EUs vanddirektiv implementert i norsk lovgiving, gjennom Vannforskriften (Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet, 2007), der også EU-begrepene vannregioner og vannregionmyndighet innføres i norsk lov. Gudbrandsdalen og Lågen ligger i vannregion Glomma, og opprinnelig under vannregionmyndighet Østfold fylkeskommune, nå Viken fylkeskommune. Som om dette ikke skulle

være nok, så er deler av Innlandet lagt under den svenske vannregionen Västerhavet, der regiongrensa går langs vannskillet mot Sverige.

Fylkeskommunens rolle er komplisert, men omfatter konkret fiskeforvaltning gjennom Lakse- og innlandsfiskeoven (Klima- og miljødepartementet, 1992), miljømål og de regionale vannforvaltningsplanene gjennom Vannforskriften (Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet, 2007). Fylkeskommunen er også regional planmyndighet og høringsinstans for kommunene.

Oppland fylkeskommune, nå Innlandet fylkeskommune, satte i gang et stort regionalt planarbeid i Gudbrandsdalen, som har resultert i den omfattende Lågenplanen (Oppland fylkeskommune, 2018). Planen er et samarbeidsprosjekt mellom alle regionene i Gudbrandsdalen (Nord-, Midt- og Lillehammerregionen), NVE, Bane NOR, Statens vegvesen, Fylkesmannen samt lokale jordbruks-, natur- og friluftsansjasjoner.

Planen er ikke juridisk bindende for de lokale kommunene, men kommer med en rekke faglige råd og anbefalinger for videre planarbeid, regionalt samarbeid, forslag om konkrete tiltak mv. Planen inneholder også avanserte hydrauliske modelleringer og vurdering av enkelttiltak basert på disse hydrauliske modelleringene.

Hovedmålet Lågenplanen er formulert slik:

Bidra til økt sikkerhet for samfunnet mot skred- og flomskader samtidig som vann, natur- og friluftsverdier ivaretas.

(Oppland fylkeskommune, 2018, s. 13).

Oppsummert så er det neppe en helt urimelig påstand at det er et komplekst forvaltningsregime i vassdragssaker i Norge. Om dette er bra eller dårlig for flomområdet, skal jeg ikke mene noe om i denne delen av oppgava.

4.6.2 Det infrastrukturbaserte paradigmet

Satt på spissen kan de infrastrukturbaserte løsningenes fokus på enkelttiltak frigjøre forvaltningen fra en krevende helhetstenking, og samtidig er grå metoder, der betong og stein brukes, mye lettere å kvantifisere. Dette gjør kanskje disse fristende fra et ingeniør- og økonomiperspektiv.

Ved å bryte flomproblematikken ned i kvantifiserbare enkeltelementer, kan problemene løses hver for seg, og sikre de enkelte områdene som omfattes av tiltakene. Det er ikke nødvendigvis enkle og billige tiltak det er snakk om, men de er konkrete og har en høy

engangsinvesteringssum, men innebærer lave driftskostnader for kommunene i et mellomlangt perspektiv.

Løsningene er også utprøvde og fysisk solide, de kan garanteres opp til et visst nivå, gjerne det nivået myndighetene stiller som krav for samfunnets videreutvikling. For å bygge nytt eller dele fra eiendom til utviklings- og bygningsformål, må sikkerheten pr. i dag ligge på et 200-års flom- og skrednivå for samfunnskritiske bygg som skoler og sykehjem. Dette ligger som lovkrav i TEK17 (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2017).

En god kilde for å se hvilke typer tiltak som er utført i Gudbrandsdalen, og i Norge ellers, er NVEs årsrapporter over sikringstiltak. Her listes tiltakene som er gjort i kalenderåret opp, med en beskrivelse av type, kostnad og nytteeffekt, samt en miljøvurdering.

I studieområdet er det gjort flere tiltak, og særlig Veikleåa skiller seg ut som et stort sikringsprosjekt over flere år, der tiltakene ble gjennomført i perioden 2011 – 2018. Det største enkelttiltaket i Veikledalen var bunnlastsperre ved Fagervold, til 90 millioner kroner (Haugom, 2018).



Figur 5: Fagervold bunnlastsperre i Veikleåa, Kvam. Foto: V. Hagen 2018.

4.6.3 *Naturbasert, blå-grønn framtid?*

Kan flommen håndteres med andre midler, på en mer helhetlig og naturbasert måte, med lavere kostnader og mindre påvirkning av naturen? Ja, det er selvsagt mulig. Men vil denne typen flomforvaltning være god nok?

Naturbaserte løsninger er ikke mye brukt i studieområdet. For det meste er det infrastrukturbaserte løsninger som er brukt og bygd. Over tid har fokuset på andre verdier enn de samfunnsøkonomiske godene av et effektivt flomvern blitt mer vektlagt. Verdier som natur- og biologisk mangfold, menneskers trivsel og helse, klimasaken og miljøvern har blitt viktigere. Som svar på et ønske om å vektlegge slike verdier er det gjort endringer i det infrastrukturbaserte forvaltningsregimet, der ROS-analyser og avbøtende tiltak er blitt brukt for å oppfylle klima- og miljømål. Likevel er dette langt ifra en ekte naturbasert metodikk for flomforvaltning og vassdragsforvaltning.

(Magnussen *et al.*, 2017; DSB, 2017).



Figur 6: Naturlig generert kvistdam i Sula, Vinstra. Foto: V. Hagen 2019.

4.7 Flommen, folket og framtida

Vann søker nedover. Løsmasser søker nedover. Stabil nedbør i form av regn og snø gir livsgrunnlag i form av drikkevann og plantevekst. Nedbør, årstidsskifter og klimaendringer medfører flommer, store og små. Grunnfjellet blir sakte men sikkert erodert til løsmasser. Elva og breene er den sterkeste eroderende kraft i Innlands-Norge. Løsmassene som denne erosjonen avsetter bidrar til å øke flomfaren.

Sammen med vannet i elva gjør massetransporten dette til komplekse problemstillinger som det er krevende for samfunnet å håndtere.

Folket lever og arbeider på elveviftene og elveslettene i Gudbrandsdalen. Jordbruket har i dag noen av sine beste arealer på det som før var flomsletter. Elvevifter og flomsletter innebærer alltid en risiko. Dette er et faktum som dølene må leve med nå, og i framtida. En helt risikofri tilværelse er nok en illusjon.

5 Teoretiske rammer

Vitenskapelige fagfelt flommer i dag nærmest over av teori. Det publiseres mye, særlig er artikler i fagfelleverderte tidsskrifter den nye akademiske gullstandarden. For meg som er oppvokst med bøker og tok min grunnutdanning før internett var oppfunnet, er dette en ny verden. Men likefullt er dette en spennende og nærmest uendelig kilde til kunnskap og ny informasjon, som jeg har forsøkt å navigere meg gjennom.

5.1 Innledning

Teorikapittelet tar først for seg et historisk tilbakeblikk på hvordan praktiske metoder og etterhvert teoriene på området har utviklet seg.

Så vil jeg ta for meg relevant teori på flomområdet, forklare og definere begreper som brukes i teksten. Til slutt jeg vil forsøksvis oppsummere hvor diskusjonene i dagens forskning på området foregår, og hva som er state of the art-forskning i dag, med særlig vekt på naturbaserte løsninger.

Forskning og teori på flomområdet er en syntese av ulike vitenskaper Det forskes ikke bare på flom innen enkeltvise vitenskapelig områder som geografi, flom er interessant også innen hydrologi, geologi, meteorologi og samfunnsvitenskap. Flom som fenomen har i den senere tid blitt mer og mer koblet mot klimaforskning og miljøforskning, så omfanget og kompleksiteten på området er relativt stor om det ikke gjøres noen avgrensninger.

Jeg har derfor avgrenset litteraturbruken noe, og ser mindre på områder som geologi, meteorologi og hydrologi, for å konsentrere meg mer om et geografisk og samfunnsvitenskapelig perspektiv. Likevel er hydrologi en viktig del av flomforvaltningen, så det vil bli belyst noe. Med dagens store fokus på klimaområdet, er det naturlig å se nærmere på sammenhengen mellom flomforskningen og klimaforskningen, spesielt hvordan klimaforskningen har medført økt fokus på flom og skred som fenomener.

Klimaforskning er i dag blitt en bred vitenskap som favner over en rekke fagfelt, fra psykologi til teoretisk fysikk. Å gi en vid framstilling av fagfeltet i denne teoridelen vil være å gå for langt, men jeg vil forsøke å få fram hovedtrendene i klimaforskningen som er relevant på flom- og skredfeltet, og som henger sammen med fenomenene i studieområdet.

To av hovedbegrepene som er omtalt i denne oppgaven; naturbaserte løsninger og flomforvaltning, er begreper som kommer fra engelskspråklig litteratur, men som kommer inn

i norsk bruk etterhvert, særlig er naturbaserte løsninger høyst relevant i forhold til dagens akademiske diskusjoner.

Det er følgelig naturlig å starte med en begrepsavklaring av de mest sentrale begrepene, og si noe om opphavet til disse.

5.2 Begrepsavklaringer

Som på andre fagfelt brukes en rekke ulike begreper om hverandre, noen er veletablerte, andre er på vei ut, men noen brukes oftere og oftere. Mange av disse begrepene har opphav utenfor Norges grenser, og kommer fra internasjonal litteratur der engelsk benyttes som hovedspråk. Det er langt fra alle disse begrepene som har en omforent norsk oversettelse. Jeg forsøker å finne norske begrep der disse finnes, men det er ikke alltid at det er hensiktsmessig å konstruere nye begrep der bruken av engelskspråklige begrep allerede er innarbeidet i norskspråklig forskning og på det faglige utrednings- og forvaltningsfeltet.

5.2.1 Naturbaserte løsninger

Naturbaserte løsninger er både ett sett løsninger for naturfareområdet, og en prosessmodell for å håndtere hele naturfareområdet fra risiko og fare til helhetlig forvaltning. På norsk finnes ingen utbredt forkortelse, men jeg har før i teksten foreslått at NbL, Natur-baserte Løsninger, kan brukes, på samme måte som NbS brukes som forkortelse når det er snakk om det engelske begrepet *Nature-based solutions*.

Begrepet oppstod på 2000-tallet, og særlig har IUCN – International union for conservation of nature, som er en NGO støttet av bl.a. Norge og FN, vært en drivkraft for å definere NbS både som begrep, og promotere NbS som løsninger for en rekke samfunnsutfordringer, alt i fra klima, byutvikling og ikke minst på naturfareområdet, inkl. flom (Cohen-Shacham *et al.*, 2016; Debele *et al.*, 2019; Vojinovic, 2015).

I Norge har ikke NbL fått den oppmerksomheten som begrepet har fått i EU og FN-systemet, men det er nå igangsatt flere forskningsprosjekter som tar opp i seg NbL. Kanskje noe av det mest relevante for denne oppgaven er Phusicos-prosjektet og rapporter publisert av NGI og Klima 2050/Sintef. Phusicos (*i følge naturen*, fra gresk) er en del av EUs store forskningsprosjekt, Horizon 2020 (European commission, 2020).

Phusicos er involvert i flere NbL-prosjekter i Gudbrandsdalen, og Klima 2050 har bl.a. utviklet et verktøy for å dokumentere og videreutvikle NbL. Slike verktøy er viktige om NbL

skal kunne vurderes kvalitativt og kvantitativt opp mot andre løsninger, slik som ISbL (Kalsnes og Capobianco, 2019; Phusicos project, 2020; Raspati *et al.*, 2020).

5.2.2 *Tilleggseffekter – co-benefits*

En av de viktige argumentene for å velge NbL er at man også får tilleggseffekter ved siden av å løse hovedproblemet som i denne sammenhengen er skadeflom eller flomskred. Særlig på det urbane området legges det mye vekt på slike tilleggseffekter. Eksempel på slike kan være karbonbinding, bedre offentlig tilgang til grønne områder og vann, økt biologisk mangfold, økt livskvalitet for beboerne osv. I engelsk litteratur kalles disse *co-benefits* (Raymond *et al.*, 2017).

Et annet begrep som brukes om dette er økosystemtjenester. Det har andre røtter enn *co-benefits*, som er brukt mer spesifikt på NbL-fagfeltet. *Økosystemtjenester* eller *Ecosystem services* er en del av en helhetstankegang der økosystemene sees på som dynamiske systemer som ikke bare representerer farer og negative faktorer som må temmes og stoppes, men som også gir oss verdifulle tjenester og livsverdier for klima, miljø, natur og samfunn.

(Cohen-Shacham *et al.*, 2016; European commission, 2015; Vojinovic, 2015).

5.2.3 *Infrastrukturbaserte løsninger*

Dette er de tradisjonelle løsningene som har blitt brukt for å sikre mot flom, disse har ikke et enhetlig navn, hverken på norsk eller på engelsk. Begrepet *infrastrukturbaserte løsninger* er det jeg bruker videre i oppgaven.

Metodene har blitt utviklet gjennom flere hundre år, og flomsikringsfeltet har tradisjonelt blitt styrt av ingeniører og hydrologer. Disse løsningene blir også kalt ingeniør-baserte, tradisjonelle, grå, og felles for disse er at de består av bygd infrastruktur, gjerne i betong eller stein, derav begrepet grå løsninger.

Disse løsningene har flere fordeler, og de er ikke minst bygd på en kvantitativ tankegang, og et vitenskapelig grunnlag som bygger på reduksjonisme og positivisme. Ved at flom sees på som et naturfaglig problem, kan dette problemet løses ved å bryte ned flommen som fenomen, det handler om vær, nedbør, vann og fysiske lover for vannets ferd mot nullnivået som er havet. Vannet, inkl. transporterte sedimenter, må derfor stoppes der det ellers ville flommet ut av elveleiet eller over innsjøkanten. Det løses forenklet sagt ved å bygge strukturer eller grave ut masser. Som f.eks. å bygge en betongkant, en fylling av jord eller stein, eller ved å senke bunnen i elva (Andersen, 1996; Serra-Llobet *et al.*, 2018; Vojinovic, 2015).

Som forkorting av begrepet har jeg før i teksten foreslått å bruke ISbL.

5.2.4 Flomforvaltning

Begrepet flomforvaltning er ikke et utbredt begrep i norsk forskningslitteratur. Et søk i den norske akademiske databasen Oria gir ingen treff, mens søk på Google Scholar gir seks treff, der tre er masteroppgaver, to er rapporter (en fra NIBIO, en fra Statens vegvesen m.fl.) og et notat fra Vestlandsforskning på oppdrag fra KS. Likevel mener jeg begrepet er såpass relevant at jeg vil bruke det videre i oppgaven. Begrepet foreslåes forkortet til FF.

På engelsk finnes et nesten tilsvarende begrep, men der er ordet *risk* med. Dette er *Flood risk management*, forkortet FRM (Serra-Llobet *et al.*, 2018).

En direkte oversettelse er *flomrisikoforvaltning*, men etter søk på Google Scholar vises dette begrepet kun brukt i to masteroppgaver, der den ene også parallelt bruker begrepet flomforvaltning. Begrepet flomrisikoforvaltning vil derfor ikke brukes videre, da flomforvaltning dekker bredere og er noe mer innarbeidet i norsk litteratur, om ikke vidt anvendt ennå.

Et annet internasjonalt brukt begrep er *Integrated water resource management*, IWRM. Også dette begrepet er vidt brukt, men ingen norsk oversettelse finnes. Dette kan kanskje oversettes som *vannforvaltning*, og gjennom vannforskriften (Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet, 2007) kan det hevdes at dette begrepet er innarbeidet i forvaltningen og vil bety mer framover. Det favner uansett mye videre enn FF, og på flomfeltet er det mer hensiktsmessig å anvende FF i denne oppgaven, da det treffer mye bedre.

(Magnussen *et al.*, 2017; Serra-Llobet, Conrad og Schaefer, 2016; Serra-Llobet *et al.*, 2018).

5.2.5 Helhetsperspektivet

Infrastrukturbaserte løsninger har gjerne vært brukt for å løse konkrete problemer i relativt små områder, eller deler av vassdraget. I sammenhengen med den økende interessen for NbL, så har det blitt nødvendig å tenke mer helhetlig, da NbL ikke er utviklet for å løse enkeltproblemer på samme måte som infrastrukturløsninger er. I tråd med dette har en større grad av helhetstenkning kommet inn på flom- og vassdragsfeltet. Internasjonalt går denne retningen under navnet *Holistic thinking*, og det er ingen ny retningen innen vitenskapen, men anvendt på flomforvaltning er det relativt nytt, med Vojinovic (2015) som en av frontfigurene på området. Ved å anvende en helhetstankegang, må større områder og flere faktorer tas med i flomforvaltningen.

Dette er kompliserende, og det vil aldri være en klar oppskrift på hvordan denne helhetstankegangen skal brukes i flomforvaltningen. Likevel inneholder modeller som NbL

rammeverk for hvordan denne tankegangen kan anvendes på et problem, eller i et område for å oppnå noe som er ønsket av styremaktene eller innbyggerne.

(Cohen-Shacham *et al.*, 2016; Raymond *et al.*, 2017; Vojinovic, 2015).

5.3 Risiko – sårbarhet – resiliens

Flom på et visst nivå blir til en fare. I en naturskapt situasjon slik som etter regnvær, er dette en naturfare. Ved andre forhold, som f.eks. ved et dambrudd, er en slik flom ikke en naturfare, men en menneskeskapt fare. Når dette går over fra å være en naturfare til en skapt fare kan diskuteres. Om vassdraget og omkringliggende arealer er tungt modifisert av mennesker, så vil det på et eller annet tidspunkt bli et spørsmål om en eventuell flom ikke lenger er en naturfare, men en menneskeskapt fare. Samfunnet kan da sies å ha bygd seg inn i en risiko, bevisst eller ubevisst.

Som frontfigurer på fagfeltet, kom Blaikie, Cannon, Davis & Wisner i 1994 med sitt klassiske verk *At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Senere er boka oppdatert med en andreutgave (Wisner *et al.*, 2003).

I *At Risk* forklarer de risiko på en mer samfunnsvitenskapelig måte enn det som var gjort før, og de ser på risiko ikke bare fra et naturfareperspektiv. I deres PAR-modell, eller Pressure And Release, settes rotårsaker, dynamisk press og samfunnsårsaker på den ene sida, og naturfare på den andre sida.

I midten er katastrofen et resultat av: $R = H \times V$, der R = risk, risiko. H = hazard, fare. V = vulnerability, sårbarhet (ibid., s. 51).

Resiliens er et begrep som opprinnelig kommer fra psykologien. Senere er det adaptert inn på bl.a. katastrofe- og klimaforskning, og brukes sammen med begreper som over nevnte sårbarhet og tilpasningsevne. Hva som er den norske oversettelsen er ikke omforent, men motstandskraft er mye brukt. Ordet er også fornorska til resiliens i den norske versjonen av IPCCs klimarapport fra 2012, og brukes av både akademia og forvaltning. Om noe er resilient, så har det evnen til å hente seg inn igjen etter en hendelse. Det kan brukes om en tilstand, men også om prosesser (Bye, Lein og Rød, 2013). Slik sett kan NbL sees på som en form for resiliens, om vi ser NbL som noe mer enn fysiske tiltak, men som en kontinuerlig prosess som har som mål å forbedre situasjonen, ved å minimere sårbarheten og øke motstandsevnen.

En annen faktor som spiller inn er evnen til å tilpasse seg til og mestre flomsituasjoner. Denne faktoren kan kalles tilpasningsevne, og internasjonal litteratur opererer med begrepet *capacity*. Denne kapasiteten kobles til resiliens, og ved å øke kapasiteten, så økes i teorien resiliens (Chapin III *et al.*, 2004).

5.4 Flomforvaltningens utvikling

Historisk sett har flomforvaltning vært et ingeniør- og hydrologstyrt fagområde. Opprettelsen av Kanalvesenet, senere NVE, har i norsk sammenheng gitt den tekniske tankegangen stor tyngde. Dette er ingenting unikt i norsk sammenheng, snarere er dette et nord- og mellomeuropeisk paradigme som har sitt opphav i Tyskland, Nederland og England, alle land med mange elver og lang kystlinje. Et forsøk i 1816 på å rekruttere en tysk «buhnenmeister», en fagmann på vassdragsfeltet, strandet, da ingen var å oppdrive. Løsningen ble å ansette en ingeniøroffiser, Claus J. Schive, i stillingen. Også Schives sjef, Fredrik Chr. Gedde var militær ingeniør. Starten på flomforvaltningen i Norge ble dermed dominert av militære ingeniører. Etterhvert som tilgangen til ingeniørutdanning i Norge ble bedre, ble NVE i en årrekke styrt av sivilingeniører fra NTNU (Andersen, 1996).

5.4.1 Nytteparadigmet

Fra starten har den statlige flomforvaltningen gått hånd i hånd med en videre nyttetenkning når det gjelder vassdragene i Norge. Det første området som var prioritert var å utnytte vassdragene til ferdselsveier for båttrafikk. Det mest kjente prosjektet er Telemarkskanalen, som ble ferdigstilt i 1892. Men også i Glomma-Vorma og i Drammensvassdraget ble det planlagt en rekke store kanalprosjekter, men disse ble kun i begrenset grad gjennomført. Etterhvert som jernbanen ble bygget, ble kanalarbeidene nedprioritert.

Etterhvert ble NVEs virksomhet dominert av de store vasskraftutbyggingsprosjektene som skulle skaffe strøm til industri og samfunnsbygging. Med nye metoder og ny teknologi kunne elvene og vannet kontrolleres i enda større grad, og flomforvaltningen ble en integrert del i en ingeniørtankegang der vannet skal være til nytte, underlegges kontroll og forvaltes som en ressurs til samfunnets beste. En slik tankegang er dominant ikke bare i NVE, men i hele det offentlige Norge, fram til rundt 1970. Etter at mange elver på Vest- og Østlandet er tørrlagt, kommer det en akademisk og folkelig motstand mot vasskraftutbygging. Miljøbevegelsen er født, og etterhvert baner den vei for en ny tekning i forvaltning og fagmiljøer (Andersen, 1996).

5.4.2 Miljøparadigmet og økologifokus

Miljøbevegelsens framvekst hviler på et nytt sett tanker om mennesket og naturen. Der kartesianerne hadde vært opptatt av å bryte ned naturen i enkeltelementer og studere disse, fikk denne retningen konkurranse fra nye retninger som fenomenologi, gestaltpsykologi, økologi, systemteori, kybernetikk og kvantefysikk m.fl. (Vojinovic, 2015, s. 23-26). Disse retningene var opptatt av sammenhenger og helhet på en helt annen måte enn reduksjonistene som fulgte i Descartes fotspor.

I Norge var professor Arne Næss ved UiO med på å utvikle økosofien og dypøkologien, der natursynet endres fra antroposentrisme til økosentrisme. Mennesket var ikke lenger overlegent og plassert øverst i hierarkiet av arter, men var en art på linje med andre arter. Alle levende vesener har en verdi, og alle er avhengig av hverandre. Økosystemer er dynamiske systemer der alle deler av disse systemene påvirker hverandre (Vojinovic, 2015).

Tankegangen om at natur, plante- og dyreliv hadde en verdi utover det rent nyttemessige, gjorde at miljøbevegelsen fikk vind i seilene. Kraftutbygging hadde ført til mange helt eller delvis tørrlagte fosser og elver. Fra slutten av 1960-tallet og utover hele 70- og 80-tallet var det flere store protestaksjoner mot fortsatt utbygging. En av de mest kjente er Mardøla-aksjonen i 1970. Motstanden var så stor, at selv internt i NVE kom ansatte med en erkjennelse av naturens mangfoldige verdier:

Vassdragene utgjør et karakteristisk trekk i vårt lands naturbilde og representerer både materielle og immaterielle verdier. De gir naturopplevelser av forskjellig art, gigantiske syn i fossevelder, stemningsfylte i stryk, loner og blinkende vann og fristende fiskeplasser med ørretvak.

H. W. Bjerkebo i NVEs interntidsskrift Fossekallen, nr. 4/70 (NVE, 2016).

Dette paradigmeskiftet i hvordan natur ble oppfattet fikk stor betydning på en rekke fagfelt, også innen flomforvaltning og flomrisikostyring. Som også Wisner *et al.* (2003) viste gjennom sin PAR-modell, så er flommen som fenomen langt mer sammensatt enn kun vår eksponering mot naturens luner. Var det nå på tide mer en mer helhetlig tilnærming til flomområdet?

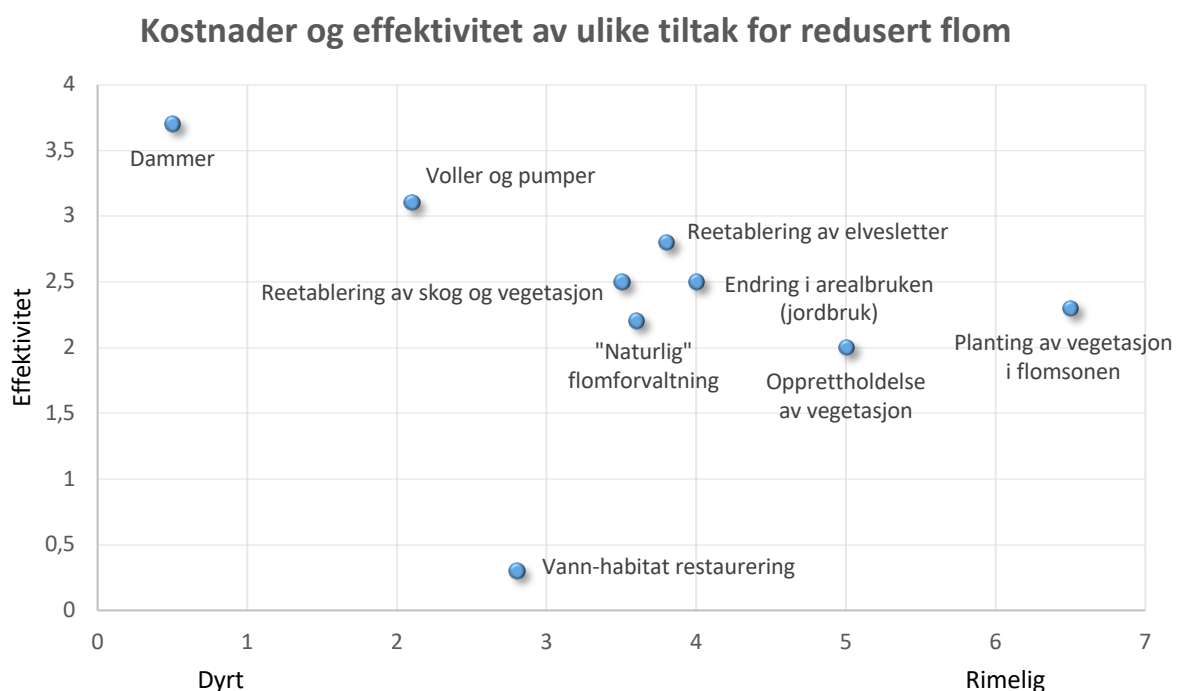
Ja, mener flere sterke krefter på fagfeltet, der IUCN med Cohen-Shacham *et al.* (2016), Vojinovic og Abbott (2012) og Vojinovic (2015) markerer seg gjennom henholdsvis autoritative rapporter og publisering av bøker og artikler.

5.5 Kvantifisering, hvordan regne på fare og effekt?

I en forvaltning som er preget av en kost-nytte-tankegang og vektlegging av kvantifiserbare tiltak både på effekt og kostnadssiden, så er kvantifiseringsaspektet svært relevant i forhold til hvilke løsninger som velges. I et økonomisk styrt paradigme vil den billigste og mest effektive løsningen bli valgt om den tilfredsstillende minimumskrav til f.eks. gitte miljøfaktorer. Ved å ha modeller for å prisse tilleggstenester slik som karbonbinding, livskvalitet, tilgang til grønne arealer, økt biologisk mangfold mv. vil NbL lønne seg i større grad. Det foregår mye forskning på dette området, og nye, bedre modeller gir et mer nyansert bilde om hva slike tilleggseffekter kan og ikke kan tilby, både rent økonomisk, men også samfunnsmessig (Watkin *et al.*, 2019).

5.6 Eksempler på ulike tiltak

Under kommer en oversikt over noen av de ulike NbL og grå løsninger som er brukt i dagens flomforvaltning, og i hvilken grad de oppfyller ulike kriterier som settes av interessentene på flomområdet.



Figur 7: Kost-nytte rangering av ulike tiltak for redusert flom. Modifisert etter The Royal Society (2014)

Figuren over viser at fysiske infrastrukturtiltak som dammer og flomvoller med pumpestasjoner er mest effektivt, men også dyrest. Reetablering av vegetasjonen i

nedbørsfeltet og planting i flomsoneer er mindre effektivt, men rimeligere. En naturbasert tilnærming er middels effektiv og kostnadsmessig midt mellom dyre infrastrukturtiltak og en mer naturlig flomforvaltning, der vannet f.eks. fordrøyes via naturlige hindre i vassdraget og flomsletter. Figuren viser ikke hva som er naturbaserte tiltak, men flere av tiltakene kan karakteriseres som naturbaserte, f.eks. reetablering av flomsletter og reetablering av vegetasjon og endringer i jordbrukets arealbruk (The Royal Society, 2014).

Det er mange ulike NbL-tiltak som kan brukes som flomdempende virkemiddel. En komplett oversikt finnes selvsagt ikke, men Ruangpan *et al.* har en god oversikt i sin seneste metastudie av NbL (Ruangpan *et al.*, 2020).

Noe av det mest interessante i denne studien er hvordan NbL har blitt vellykka implementert i småskala urban overvannshåndtering, mens det er en mangel på forskning på stor-skala NbL i regional skala og i rurale områder.

Phusicos-prosjektene i Gudbrandsdalen er relevante i denne sammenhengen, da disse nettopp forsøker å besvare hvordan regionale og rurale NbL virker på samfunn, miljø og natur. Flere hybrid NbL-tiltak er planlagt, og det prosjektet som er kommet lengst er en tilbaketrukket flomvoll i samløpet mellom Lågen og Gausa på Jorekstad (Phusicos project, 2019; Oppland fylkeskommune, 2018).

En norsk sammenligning av NbL-tiltak og effekten av disse er gjort av Menon economics på oppdrag av Miljødirektoratet (Magnussen *et al.*, 2017). Tabellen under gjengir 14 slike tiltak og effekter av disse.

Tabell 1: Naturbaserte løsninger, en oversikt. Modifisert etter Magnussen *et al.* (2017)

Tiltak	Effekt	Kostnad	Positive og negative tilleggseffekter
1. Bevare åpne vann og vassdrag	Høy	Lav (variabel)	+ Biologisk mangfold, temperaturregulering, rekreasjon
2. Restaurere innsjøer og vassdrag	Variabelt	Variabelt	+ Biologisk mangfold, rekreasjon, estetikk, temperaturregulering
3. Gjenåpne lukka vassdrag	Høy	Vanskelig å beregne	+ Biologisk mangfold, estetikk, rekreasjon, bedre bomiljø
4. Flytting og etablering av kunstige bekker	Høy	Variabel	+ Biologisk mangfold, estetikk, rekreasjon, bedre bomiljø, renseeffekt
5. Bevaring av skog	Høy	Variabel	+ Opptak av karbon, temperaturregulering, biologisk mangfold, rekreasjon
6. Planting av skog	Høy	Høy	+ Opptak av karbon, temperaturregulering, biologisk mangfold, rekreasjon -Kan skade lokalt biologisk mangfold

7. Bærekraftig forvaltning av skog	Høy til middels	Middels	+ Samme som bevaring av skog -Hogst øker erosjonsfare
8. Bevaring av myr og våtmark	Variabelt	Lav	+ Lagrer karbon, demper tørke, biologisk mangfold, renseeffekt
9. Restaurering av våtmark	Middels	Varierende	+Lagrer karbon, demper tørke, biologisk mangfold, renseeffekt -Tetting av grøfter kan øke flomrisiko
10. Reetablere kantvegetasjon	Høy, varierende	-	+ Reduserer erosjon og sedimentering, biologisk mangfold, luft- og vannrensende
11. Bevare kantvegetasjon	Høy, varierende	-	+ Reduserer erosjon og sedimentering, biologisk mangfold, luft- og vannrensende
12. Øke strukturell diversitet oppstrøms	Høy	Variabel	+ Biologisk mangfold
13. Etablere permeable kvistdammer	Middels, krever vedlikehold	Lav	+ Samler sedimenter, reduserer erosjon, stabiliserer -Hindrer fiskens vandring
14. Redusere kanalisering, gjenopprette meandering	Høy	Lav, variabel	+ Biologisk mangfold, temperaturregulering, rekreasjon

Gode tiltak som gir høy effekt til lav eller middels kostnad er: 1) bevare åpne vann og vassdrag, 14) redusere kanalisering og gjenopprette meandering. Disse to tiltakene har heller ikke merkbare negative tilleggseffekter.

De andre tiltakene har en kombinasjon av lav til middels effekt og svært variabel kostnad.

Ingen av tiltakene har betydelige negative tilleggseffekter.

5.7 Oppsummering og avslutning av teoretisk gjennomgang

Teorifeltet på flom, skred og forvaltningsområdet er mangfoldig og bredt. Jeg har forsøkt å finne en slags essens for å belyse min problemstilling og mine forskningsspørsmål. Likevel er det selvsagt ikke mulig å finne all relevant teori på området, så teorigjennomgangen er på ingen måte komplett eller 100% utfyllende.

6 Resultater og data

I denne delen presenterer jeg resultatene av undersøkelsen min. Disse resultatene er delt i to bolker, den første delen er resultatene fra den kvantitative undersøkelsen av de seks caseområdene, og den andre bolken er resultatene av de kvalitative undersøkelsene, dvs. intervjuene.

6.1 Kvantitative resultater, kort introduksjon

Disse består av kart, flyfoto og andre kvantitative data for de aktuelle caseområdene. For å velge ut disse har jeg har brukt en prosess som beskrives i 6.2 – 6.2.3.

Valgte områder:

Elvevifta til Finna – Vågåmo – Vågå kommune.

Elvevifta til Veikleåa – Kvam – Nord-Fron kommune.

Elvevifta til Frya – Fryasletta – Sør-Fron og Ringebu kommuner.

Elveslettene på strekningen Frya – Losnavatnet.

Dette er tre elvesletteområder som etterpå slås sammen til et område for en felles analyse.

6.1.1 Kvalitative resultater, kort introduksjon

Hva er resultatene og empirien fra intervjuene?

Noen interessante aspekter:

- Forskjeller og likheter mellom de tre forvaltningsnivåene.
- Forskjeller og likheter mellom forvaltning og forskningsnivået.
- Holdning til NbL fra de ulike informantene.
- Kunnskap om metoder og ulike løsninger, konsekvenser av ulike valg.
- Kvantifiserings-spøkelset, kan metoder som ikke er kvantifiserbare brukes?

Det ble gjennomført tre strukturerte dybdeintervjuer i grupper med i alt ni personer, som representerte ulike nivåer i forvaltninga, offentlige etater og en forskningsinstitusjon.

Informantene kom fra NGI, NVE, Ringebu kommune og Innlandet fylkeskommune.

6.2 Utvalgsriterier for caseområdene

Det er ikke hensiktsmessig eller mulig å undersøke hele studieområdet og alle sideelvene, derfor har jeg gjort to typer utvalg av caser, som beskrevet i metodekapittelet.

6.2.1 Sideelver Nord- og Midt-Gudbrandsdal, en kandidat pr. kommune

Etter å ha sett på hele Nord- og Midt-Gudbrandsdal, måtte jeg finne en sideelv pr. kommune, eller se om det var aktuelle elver som gikk gjennom flere kommuner. Det ble raskt klart at de to store sideelvene mot vest, Sjoa og Otta, ikke var aktuelle kandidater. Dette er egne, store vassdragssystemer med karakteristikk som ligner svært mye på hovedvassdraget Gudbrandsdalslågen. Sjoa og Otta danner selv store U-daler, og de går i stabile elveløp på grunnfjell over lange strekninger.

Det ble satt en nedre grense på nedbørsfelt til 100 km² for å luke ut de minste elvene, og vassdraget skulle være mest mulig uregulert, det måtte finnes boliger, næringsområder og kritisk infrastruktur på elvevifta. Til sist måtte det være mektige løsmasser i elvedalen.

Jeg hadde da et grunnlag på sju sideelver som jeg kunne gå videre med. Videre analyse av grunnlaget måtte foregå via kartografiske metoder (GIS) og fjernanalyse (av ortofoto). Til dette ble fire web-baserte GIS-systemer brukt: NVE Atlas (NVE, 2020a), Norgeskart (Kartverket, 2020), Norge i bilder (Statens vegvesen, Nibio og Kartverket, 2020) og NVEs nedbørsfelts-verktøy Nevina (NVE, 2020c).

NVE Atlas gir den kanskje mest komplette oversikten over relevant data for en slik analyse, da websiden gir informasjon om nedbørsfelt, vassdragsstruktur, vannføring, løsmassetyper, utbygd vannkraft, dammer og sikringstiltak samt adressepunkter og byggpunkter. Norgeskart viser oppdaterte kart fra Kartverket (Topo 4). Norge i bilder har ortofoto over hele Norge, og for mange områder er det mulig å gå bakover i tid for å se på historiske flyfoto.

Til sammen gir dette et godt grunnlag for å foreta en utvelgende analyse av de sju sideelvene. Utvalget ble gjort ved å sette kandidatene og deres egenskaper opp i en tabell (tabell 2).

Tabell 2: Oversikt over aktuelle sideelver, Nord- og Midt-Gudbrandsdal

Kriterium/ elv	Bøvra – Lom	Skjøli – Skjåk	Finna – Vågå	Jora – Dovre/Lesja	Ula – Sel	Veikleåa – Nord-Fron	Frya – Sør-Fron/Ringebu
Nedbørsfelt > 100km ²	X	X	X	X	X	X	X
Uregulert	X	X	X	X	X*	X*	X
Bolig/næring på elvevifte	-	-	X	-	X**	X	X
Kritisk infra- struktur på elvevifte	-	-	X	-	X	X	X
Mektige løsmasser i elvedal	X	X	X	X	X	X	X
Kriterier oppfylt	NEI	NEI	JA	NEI	NEI	JA	JA

Merknader: * delvis regulert med bunnlaster-sperrer, ** relativt få boliger/næringsbygg.

De kandidatene som oppfylte alle kriteriene var: Finna, Veikleåa og Frya. Veikleåa oppfyller ikke fullt ut kriteriet *uregulert*, men siden regulering er gjort som direkte konsekvens av flere store flommer de siste årene, var det relevant å ta med Veikleåa likevel. Ula i Sel oppfyller bare delvis kriteriene *uregulert* og *bolig/næring* på elvevifte, og ble derfor valgt bort.

6.2.2 Elvesletter i Nord- og Midt-Gudbrandsdal – i hovedvassdraget

Neste steg var å finne aktuelle elvesletter i Gudbrandsdalen. Kriteriene her var litt forskjellige fra sideelvene. Elveslettene skulle være *preget av jordbruk*, det måtte være *boliger og/eller viktige næringsområder* og de skulle ha *kritisk infrastruktur*, slik som større veier og/eller bane. På den naturmessige siden skulle fremdeles de *naturlige landskapsformene* være til stede, og det måtte være noenlunde *varierte vegetasjon*. Grunnlaget ble da fem større elvesletter, som i prinsipp er alle de store elveslettene i hovedvassdraget Gudbrandsdalslågen, i Nord- og Midt-Gudbrandsdal. Definisjonen på *større elveslette* ble satt til en sammenhengende slette av relativt flatt land og en elveoverflate på over 3 km². Flere områder i Midt-Gudbrandsdal ligger like under eller på dette arealet. Etter prøveoppmålinger av areal i NVE Atlas, ble grensen satt her for å unngå å få for mange områder inn i utvalgsprosessen. Kravet til naturlige landskapsformer ble tatt inn for å luke ut områder der elva er sterkt kanalisert og forbygd.

Dette førte til at både Lesjaleirin og Selsvoldane falt ut av utvalget. Begge disse elveslettene er resultat av store offentlig iverksatte prosjekter, der hovedmålet med prosjektene var å vinne nytt land for jordbruksformål, i tillegg til flomsikring. Tiltakene var sterkt inngripende i

naturforholdene, og både elveløp og landskapsformene ellers ble endret i vesentlig grad. På den andre siden betydde disse tiltakene enormt mye for jordbruket i både Lesja og Sel (Andersen, 1996).

Også her brukte jeg kartografisk metode og fjernanalyse for å sile ut de områdene som var aktuelle å bruke videre som caser. De samme tre web-baserte GIS-systemene som for sideelver ble brukt; NVE Atlas (NVE, 2020a), Norgeskart (Kartverket, 2020) og Norge i bilder (Statens vegvesen, Nibio og Kartverket, 2020).

Tabell 3: Oversikt over elvesletter i Nord- og Midt-Gudbrandsdal

Kriterie/ elveslette	Lesjaleirene – Lesja	Selsvoldane – Sel	Fryadeltaet – Sør-Fron/Ringebu	Vålebrudeltaet – Ringebu	Fåvang – Ringebu
Preget av jordbruk	X	X	X	X	X
Bolig/næring på elveslette	-	-	X	X	X
Kritisk infrastruktur	-	X*	X	X	X
Naturlige landskapsformer	-	-	X	X	X
Varierte vegetasjonstyper	X	X	X	X	X
Kriterier oppfylt	NEI	NEI	JA	JA	JA

Merknad: * Dovrebanen er noe utsatt på deler av Selsvoldane, E6 ligger høyere og er ikke like utsatt.

Tabellen (tabell 3) viser at Fryadeltaet, Vålebrudeltaet og Fåvangområdet tilfredsstiller kriteriene jeg har satt opp. Fåvangområdet er det største av disse tre, med et areal på ca. 8,5 km². De to andre områdene grenser til hverandre, og det kan argumenteres at det er et sammenhengende område på tilsammen omlag 7 km², men de har hvert sitt distinkte delta, og behandles derfor separat i utvalgsprosessen.

6.2.3 Resultat av utvalgsprosessen

Case 1 – Finna, Vågå kommune.

Case 2 – Veikleåa, Nord-Fron kommune.

Case 3 – Frya, Sør-Fron og Ringebu kommuner.

Case 4 – Fryadeltaet, Ringebu kommune.

Case 5 – Vålebrudeltaet, Ringebu kommune.

Case 6 – Fåvang, Ringebu kommune.

6.3 Resultater fra GIS og fjernanalyse

Videre presenteres caseområdene 1 – 3 i egne avsnitt, og i et felles avsnitt for caseområde 4 – 6. Når det gjelder flomnivåer, så vil det i en flomforvaltningskontekst være mest relevant med et flomnivå for 200-årsflom med klimapåslag.

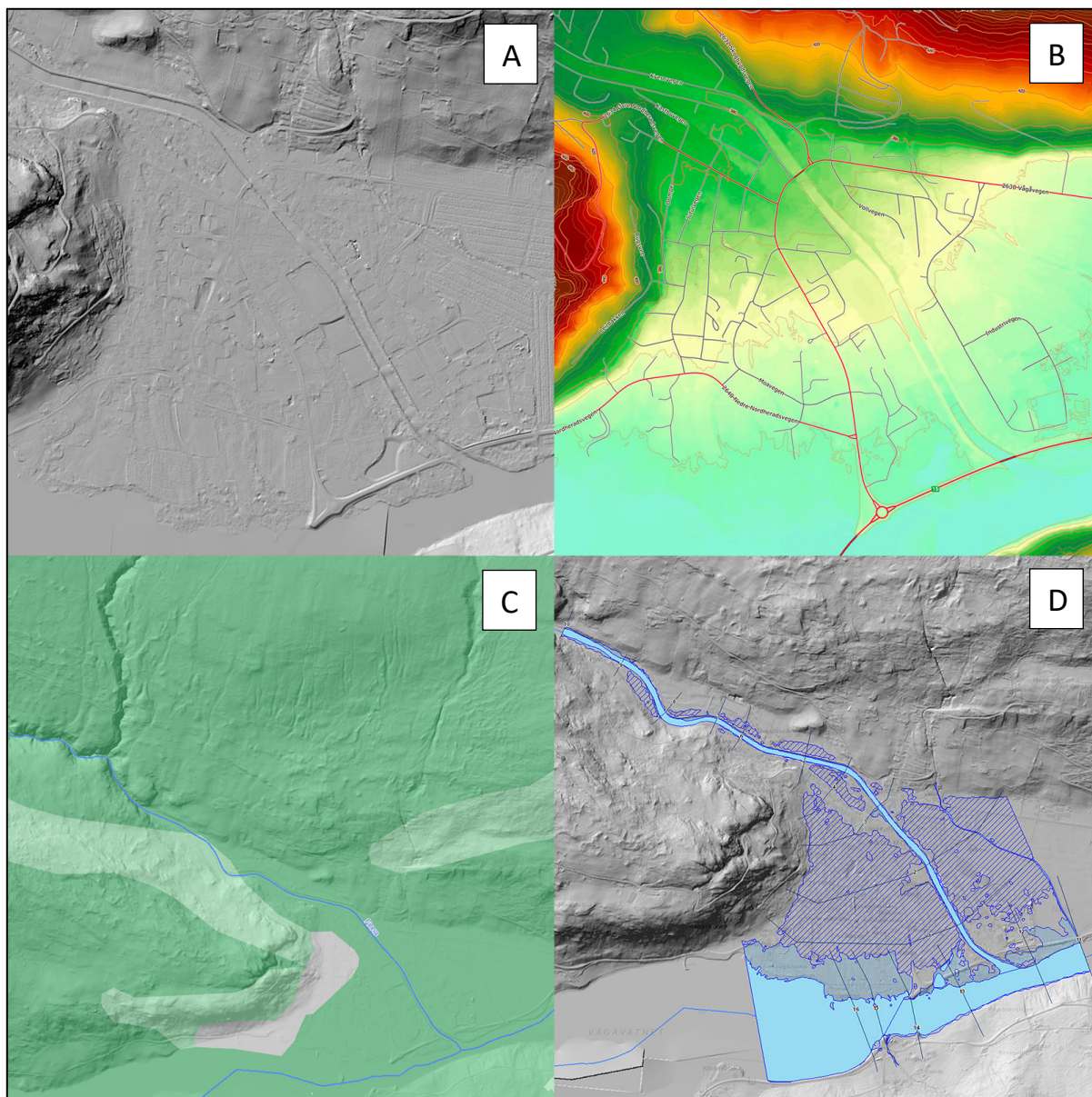
Klimapåslaget for 200-årsflommene i år 2100 på Østlandet er generelt beregna til 20% etter gjeldende retningslinjer fra Norsk klimaservicesenter (2015) og NVE (Lawrence, 2016).

Da tilgjengelige flomsonekart som viser nivå for 200-årsflom med klimapåslag ikke finnes for caseområdene, er det brukt 500-årsflom, som er høyeste tilgjengelige nivå. Så lenge flomsonekartene ikke inneholder oppdaterte nivåer for flom med klimapåslag, er det vanskelig å si hvor høyt vannet vil stige ved en teoretisk 200-årsflom i 2100. Om man tar vannføringen i Lågen ved Losna nord som et utgangspunkt, så viser tall fra NVEs tjeneste Nevina, at en 200-årsflom i 2100 godt og vel tilsvarer en 1000-årsflom i 2020 (NVE, 2020c).

6.3.1 Caseområde 1 Finna

Elva Finna som kommer fra fjellområdene mellom Ottadalen og øvre del av Gudbrandsdalen, drenerer et nedbørsfelt på 466 km² (NVE, 2020c). Finna er ei bratt og masseførende elv.

Vanligvis er det lite nedbør i området, men ved mye nedbør og sterk snøsmelting, kan det oppstå skadeflom. Flommen i 1938, der store deler av Vågåmo ble skadet, er den siste alvorlige flommen i elva. Senere har NVE gjennomført en rekke flomsikringstiltak i og langs elva (Andersen, 1996; Oppland fylkeskommune, 2018; Roald, 2013). Finna er et varig vernet vassdrag etter Verneplan IV for vassdrag 1993.



Figur 8: Illustrasjonskart over Finna og Vågåmo sentrum

A: Digital terrengmodell (DTM) basert på lidarscanning. Kilde: Kartverket

B: Høydeplott med veier basert på lidarscanning. Kilde: Kartverket

C: Løsmassemektighet. Grønt: tykt dekke. Lysegrønt: tynt dekke. Grått: bart fjell. Kilde: NGU

D: Flomsone 500-årsflom. Kilde: NVE

Figur 8 viser at Vågåmo sentrum ligger på en mer eller mindre helt flat elveslette (A). Det er mye infrastruktur, bebyggelse og store verdier som ligger utsatt til for flom (C). Elva renner gjennom tykke lag med løsmasser avsatt under og etter siste istid (C), og disse eroderes og massene føres nedover mot Vågåmo sentrum. NVEs flomsonekartlegging (D) viser at ved en 500-årsflom vil nesten hele sentrum være utsatt for flom. Dette er ikke bare vann fra Finna, men også vannstanden i Vågåvatnet vil påvirke flomnivåene i sentrum.



Figur 9: Historisk kart og ortofoto over Vågåmo og Finnas utløp

A: Historisk kart fra 1946. Kilde: Kartverket

B: Ortofoto 1964. Kilde: Kartverket

C: Ortofoto 2015. Kilde: Kartverket

Figur 9, A – C viser hvordan Vågåmo, administrasjonssentrum for Vågå kommune, har utviklet seg fra 1946 fram til i dag. Etter skadeflom i 1938 der Finna gjorde store skader på Vågåmo, ble Finna forbygd gradvis helt ut til utløpet i Ottaelva. Også i 1958 var det storflom, men da holdt forbygningene, og de verste skadene ble unngått. Senere er disse ytterligere styrket, og det er bygget forsterka terskler som holder på noe av løsmassene (Andersen, 1996).

Det som var et flomdelta med skog, ble gradvis tatt i bruk til jordbruk, næring og bolig. Forbygningen av 1938 gjorde denne utviklingen mulig, men nyere kartlegging av flom- og skredfare, samt økte krav i TEK17 for bygninger i sikkerhetsklasse 2 og 3, gjør at videre samfunnsutvikling i Vågåmo nå er mer krevende.

Lokale politikere og næringsinteresser ønsker en avklaring på situasjonen, slik at den lokale utviklingen kan starte opp igjen. Hvilke tiltak som skal settes i gang er opptil statlige og kommunale myndigheter å vurdere (Holø og Lusæter, 2020).

Det er ingen form for naturbaserte løsninger i vassdraget i dag, og heller ingen planer om slike løsninger.

6.3.2 Caseområde 2 Veikleåa

Veikleåa er ei mindre sideelv til Gudbrandsdalslågen som renner ut i hovedvassdraget i Kvam, Nord-Fron kommune. Elva drenerer et nedbørsområde som ligger mellom hoveddalføret og det større nedbørsfeltet til Frya. Feltet er 101 km² og preget av et typisk tørt

innlandsklima med en årsnedbør på 547 mm (NVE, 2020c). Kvam sentrum ble hardt rammet av flom i både 2011 og i 2013. Kartet i figur 10 viser områdene som ble rammet i 2013.



Figur 10: Kart/ortofoto over Kvam sentrum etter flom i 2013

Kvam ble tidlig på 10-tallet kjent som flombygda. To voldsomme flommer rammet bygda, og disse fikk stor medieoppmerksomhet. Den første flommen skjedde den 10 – 11. juni 2011, og er senere kjent som Pinseflommen i Gudbrandsdalen. Normalt er den verste vårfloppen over på dette tidspunktet, snøen i fjellet er smeltet og det er lite nedbør. Lars A. Roald (2013) mener årsaken til denne flommen var et Vb-type lavtrykk (Mudelsee *et al.*, 2004), den samme værtypen som også forårsaket Storofsen i 1789.

Bare to år etter, den 22. mai 2013, flommer Veikleåa seg gjennom Kvam sentrum. Mye lokalt regn og stor snøsmelting gjør at det er enorme vannmengder som skal ned den trange Veikledalen. Også denne gangen er det varm og fuktig luft fra Middelhavet som medvirker til de kraftige regnbygene over Østlandet (Roald, 2015).

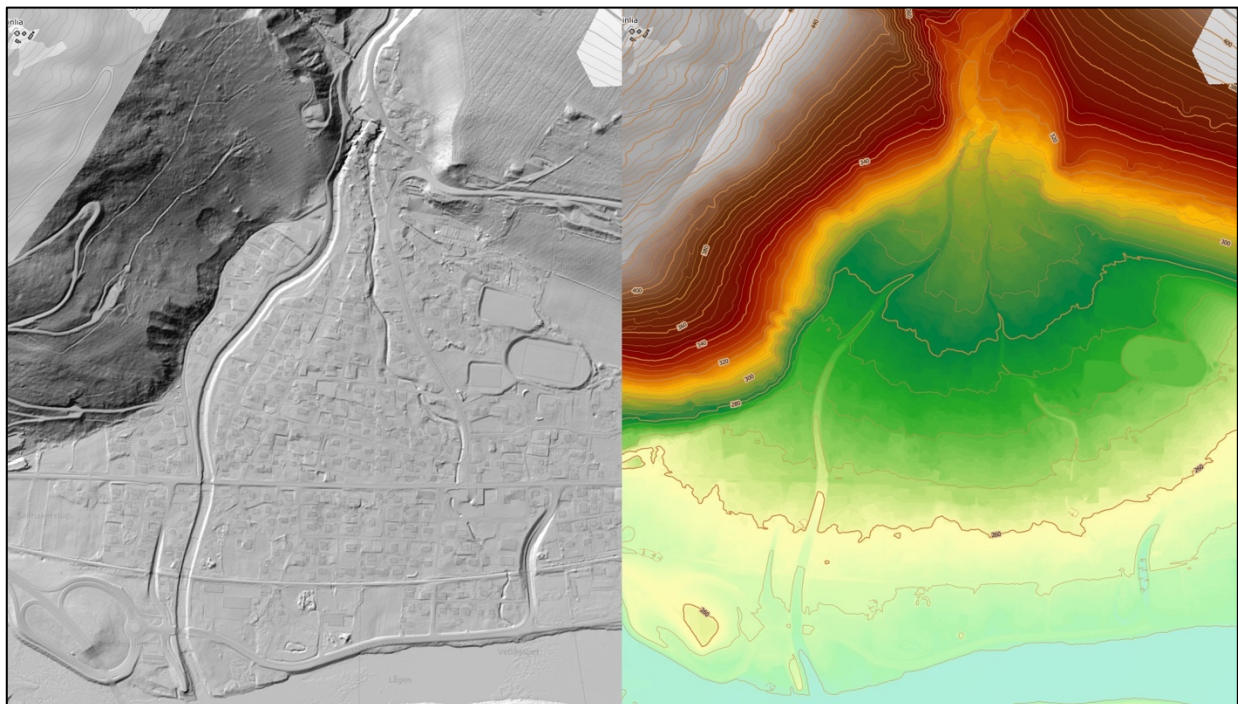
På ortofoto (figur 11), ser man at ravinene etter flomskredene i 2011 ikke har grodd igjen, og det raser store mengder løsmasser ut i Veikleåa fra de samme ravinene. Det ligger også igjen store avlagrede løsmasser etter flommen i 2011 i midtre og øvre deler av vassdraget. Hovedkilden til løsmassene i 2013 er erosjon av gjenlagt materiale langs elveløpet (Bogen *et al.*, 2016). Disse massene føres nedover Veikledalen og avlagres på de flate partiene i Kvam sentrum. Etterhvert flommer vannet ut av elveløpet sitt og renner til øst og vest, der særlig de vestlige boligområdene (se figur 10) rammes hardt for andre gang på tre år. Flere hundre innbyggere må evakueres, og saken får stor nasjonal oppmerksomhet. Likevel er flommen i 2013 sett under ett, en mindre flom i Gudbrandsdalen enn 2011-flommen (*ibid.*)

Det ble klart at noe måtte gjøres i Kvam for å opprette sikkerheten for lokalsamfunnet.



Figur 11: Ortofoto Veikledalen serie fra 2010-2017. Kilde: Kartverket

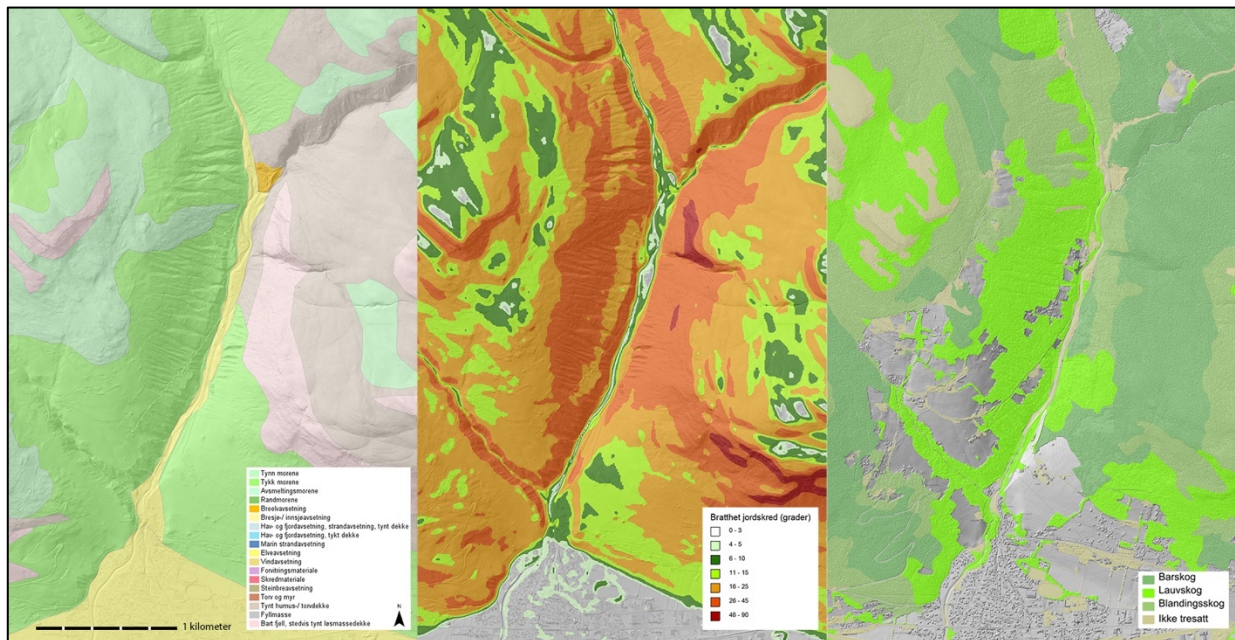
Selv om Veikleåa er et lite vassdrag, er det spesielle problemstillinger knyttet til elvas flomfare. Flommene i 2011 og 2013 er langt fra de første flommene som rammer Kvam sentrum. I 1934 var det en stor skadeflom i Veikleåa, og etter det ble elvebreddene langs elva forbygd. Det var også planer om en dam i Veikledalen, men denne ble aldri bygd (telefonsamtale med Lars A. Roald, 19. nov. 2019).



Figur 12: Lidar digital terrengmodell (venstre) og lidar høydeplott (høyre) av Kvam sentrum. Kilde: Kartverket

Som figur 12 viser, ligger Kvam sentrum på en klassisk flomvifte der Veikleåa har lagt opp elvemasser og bygd opp terrenget gjennom lang tid. Følgelig er Kvam sentrum også svært

flomutsatt slik som vi har sett Vågåmo er. Forskjellen er at nedbørfeltet til Veikleåa er mye mindre, og normalvannføringen er følgelig mindre.



Figur 13: Kart over Veikledalen med løsmasser, helning og vegetasjon. Kilde: Kartverket

Som figur 13 viser, så består sideskråningene i Veikledalen i hovedsak av tykke morenemasser. I tillegg er det svært bratt, opptil 45 graders helning. Vegetasjonen på disse morenemassene er primært lauvskog, og denne skogen har ikke like utviklet rotsystem som barskogen. Når så skred oppstår, river disse med seg vegetasjonen og fører løsmasser og trær ned til elveløpet.

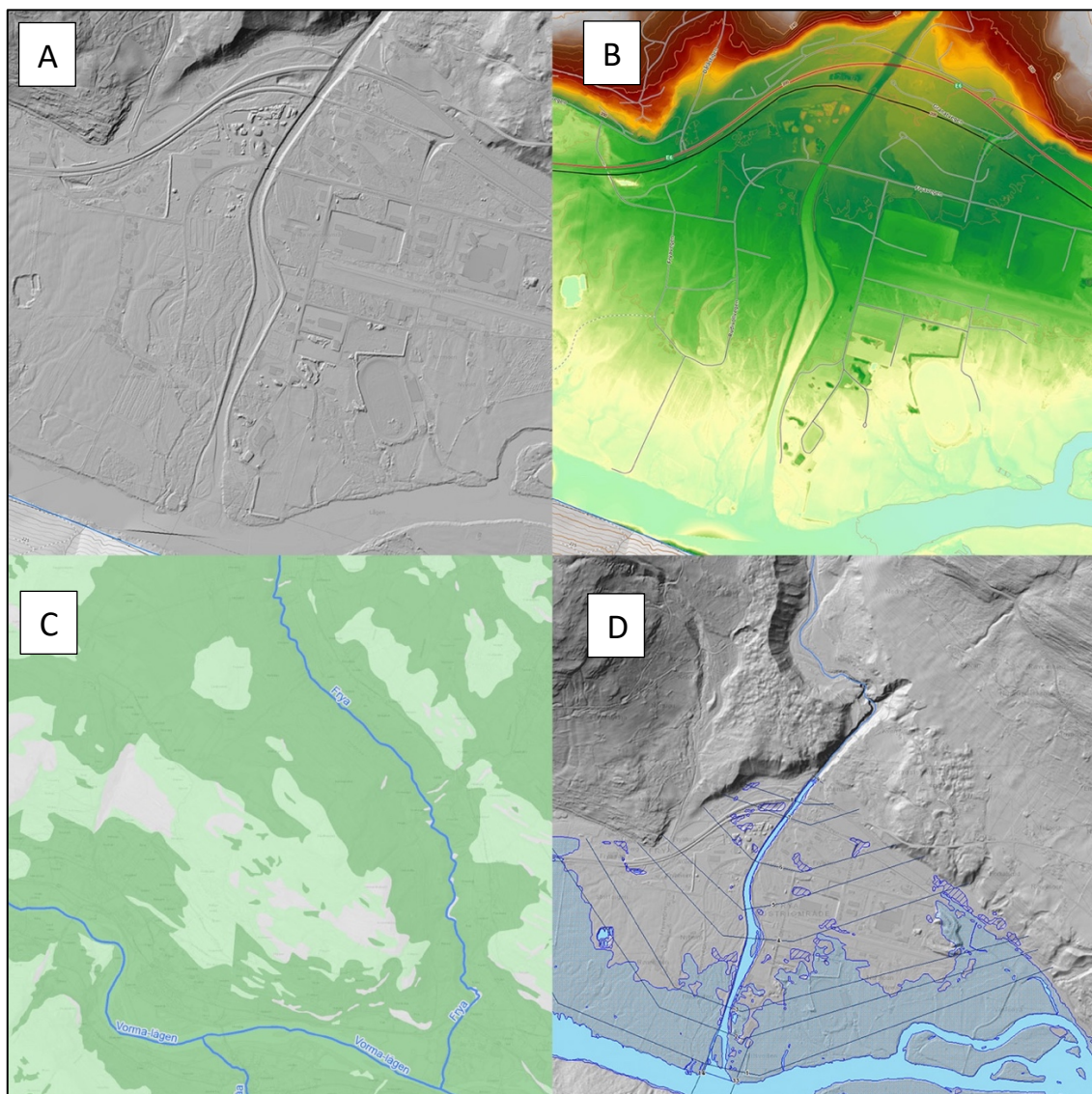
Morenemassene er dårlig sortert, og skredmassene inneholder en stor variasjon av fraksjoner som føres nedover både som bunntransportert masse og suspendert materiale (Bogen *et al.*, 2016). Håndteringer av en slik flom er dermed krevende, flomvernet må ta høyde for alt fra finsilt til grov stein, vegetasjonsmateriale og vannet selv.

Etter disse flomhendelsene utredet NVE hvordan Kvam sentrum skulle sikres, og det ble etterhvert utført følgende tiltak: bygging av to bunnlasterperrer, kanalisering av elveløpet med forsterkning av elvebreddene og flommurer. Figur 12 viser hvordan Veikleåa løper gjennom sentrum etter fullførte arbeider. Prislappen for tiltakene kom på noe over 140 mill. kroner ifølge NVEs årsrapporter for sikrings- og miljøtiltak (Haugom, 2019; 2018; 2015). I denne prisen er ikke flytting av fylkesveien i Veikledalen, den første opprensingen etter flommene, private forsikringsoppgjør, naturskadeerstatninger og andre kostnader medregnet. At de totale kostnadene kom på langt over 200 mill. kroner er vel neppe å ta i for hardt.

Tiltakene som ble gjennomført i Kvam er pr. i dag utelukkende av infrastrukturbasert art. Det er ukjent om noen naturbaserte metoder i det hele tatt ble vurdert etter flommene i 2011 og 2013.

6.3.3 Caseområde 3 Frya

Frya er ei stor sideelv som drenerer deler av Rondane og fjellområdene mellom Østerdalen og Gudbrandsdalen. Nedbørsfeltet er 371 km² (NVE, 2020c). Elva er også bratt, det er stor erosjon og stor massetransport (Bogen *et al.*, 2016). Frya er et varig vernet vassdrag etter Verneplan II for vassdrag 1980. Elva danner grensa mellom kommunene Sør-Fron og Ringebu, og elva forvaltes av begge kommunene.



Figur 14: Illustrasjonskart over Frya og Frydalen

A: Digital terrengmodell (DTM) basert på lidarscanning. Kilde: Kartverket

B: Høydeplott med veier og bane basert på lidarscanning. Kilde: Kartverket

C: Løsmassemekthet. NB! Annen skala enn A og B. Grønt: tykt dekke. Lysegrønt: tynt dekke. Grått: bart fjell. Kilde: NGU

D: Flomsone 500-årsflom. NB! Annen skala enn A, B og C. Kilde: NVE

Figur 14 A, B viser situasjonen på elvevifta, og C, D viser henholdsvis nedre del av Frydalen og hele elvevifta. Som kartene viser, så er elvevifta nesten helt flat der Frya møter Lågen, og det er bygd flomvoller på begge sider av elva nesten helt ut i Lågen.

Frya renner gjennom tykke lag med løsmasser i Frydalen, og er en masseførende elv som fører i gjennomsnitt 15.000 tonn bunntransporterte løsmasser ned til deltaet. Disse avlagres delvis i utløpet og noe føres videre nedover hovedvassdraget. I tillegg føres det i gjennomsnitt 13.500 tonn suspenderte finstoffer ut i hovedvassdraget.

Massene kommer i hovedsak fra erosjon av elvebankene og sideskråningene i Frydalen (ibid.).



Figur 15: Fryadeltaets utvikling

A: DTM som viser tegn etter gamle elveløp og deltaets utvikling. Kilde: Kartverket

B: Historisk kart fra 1916, revidert i 1939. Kilde: Kartverket

C: Dagens topokart. Kilde: Kartverket

Figur 15 B, historisk kart fra NGO, nå Kartverket, viser hvordan situasjonen så ut fram mot andre verdenskrig. C viser nåsituasjonen der elva er sterkt kanalisert med flomvoller, og utbygd infrastruktur som veier, flyplass og renseanlegg. Det er også en betydelig industrivirksomhet med meieri, produksjon av rør, bildemontering, bryggeri mv. Figur 15 A viser flomforbygningene langs elva og spor etter de gamle elveløpene. Symbolene (sirkel med hale og stjerne) på det historiske kartet representerer løv- og granskog. Elvesletta var fram til i hvert fall 1939 preget av få bosettinger og flommarksskog.

Flomforvaltningen for Frya har fra tidlig 1970-tallet fram til 2016 hovedsakelig bestått av grusuttak i munningen av elva, og litt lenger oppe i vassdraget. Fram til storflommen på Østlandet i 1995, fungerte en inntaksdam til Frya kraftstasjon (operativt fra 1949 til 1979) som en masseoppsamlingsdam for bunntransporterte masser. I 1995 ble restene av dammen

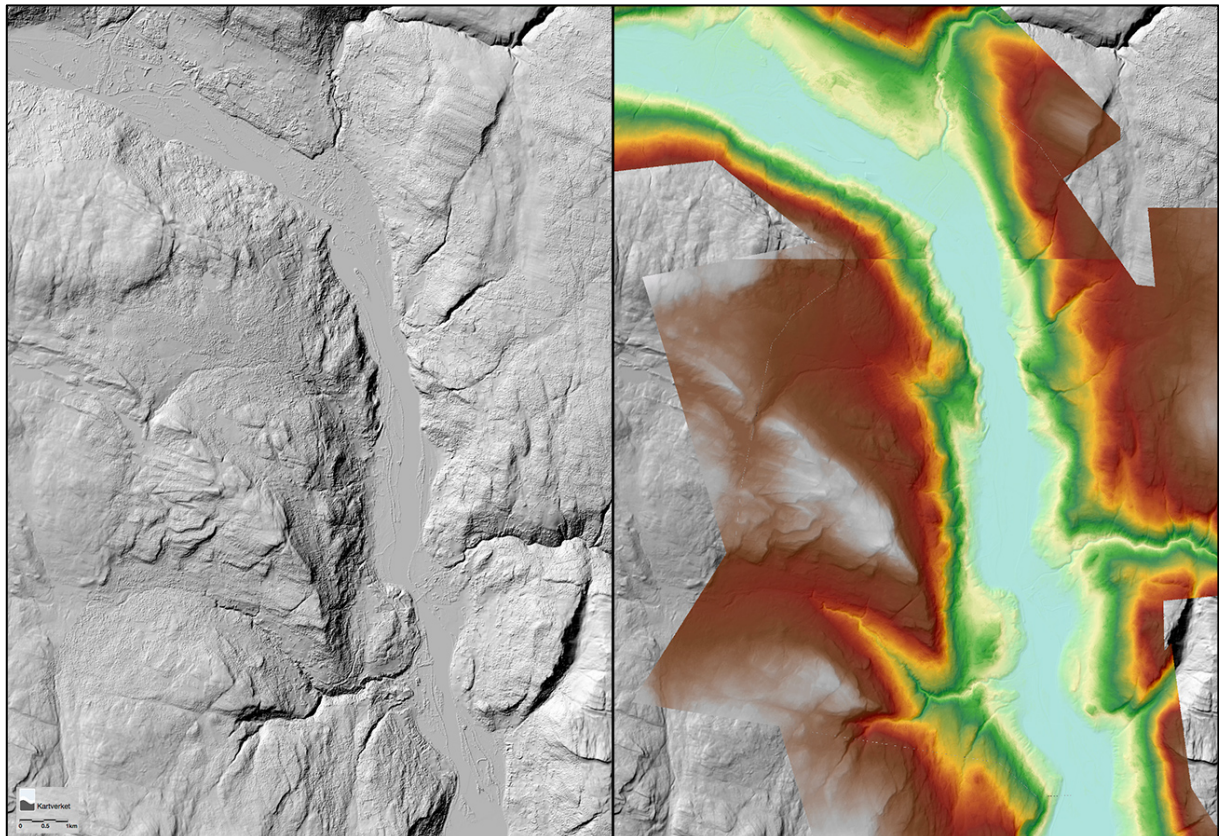
ødelagt av flommen, og etter den tid har alle bunntransporterte masser blitt ført ned til munningen (ibid.).

Flomvollene på begge sider av elveløpet (se figur 15 A), har fungert som flomvern for øvre og midtre deler av industriområdet og deler av jordbruksarealene. Det er ikke implementert noen form for naturbaserte løsninger pr. dags dato.

6.3.4 Case 4, 5 og 6 – elveslettene fra Frya til Losna

Caseområdene 4, 5 og 6 hører naturlig sammen, de har mange av de samme fysiske og samfunnsmessige forutsetningene og kjennetegnene, så de slås sammen til et område som presenteres som en stor elveslette.

Fra Frya i nord, til Losnavatnet i sør, renner Lågen stort sett sakte gjennom et flatt landskap preget av elvesletter og elvedeltaer skapt av sideelvene Frya, Våla, Tromsa og Moelva. Ved innløpet til Losnavatnet er nedbørsfeltet til Lågen på 11093 km², og ved en middelflom er vannføringen 1471 m³/sek. Ved en 200-årsflom med klimapåslag er vannføringen beregna til 3052 m³/sek. (NVE, 2020c).

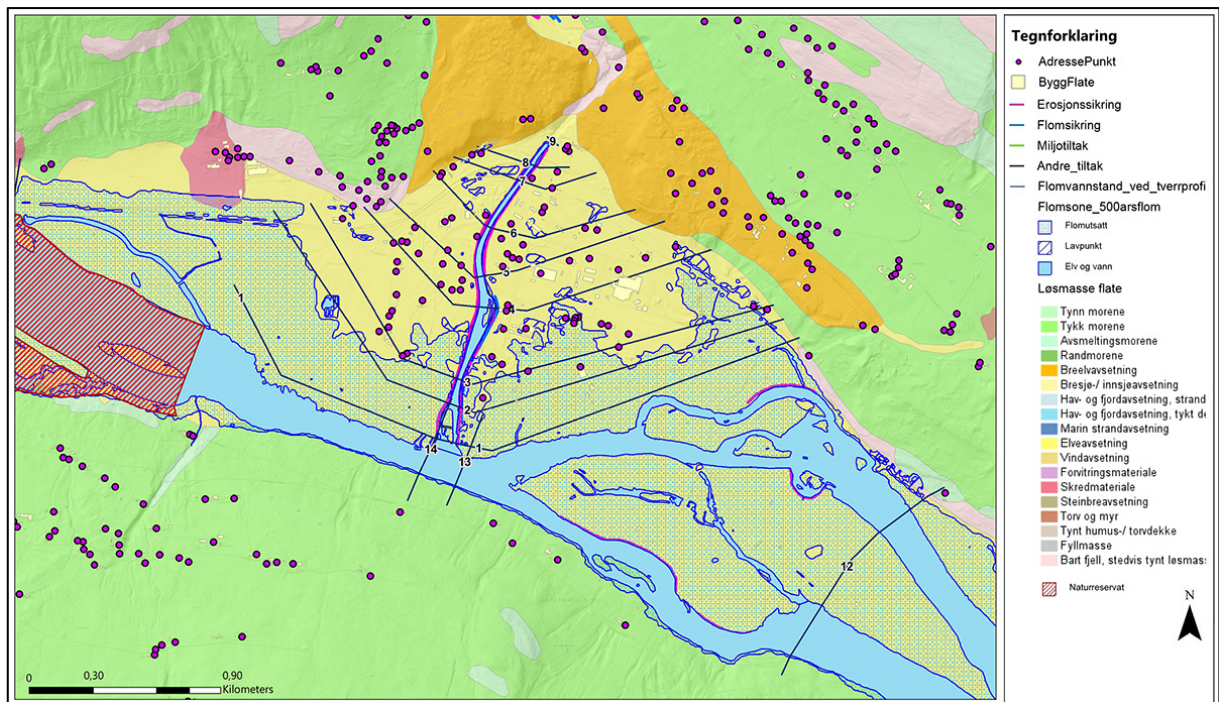


Figur 16: Kart over elveslettene fra Frya til Losna. Venstre: DOM (digital overflatemodell). Høyre: DOM høydemodell. Kilde: Kartverket

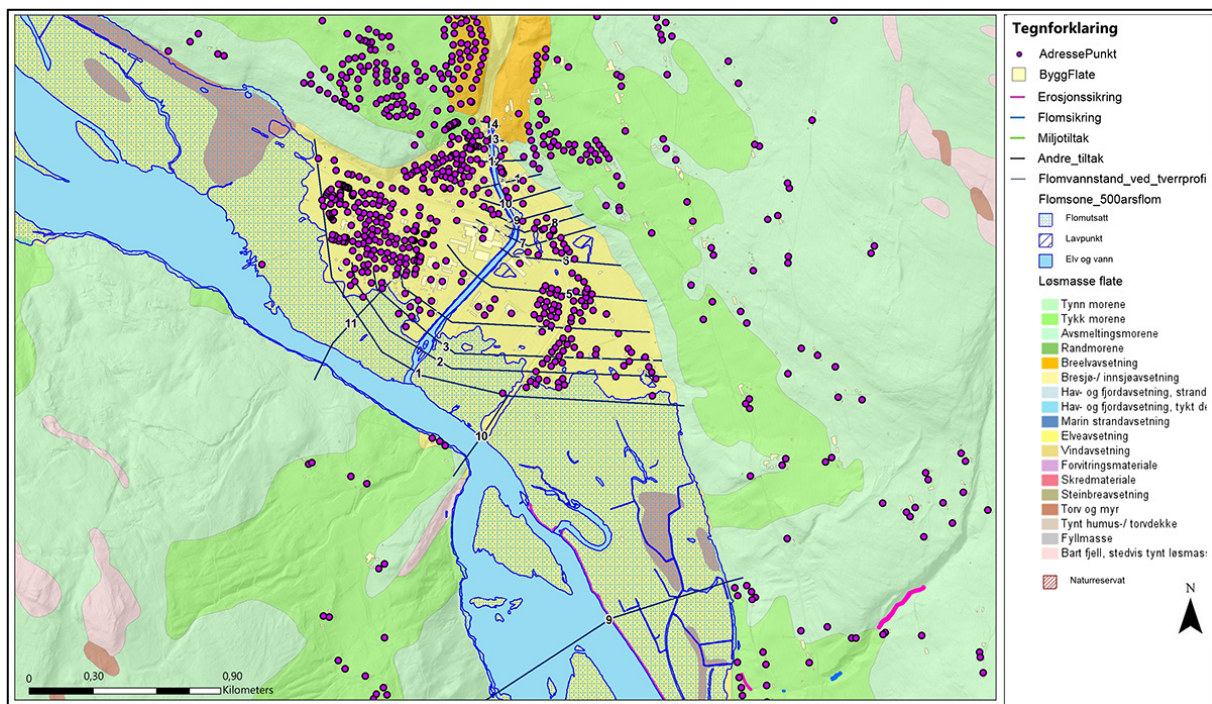
Figur 16 viser at terrenget er flatt i dalbunnen, og at områdene følgelig er flomutsatt ved stor vannføring i Lågen. Kartene under viser at løsmassegeologien er dominert av elveavsetning med noe myr i dalbunnen, bresjøavsetning og morenemasser i dalsidene.

Flere sideelver og bekker skaper elvevifter som påvirker Lågens hovedløp, ikke minst Frya, som over er nevnt som en svært masseførende elv.

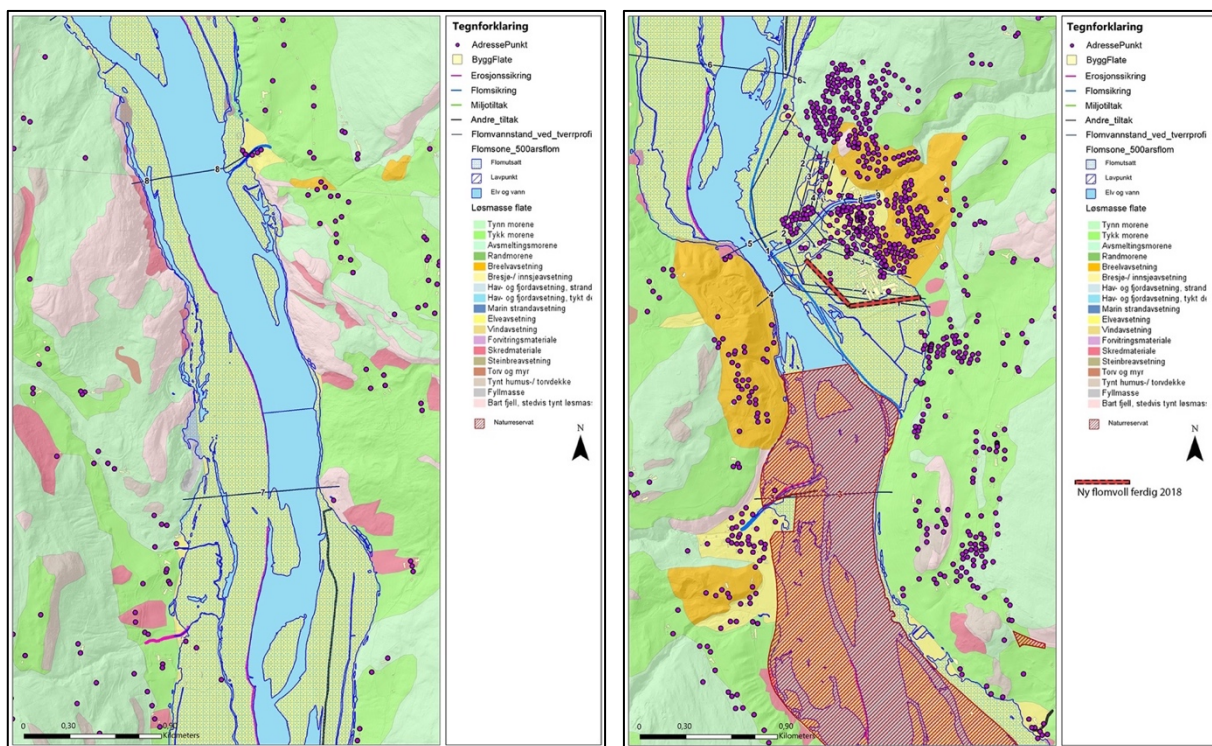
Kartene i figur 17 – 20 viser områdene fra Frya i nord til Losnavatnets begynnelse.



Figur 17: Kart over delområde Frya. Kilde: NVE Atlas



Figur 18: Kart over delområde Vålebru. Kilde: NVE Atlas

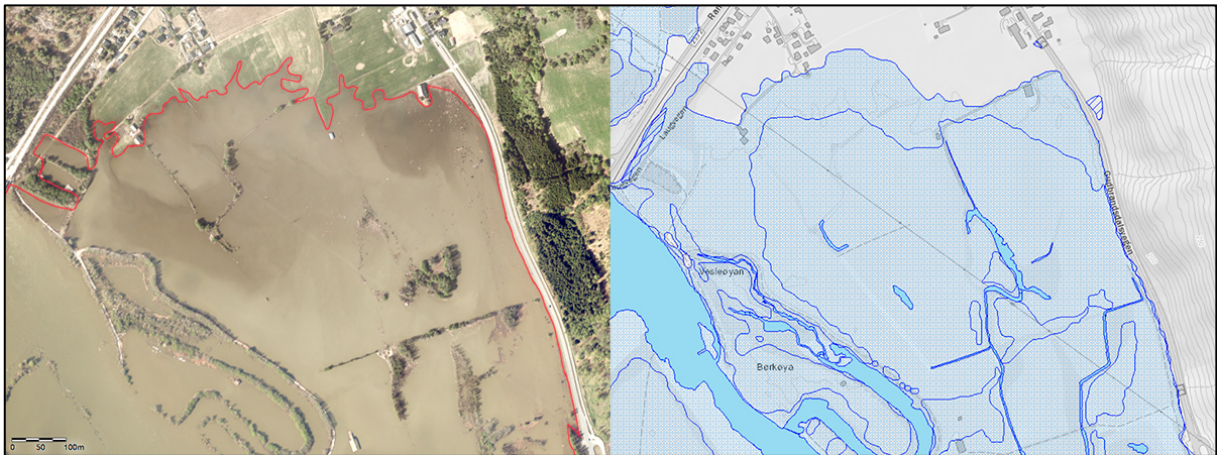


Figur 19 (til venstre): Kart over delområde Elstad camping – Trøståker. Kilde: NVE Atlas

Figur 20 (til høyre): Kart over delområde Fåvang. Kilde: NVE Atlas

Kartene (figur 17 – 20) viser at det er utført en rekke flomsikringstiltak av sideelver og bekker og erosjonssikring av Lågens elvekanter. Kartene viser også at stort sett hele dalbunnen og store deler av elveviftene vil oversvømmes ved en 500-årsflom.

Også ved mindre flommer som en 50-årsflom, vil elvesletta bli til en flomslette oversvømt med flomvann. Sammenlignet med flyfoto fra 11. mai 2018, viser flomsonekartene at dette trolig var en 50-årsflom.



Figur 21: Ortofoto og kart over Vålebru, Ringebru, flom 2018 og flomsoner. Kilde: Kartverket og NVE Atlas

Rød strek på ortofoto viser flomnivået 12. mai 2018. Blå streker er flomsoner for 10- og 100-årsflom.

Dette er elvas naturlige flommønster, og ved en slik flom virker hele elvesletta som et vannbasseng som fordrøyer flommen. Ved å ta vare på denne elvesletta så vil dette kanskje være den beste naturbaserte løsningen som kan anvendes på hele området.

Opptelling av adressepunkter i området viser at innenfor flomsone for 500-årsflom så finnes det 13 boliger, 23 hytter og 26 andre bygg med egen adresse. I tillegg finnes det en hytte sør for delområde Fåvang som ligger i sonen.

Totalt ligger det 63 bygninger med egen adresse i flomsone til en 500-årsflom pr. mai 2020.

I november 2018 ble en flomvoll ved Fåvang sag ferdigstilt. Etter gjentatte skadeflommer i Fåvang sentrum ble denne bygd som et flomsikringstiltak finansiert av NVE, Oppland fylkeskommune, Ringebru kommune og lokalt næringsliv. Denne sikrer 48 boenheter og 11 andre bygg inkl. offentlige kontorer, Fåvang sag og andre industribedrifter. Tiltaket hadde en kostnadsramme på drøyt 32 mill. kroner (Ringebru kommune, 2018; Haugom, 2018).

Bortsett fra elveslettas fordrøyende effekt når den oversvømmes, som kan kalles en ekte naturlig løsning, er det få eller ingen naturbaserte løsninger i området. Området preges av

store endringer i arealbruk og press på arealene fra nærings-, infrastruktur- og jordbruksinteresser.

6.4 Data fra intervjuer

Det ble gjennomført tre gruppeintervjuer med til sammen ni personer. De representerer de tre ulike forvaltningsnivåene i Norge og en forskningsinstitusjon.

Empirien fra intervjuene viser at fagfeltet er preget av kompliserte og sammensatte problemstillinger. De ulike nivåene i forvaltninga er ikke nødvendigvis opptatt av de samme problemene, og synet på fagfeltet er prega av ståstedet til informantene, noe som ikke er unaturlig. På den andre siden er alle informantene kjent med begrepene naturbaserte løsninger og infrastrukturbaserte, grå, løsninger. Dette gjør det lettere å vurdere de ulike aktørene opp mot hverandre, da de i hvert fall snakker noenlunde samme språk.

Noen av de klareste problemstillingene som alle var opptatt av var endringer i klima med påfølgende økning i nedbør og problematikken med arealbruk i og rundt vassdragene.

6.4.1 Nøkkelfunn

Jeg vil først gå gjennom det jeg betegner som nøkkelfunn i empirien fra intervjuene. Dette er viktige momenter som både bekrefter og utfyller dataene fra den kvantitative delen:

Flommene i Gudbrandsdalen er kompliserte og sammensatte. Det er ikke bare snakk om vann, men også om massetransport, både bunntransporterte masser, og vannopløste masser.

Flommene er både smelteflommer og regnflommer, noen ganger begge deler og de kommer til ulike tider på året. Noen ganger er det kombinasjonen av flere faktorer som utløser flommen, og flere av disse faktorene, slik som været, er selvsagt svært vanskelig å forutsi med god nok nøyaktighet og i god nok tid.

Mer vann på grunn av mer nedbør, vil følgelig gi mer massetransport. Spesielt vassdrag med store nedbørsfelt, og dermed stort område for erosjon, gir da mer massetransport. Frya og Finna er gode eksempler på slike vassdrag. Utfordringen blir da å håndtere både flomvann og bunntransporterte masser samtidig.

Du har mest massetransport når du har mest vannføring, og i og med at maksimal vannføring øker, så vil også massetransporten øke. Du har kanskje 90-95% av massetransporten på 1% av vannvolumet, ca. i den størrelsesorden der, og når den maksimalverdien øker, så vil [elva] ha større potensiale for massetransport. Det er

ikke på normalvannføringa den store massetransporten skjer, men i de store flommene. Så det blir en følgeeffekt av større flommer.

(Fagansvarlig NVE, intervju 04.02.2020)

I Veikledalen er dette løst med store infrastrukturbaserte tiltak i form av to bunnlastsperrer. Dette er effektivt, men har en høy prislapp og er inngripende i natur og miljø.

Når det gjelder hvilken metodikk som skal anvendes for å sikre mot og forvalte flommen og flomområdene, så er alle de offentlige nivåene i hovedsak klar over hvilke styrker og svakheter som de ulike metodene representerer. Det har vært en dreining fra en ren infrastrukturbasert forvaltning med lite fokus på natur, miljø og tilleggseffekter, til en mer nyansert forvaltning der særlig miljøhensyn har blitt mye mer satt i fokus.

Likevel er det en slående forskjell i synet på naturbaserte løsninger på de ulike nivåene, og kanskje litt overraskende er det en større positivitet til naturbaserte metoder på begge kommunenivåene.

Det [NbL] er framtida det, åpne opp mer bekker og få overvannet til å bli et slags landskapselement, og et rekreasjonselement. Det tror jeg bare er positivt. Men det er kostnader ved det.

(Ansatt Ringebu kommune, intervju 06.02.2020)

Det er positivt, men det må være muligheter for å få det til, det er ikke så flatt her i området, det må være plass for slike løsninger.

(Ansatt Ringebu kommune, intervju 06.02.2020)

På statlig nivå er det en mer avventende holdning til bruk av rendyrka NbL, mens hybrid-løsninger er noe NVE er mer positive til. Bakgrunn til en større grad av skepsis til NbL i den statlige etaten, bunner mest sannsynlig i en lang og sterk tradisjon for ingeniørbasert forvaltning, og en lang tradisjon for bruk av ISbL.

Men ikke minst er det en stor utfordring at mange av de mest aktuelle NbL-ene er vanskelige å kvantifisere. Uten konkrete tallfesta løsninger er det vanskelig for staten å bevilge de nødvendige midlene. Tiltakene staten skal bruke penger på, må være gode nok til å sikre samfunn, og ikke minst liv og helse. Et aldershjem må være sikret til et nivå som minst tilsvarer en 200-årsflom for å tilfredsstillte TEK17, noe annet er ikke godt nok. Mange NbL klarer ikke uten videre å tilfredsstillte dette, fordi de ikke er kvantifiserbare nok.

Kan jo være noe av det [NbL] som er vanskelig å kvantifisere, om man skal ha konkrete sikkerhetsnivåer. Setter du opp hundre kvistdammer i et sidevassdrag, i et

sidevassdrag kan det jo kanskje hende at du klarer å oppfylle sikkerhetskravet, men jeg tror kanskje at det er vanskeligere å dokumentere det.

(Fagansvarlig NVE, intervju 04.02.2020)

Mye av mangelen på kvantifiserbarhet kan skyldes at NbL er nye metoder som ikke er godt nok utprøvd eller er like lette å regne på som konstruksjoner i stein eller betong. Forskningen på feltet har vært mest rettet mot urbane områder, og kanskje ikke like mye mot rurale områder som Gudbrandsdalen. Dette er noe av det Phusicos-prosjektet skal undersøke videre, så da kan kanskje kvantifiserbarhetsmangelen bli adressert framover.

Funker det [NbL] eller ikke? Er det, når det blir oppskalert, funker det like bra som grå [infrastrukturbaserte] løsninger? Eller farer vi med en slags illusjon? Det er noe av det vi skal prøve å besvare i dette [Phusicos]prosjektet her.

(Geotekniker NGI, intervju 13.01.2020)

6.5 Funn fra de ulike intervjuene

En rekke ulike temaer og aspekter ved flomforvaltning og ikke minst synet på metodebruken ble tatt under de tre gruppeintervjuene. Jeg har sortert empirien etter de mest relevante temaene. Utvalget av temaer er gjort basert på hva som er viktigst for å belyse problemstillingen og forskningsspørsmålene.

6.5.1 Tematikk klima, nedbør, miljø og natur

Det er både vann og massetransport ved flom som er noe av utfordringen i vassdragene på Østlandet. Massetransporten skjer primært ved høy vannføring. I visse tilfeller skjer 90 – 95% av massetransporten på 1% av vannvolumet. Når så maksimalverdiene for vannføring øker av ulike årsaker, så vil det ha store konsekvenser for massetransporten. Større og hyppigere flommer vil gi mer massetransport (NVE intervju, 04.02.2020).

Miljøverdier har et helt annet fokus i alle diskusjoner om vassdrag i dag, på en helt annen måte en før. Dette gjelder ikke bare for NbL, men også for ISbL. Før var det vanligere å tenke kanalisering, men den tida er forbi. En av de viktigste prinsippene med NbL er å tenke helhetlig tilnærming til vassdrag. Ingen vassdrag er like, derfor blir også problemstillingene ulike fra vassdrag til vassdrag. Ikke alle løsninger er mulige overalt.

Kommunene som skal ha nytte av sikringstiltakene er opptatt av friskmelding av areal for utvikling, og da må kravene i TEK17 oppfylles. Denne størrelsen må være kvantifiserbar, og det må være systemer som også kan være sikre framover i tid, ikke bare her og nå. I noen

tilfeller kommer kommunene i en skvis, de skal kunne tilby sykehjemstjenester til sine innbyggere, men de får kanskje ikke bygge et nytt sykehjem der de hadde tenkt fordi det er flom- eller skredrisiko på den tomte de har til rådighet. I noen tilfeller, som for Finna, så er også vassdraget varig verna, så handlingsrommet er enda mindre (NVE intervju, 04.02.2020).

Framtida bringer trolig mer nedbør, og noe kommer som svært intens nedbør på kort tid. Type nedbør er viktig, for ikke alle typer nedbør er like kritisk. Regn er mer krevende enn snø, og om det blir varmere klima, blir det trolig mer regn. Det blir derfor ikke mindre aktivitet på skred- og flomområdet framover. Dette krever at samfunnet tilpasser seg et endret klima. NbL kan brukes til en slik klimatilpassing, men også for å ta bedre vare på vassdragene med tanke på områder som bio-diversitet osv. (Innlandet fk. & NGI intervju, 13.01.2020).

På lokalt kommunalt nivå i Gudbrandsdalen er det to hovedutfordringer når det kommer til flom- og skredområdet. Det er vårflommen i Lågen, og det er flom og flomskred i de bratte sidevassdragene. I Lågen er det stort sett jordbruksområder som er utsatt, men i sidevassdragene kan både liv og helse, infrastruktur og annen bebyggelse stå i fare. Disse flom- og skredhendelsene er mye mer uforutsigbare enn flommen i Lågen. De siste årene har kommunene opplevd mer styrtregn, som rammer veldig lokalt, og det oppstår skader fordi stikkrenner og bekkeløp ikke er dimensjonert for slike vannmengder (Ringebu k. intervju, 06.02.2020).

Mye av flommarksskogen er dyrka opp og verna av flomvoller de siste 30 – 40 årene. Disse arealene tok før imot overskuddsvannet, og elva kunne være bredere. Sand og slam la seg i flommarksskogen, mens de nå legger seg på jordbruksarealene ved en større vårflom. Det er også flere arter som er avhengig av slike biotoper, og når det blir stadig mindre flommarksskog, kan disse artene bli trua. Også infrastrukturprosjekter som bygging av ny E6 på en ytre trasé mot Lågen kan føre til tap av enda mer flommark (Ringebu k. intervju, 06.02.2020).

6.5.2 Arealplanlegging

Arealbruken, dvs. arealdisponeringer, hva arealene brukes til, er sentralt. All arealbruk har konsekvenser, og disse er ofte negative for vassdraget, selv om de er positive for mange andre samfunnsformål, gjerne da enkeltvis. Summen av de negative konsekvensene for vassdraget derimot, er gjerne også negative for samfunnet som helhet. Areal er en knapphetsfaktor, selv i rurale strøk, fordi arealet det er snakk om både trengs av samfunnet, til boliger, næring og infrastruktur, og av vassdraget for å regulere seg selv ved flom.

Ved arealknapphet er det ofte lettere å løse flomsikringsutfordringene ved å bruke ISbL, fordi NbL ofte er mer arealkrevende (NVE intervju, 04.02.2020).

Jernbanen la premissene for tettstedsutviklingen mange steder i Gudbrandsdalen. NSB planla og bygde stasjonene på elvevifter fra de større sidevassdragene, som Ringebu, Vinstra, Kvam og Otta. Dermed var retningen for utviklingen lagt, og på mange måter har tettstedene bygd seg inn i store utfordringer, arealet er brukt, og siden NbL krever større plass, er handlingsrommet blitt lite (NVE Intervju, 04.02.2020).

Helhetlig planlegging er en nøkkelfaktor, men kommunene som har ansvaret for, med utarbeidelse av kommuneplanens arealdel, er lite forberedt på dette, både av kapasitetshensyn, kompetansemangel og ikke minst trang økonomi. NVE er ingen direkte planmyndighet, men utfører sikringstiltak for kommunene i samarbeid med disse, som regel i mer avgrensa prosjekter og arealer. Fylkeskommunen er regional planmyndighet, men har ingen tett og regelmessig kontakt med kommunene etter at planene er vedtatt. Det er diskutabelt om fylkeskommunen har økonomi og kapasitet til å drive med store arealplanleggingsprosjekter ute i felten. Det er også en fare for at de trækker kommunene på tærne om de prøver seg på dette (Innlandet fk. intervju, 13.01.2020; Ringebu k. intervju, 06.02.2020).

Det er svært harde krav til kommunene, som har ansvar for det meste på flomsikringsområdet via areal- og reguleringsplan-arbeidet. Det er krevende for en liten kommune i Gudbrandsdalen å forholde seg til alle krav i lov og forskrift. Om kommunene har begrensa ressurser, så kan det være lett å skyve dette arbeidet foran seg.

På en annen side så blir dagens kunnskapsgrunnlag bedre og bedre, både på planområdet der farekartlegginga for skred og flom er stadig bedre, og det er også gode databaser for historiske hendelser (Innlandet fk. & NGI intervju, 13.01.2020).

6.5.3 Naturbaserte vs. infrastrukturbaserte løsninger

Viljen til å bruke NbL ser ut til å være stor i kommunesektoren, både hos kommuner i Gudbrandsdalen, og hos den nye sammenslåtte fylkeskommunen. Det er også grunnleggende kunnskap om slike løsninger hos de involverte i kommunal sektor, særlig på regionalt nivå. Men det er et åpent spørsmål om evnen til å gjennomføre NbS er like stor. Det står delvis på kompetanse, men framfor alt på ressurser. Flere kommuner er pressa økonomisk, og må prioritere lovpålagte oppgaver over ikke-lovpålagte, kompliserte og langvarige prosesser for flom- og vassdragsforvaltning. Det som gjøres er ofte det som til en viss grad må gjøres når

kommunene roterer kommune- og arealplaner samt utfører ROS-analyser (Ringebu k. intervju, 06.02.2020).

Gode NbL skal gi tilleggseffekter sammen med flomsikring. Disse effektene kan være av både økonomisk og økologisk karakter. Tiltakene må utformes med en helhetstankegang i bunnen. Dette krever gode prosesser og god involvering underveis. Arealplanlegginga der tiltakene skal settes inn må ta høyde for alt dette (Innlandet fk. & NGI intervju, 13.01.2020).

Et viktig aspekt ved valg av sikringsløsninger er at noen metoder og tiltak, både for NbL og ISbL, er at de kan kreve mye vedlikehold. Løsninger som f.eks. sikringsnett for skred og kvistdammer for sedimentfangst, krever regelmessig vedlikehold som tømning for å opprettholde funksjonalitet. Dette vedlikeholdet må organiseres av tiltakseier, og det vil i de fleste tilfeller være kommunene. Uten et slikt systematisk vedlikehold vil resiliensen i tiltaket synke over tid (Innlandet fk. & NGI intervju 13.01.2020, NVE intervju, 04.02.2020).

Det er en mangel på gode eksempler på større NbL for rurale områder. De fleste NbL-ene er urbane tiltak, og mange av disse handler om overvannshåndtering i tettbygde strøk. Her er det utført mye forskning og mange av tiltakene er blitt godt kjent ikke bare i forskningsmiljøene, men også for allmennheten. Åpning av Hovin-bekken i Oslo er et tiltak som har fått stor oppmerksomhet. Når det gjelder større NbL-tiltak i Norge, så er det få eller ingen storskala tiltak å vise til. Et velkjent storskala-tiltak i Europa er Isar-elva i Tyskland, der det opprinnelige elveløpet som var sterkt kanalisert har blitt åpnet opp igjen og elva har fått mer plass. Ellers er det en stor mangel på oppskalerte NbL i både Norge og Europa (Innlandet fk. & NGI intervju, 13.01.2020).

Et av prosjektene i den norske delen av Phusicos, er å iverksette et større NbL-tiltak i området der Gausa møter Lågen, på Jorekstad. Der planlegges det en tilbaketrukket flomvoll som skal gi elva mer plass under flommen, men samtidig beskytte jordbruksarealer, boliger og infrastruktur. Det er også et håp om at flommarkskogen skal få økt verdi. Hovedhensikten er likevel å øke sikkerheten, men tilleggseffektene er av både økonomisk og økologisk karakter. Det kan diskuteres om tiltaket er et ekte NbL siden det inneholder en flomvoll, men det er i hvert fall en hybrid som de involverte interessentene mener er en god løsning (Innlandet fk. & NGI intervju, 13.01.2020).

Det er ikke all flomsikring som er bygd for å sikre folk. I flere tilfeller er områder sikret og tørrlagt for å vinne nytt jordbruksland, f.eks. Selsvoldane og Lesjaleirin i Gudbrandsdalen, og

i Solør i Østerdalen. Om dette er grønne eller grå løsninger kan jo diskuteres (NVE Intervju, 04.02.2020).

Det er en definisjonssak å klassifisere hva som er naturbaserte eller infrastrukturbaserte tiltak. Hvor mye natur må bringes inn i tiltaket før det blir naturbasert? Både NbL og ISbL har styrker og svakheter. Tiltaket som velges må uansett svare på noen sikringsbehov, og det må kunne dokumenteres. Altså er kvantifiserbarhet igjen viktig. Det er også en større kunnskapsbase for ISbL enn for NbS pr. i dag. Ofte er det ingen enkle løsninger, det er heller et puslespill av ulike løsninger som til slutt gir en helhetlig løsning, om det er betong eller kvistdammer, eller en kombinasjon (NVE intervju, 04.02.2020).

Det er også en debatt om hvilke langtidskonsekvenser tiltakene som gjøres vil ha. Kan ISbL ha uønska effekter på sikt? Ved å se til andre land, som f.eks. Nederland, ser man at visse tiltak har hatt negative effekter på lang sikt. Ved å dreie bruken over på NbL så er det kanskje mulig å unngå disse negative effektene. Kanskje er det bedre å la naturen ordne opp mer selv? NbL kan muligens være en bedre løsning i framtida, men også NbL har utfordringer, det må være såpass gode tiltak at de beskytter folk og hus mot naturfare (Ringebu k. intervju, 06.02.2020).

6.5.4 Liv, helse og risiko

Det mest alvorlige ved en flom er om det blir fare for liv og helse. Denne konsekvensen trumfer det meste av det andre. Da blir flommen en helt annen utfordring enn om det er snakk om vann på jordbruksarealer eller stengte veier. De farligste flommene er ofte flommer i sidevassdrag som kommer veldig fort, og om det skjer på natta, er det en betydelig risiko for at liv og helse kan bli utsatt.

Derimot er flommene i Lågen mye tregere, og da rekker folk å flytte seg selv og de viktigste materielle verdiene før flommen topper seg (NVE intervju, 04.02.2020).

En annen ting som kom fram er at man må unngå å bygge seg inn i ny risiko. Dette er kanskje noe av det viktigste på flomsikringsfeltet. Det er mye vanskeligere å sikre i ettertid, enn å tenke flomsikring og flomforvaltning før det bygges nytt eller bygges om. Dette gjelder infrastruktur som veier, bruer og bane, men også bygninger og næringsvirksomheter samt nydyrking og andre arealbruksendringer. Men det kan virke som bevisstheten for å tenke slik er lav ute i kommunene (NVE intervju, 04.02.2020).

Det sikres ikke uten et reelt behov, dvs. før en form for utredning av behovet er gjennomført, eller etter en alvorlig hendelse, som flom eller skred. Skadeomfanget viser gjerne behovet i

form av skader på eiendom, næring eller infrastruktur, eller i verste fall at liv og helse rammes. (NVE intervju, 04.02.2020).

6.5.5 Forvaltning, finansiering og prosesser

En faktor som er viktig er hvordan tiltak og sikring i vassdrag skal finansieres. Dagens situasjon er at NVE sitter på store deler av pengepotten for sikring, men det er på langt nær store nok bevilgninger til å sikre arealene som trenger det. Dette gjør at det blir en frustrasjon ute i kommunene. Spriket mellom behovet og bevilgningene er stort. Normalt finansierer NVE rundt 80% og kommunene og andre resten. (NVE intervju, 04.02.2020).

Et sikringstiltak til 90 millioner, som Fagervold bunnlastsperre i Veikledalen, vil koste NVE 72 mill., og kommunen 18 mill. (Haugom, 2018).

Phusicos-prosjektet har brede medvirkningsprosesser i fokus. En del av Phusicos er Living labs, eller levende laboratorier. I et slikt levende laboratorium er det en rekke deltagere, på engelsk kalles dette «stakeholders», av og til oversatt med aktører eller aktanter, men NGI bruker begrepet interessenter. Dette kan være kommuner, grunneiere, bønder, beboere, naboer, næringslivet, infrastruktureiere, organisasjoner, friluft-interessenter, statlige etater osv. Alle har sine interesser å ta vare på, og det er ingen automatikk at disse samsvarer, snarere tvert imot. Å finne felles interesser kan være utfordrende, men ikke umulig.

Overordna er de fleste uansett enig om at skadeflom ikke er ønskelig for noen (Innlandet fk. & NGI intervju, 13.01.2020).

Det er lokalt i kommunen ikke avsatt noen midler til flomtiltak, så det er ingen penger til å drive med erosjonssikring av bekker osv. Det som gjøres er å kartlegge kritiske punkter som stikkrenner og bruer, slik at kommunen kan ha en god beredskap om en flomhendelse oppstår. Det som konkret gjøres i kommunen er å planlegge for lokal overvannshåndtering, via fordrøyningsdammer på tomtene og grønne tak ved nybygging. Det mest gjennomførbare er grønne tak, eller torvtak. Fordrøyningsdammer er det ofte rett og slett ikke plass til (Ringebu k. intervju, 06.02.2020).

Et av de mest omdiskuterte områdene i Ringebu kommune er Fryadeltaet. Siden Frya er en svært masseførende elv, og disse massene avlagres i munningen av elva, som nå er smal og kort etter kanalisering på 70-tallet, mener mange at det må tas ut grus i munningen for å redusere flomfaren. Utfordringen er at elva legger tilbake disse massene veldig raskt. I 2014 – 2015 ble det tatt ut 10.000 m³ grus i elva, men det gikk kun kort tid før elva hadde lagt igjen nye masser på uttaksstedet. Disse uttakene har god effekt på mindre flommer, som en 10-

årsflom, men på større flommer har de ingen effekt. Dette er det svært vanskelig å kommunisere ut til innbyggere og grunneiere, som ser på grusen som en ressurs, og tror at dette er et godt og nyttig tiltak for flomsikring.

Det som trolig kunne vært et effektivt tiltak er å senke vannstanden i Losnavatnet. Da hadde vannet i Lågen sør for Frya fått større hastighet, og mere av de fine massene som er oppløst i vannet hadde blitt deponert i Losnavatnet (Ringebu k. intervju, 06.02.2020).

Samarbeidet med fylkeskommunen og NVE oppleves til tider som tungt og fjernt fra lokal kommunal forvaltning. Det er lokalt et ønske om mer bistand fra NVE, men ofte ender kommunen opp med å måtte kjøpe konsulenttjenester fra eksterne selskap når det er snakk om reguleringsplaner for masseuttak og flomsikring. Den regionale planen for Lågen møter mye skepsis hos innbyggerne i kommunen, og det kan virke som det ikke skjer mye konkret i forhold til det som står i planprogrammet. Men det samarbeides godt i regionalt planforum, og det er stor nytte for kommunen å delta der. Planarbeidet lettes av at det finnes innhold og retningslinjer som kan brukes i lokale planer.

Det kanskje viktigste på lokalt nivå er at administrasjonen får innbyggerne med på laget, og at det hersker enighet om tiltakene som skal utføres. Involvering i prosessene understrekes som veldig viktig, og hjelper til å forklare konsekvensene av de valg som tas (Ringebu k. intervju, 06.02.2020).

6.6 Likheter og ulikheter i dataene fra de to forskningsmetodene

Begge metodene viser at sideelvene er de som er farligst, og der er vurderingene av hva som skal gjøres i forhold til sikring og metodikk mest komplisert.

GIS og fjernanalyse viser fysiske forutsetninger og boliger, næring og infrastruktur som ligger i fareområder, områdenes topografi, samt hvilke geologiske forutsetninger som finnes. Dette er et bra utgangspunkt for NbL, men sier lite om hva interessentene mener, og hva gjeldene lover og regler sier.

Intervjuene viser i mye større grad den forvaltningsmessige og den lovmessige siden, og hvor forskere og byråkratene står i dag. De fleste offentlige interessentene er på vei mot et mer NbL-styrt paradigme, men det er tydelig at NVE holder igjen pga. mangel på kvantifiserbarhet og derav mangel på dokumenterbarhet for TEK17 og samfunnets formelle krav til planarbeid.

7 Diskusjon

Naturbaserte eller infrastrukturbaserte løsninger i studieområdet? Dette er det overordna temaet for diskusjonen. Spørsmålet er binært, men svaret er ikke binært. Forhåpentligvis kan funnene i empirien være med på å belyse sakskomplekset i lys av relevant teori.

7.1 Introduksjon

Gjennomgangen av resultatene fra både den kvantitative og den kvalitative delen viser at NbL foreløpig ikke har stor utbredelse i Gudbrandsdalen. Likevel er regionale og lokale kommunale myndigheter klar over muligheten til å bruke NbL, og er positive til å bruke NbL. Phusicos-prosjektet er spesifikt innretta mot å undersøke muligheten for å bruke NbL i større skala i regionen. Bruken av NbL har en rekke utfordringer som må adresseres før slike løsninger får en større aksept. På en side er kvantifisering og oppskalering en stor utfordring for NbL, men på den andre siden kan NbL tilby flere typer tilleggseffekter som ikke ISbL kan tilby (Ruangpan *et al.*, 2020).

Valgene av hvilke tiltak som skal brukes er av både politisk og faglig karakter, og krever endringsvilje om NbL skal velges. Kunnskap er derfor nødvendig for å ha et godt grunnlag for å gjøre valg som krever betydelige endringer i flomforvaltningen.

7.2 Hva sier resultatene om de undersøkte casene?

Undersøkelsen av den kvantitative delen viser komplekse problemstillinger i sidevassdragene, der de valgte casene har flere likhetstrekk som styrker empirien. Elveslettene i Midt-Gudbrandsdal er et sammenhengende område som tross store endringer de siste hundre år, fremdeles framstår som et interessant case for å undersøke hvilke muligheter som finnes ved bruk av NbL som et oppskalert tiltak.

Funnene fra intervjuene sier også noe om caseområdene. Disse funnene er integrert i hvert enkelt case og utfyller empirien i casene.

7.2.1 Case 1 Finna:

Det er svært vanskelig å se for seg NbL brukt i nedre deler av Finna og Vågåmo sentrum. Det er mangel på areal for å utføre tiltak, og eventuelle NbL-tiltak vil trolig ha meget usikker effekt. Elva er sterkt masseførende og sentrumsområdet ligger på en flat vifte bestående av avsetningsmateriale.

Vassdraget er varig vernet, og alle tiltak kan komme i konflikt med verneplanen, særlig om det skal velges tiltak lenger opp i vassdraget som er lite berørt av menneskelige inngrep og bygde strukturer.

Det største problemet er massetransporten i vassdraget og avleggingen av de bunntransportere massene i Finnas flatere partier i Vågåmo sentrum. Dagens sikring er et tradisjonelt ISbL-tiltak med flomvoller og forsterkning av elvebunnen. Hele Vågåmo sentrum ligger på elvevifta, og det er nærmest helt flatt. For videre utvikling i sentrum utløser TEK17 automatisk krav om sikring:

Hvis du sikrer et sentrumsområde, så er det fordi en kommune vil ha sentrumutvikling og friskmelding av areal i tilknytning til sikkerhetskrav gitt i byggeteknisk forskrift [TEK17], og da må det være en kvantifiserbar størrelse, og det må være systemer på det som gjør at du kan si at også om 10 år er det sikkert, og det er derfor dette med helhetlig tilnærming er viktig, fordi ofte vil jo dette være vassdrag som skal leve sitt liv, de har sine prosesser som bare vil komme og komme igjen, og mange av disse, spesielt sidevassdraga, men også Lågen, har jo f.eks. massetransport, som er med å påvirke dette med sikkerhetsnivået, og hvordan skal man håndtere det for at kommunen kan godkjenne byggesøknad langs vassdraget i sentrum, også om 10 år.

(Planlegger NVE, intervju 04.02.2020)

Lågenplanen foreslår et permanent masseuttak øverst i Vågåmo ved Hølmo, slik at massene ikke føres nedover i sentrum i så stor grad. Dette tiltaket vurderes til å være et netto positivt tiltak for samfunn og miljø (Oppland fylkeskommune, 2018).

Jeg har ingen forslag til aktuelle NbL-tiltak for Finna, men det betyr ikke at det er umulig å velge slike på sikt. Det krever helt klart omfattende tiltak for sikre Finna, uansett om NbL eller ISbL skal brukes framover.

7.2.2 Case 2 Veikledalen/Kvam sentrum:

Flommer i 2011 og 2013 gjorde det akutt nødvendig å sikre Kvam sentrum. To dammer og forbygning langs elvekanten ble valgt. Dette er et av Nord-Europas største anlegg i sitt slag.

Alternativet til sikring med ISbL hadde trolig vært å flytte bosettinga fra elvas vestre områder permanent, da framtidig skadeflom var sannsynlig i nær framtid.

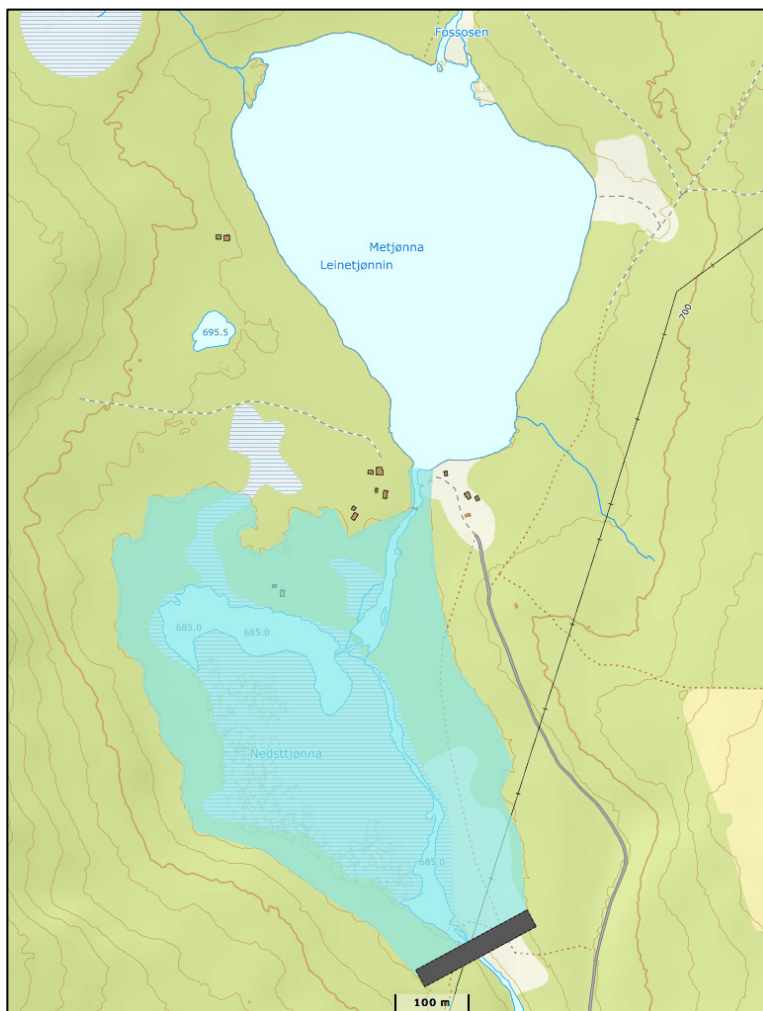
Som i Finna er massetransporten det store problemet i Veikleåa. Tykke bratte lier preget av raviner og lauvskog gjør Veikledalen svært skredutsatt. Kombinert med flom blir elva en alvorlig trussel mot liv, helse og bebyggelse.

... raske flommer som kommer fort, kanskje på nattetid, i løpet av natta, sånn som f.eks. i Kvam, der eskalerte det på natt og [i] morgen-timer, og det er det som er risikoen, hvis folk ligger og sover. Men i Lågen har du antageligvis flere dagers oppseilingstid, og du bør du rukket å flytte både campingvogna di og flere av rundballene dine.

(Fagansvarlig NVE, intervju 04.02.2020)

Effekten av NbL er vanskelig å kvantifisere i et krevende vassdrag som Veikleåa. Det vurderes slik at relevant kvantifiserbare NbL-tiltak ikke er mulig i vassdrag som Veikleåa med dagens kunnskap.

Dette betyr ikke at det i framtida er umulig å sikre sideelver med NbL, men det kreves både mer forskning samt utprøving av slike tiltak i sammenlignbare elvedaler.



Figur 22: Forslag til reguleringsdam Leinetjønnin. Kartgrunnlag: Kartverket

Et teoretisk mulig hybrid-tiltak i Veikleåa/Veikledalen kunne vært å demme opp Leinetjønnin og bygge et system av fangdammer i tømmer for løsmasseskred i vestre side av Veikledalen, se figur 22.

Et slikt tiltak er usikkert i effekt, da oppdemming av Leinetjønnin muligens hadde hatt for liten flomdempende effekt om anlegget ikke var helt nedtappet før flommen. Ved uforutsette styrtflommer forårsaket av lokal ekstremnedbør, ville det trolig ikke vært tid til å tappe ned anlegget før flom. Effekten av tømmerdammer i ravinedalene er også usikker, og krever et

system for drift og vedlikehold. Uten veiforbindelse er dette svært vanskelig å få på plass.

7.2.3 Case 3 Frya:

Her er det kun brukt ISbL tiltak pr. i dag. Frya er også et område med stor kompleksitet og mange sterke interesser, fra næring og jordbruk til kritisk infrastruktur. Lågenplanen diskuterer masseuttak som et mulig virkemiddel, men det er krevende å gjennomføre slike uttak i Frya uten å komme i konflikt med natur- og miljøinteresser (Oppland fylkeskommune, 2018). En masseoppsamlingsdam var en tid aktuelt, men dette er nå utsatt, delvis av kostnadshensyn, men også fordi det var vanskelig å finne en god nok lokasjon for et slik tiltak. Samarbeidet mellom lokale myndigheter og de øvrige interessentene virker noe anstrengt:

Reguleringen av [Frya]elva er et av de punktene i rapporten som skal gjennomføres, og det er et pilotprosjekt ... Når jeg ser på handlingsplanen, skjer det ikke veldig mye, ikke som jeg vet om, eller som jeg ser.

Og det gjør at innbyggerne er veldig skeptiske når det nevnes regional plan.

(Ansatt Ringebu kommune, intervju 06.02.2020)

Masetransport er kanskje Fryas største utfordring (Bogen *et al.*, 2016). Siden elva renner gjennom en bratt V-dal med mye løsmasser, vil elva erodere elvebankene i Frydalen uansett hvilke tiltak som settes inn lenger oppe i vassdraget. Masseavlagringen beskrives slik i et av intervjuene:

Da tok vi ut 10.000 kubikk med masse da, det tok elva [Frya] 14 dager å legge alt tilbake igjen, det er såpass mye masse vi snakker om.

(Ansatt Ringebu kommune, intervju 06.02.2020)

Kanskje kan en kombinasjon av ISbL og NbS være aktuelt, som et hybrid-tiltak med en ISbL-del som tilfredsstillende de kvantitative kravene til sikring av bl.a. kritisk infrastruktur. Sammen med ISbL kan deltaet restaureres ved hjelp av NbL.

Det er utfordringer knyttet til sikkerheten til kloakkrenseanlegget, som er en samfunnskritisk infrastruktur som må sikres til et 200-årsnivå uansett hvilken løsning som velges.



Figur 23: Forslag til restaurering av deltaet i Frya. Kilde: Kartverket. Ortofoto 2017.

Som figur 23 viser, krever dette tiltaket et stort areal, og det mest kontroversielle vil nok være å bruke området der en bildemonteringsbedrift ligger i dag. Denne virksomheten må da flyttes, det må skaffes nytt erstatningsareal og bedriften må kompenseres slik at flytting og bygging av nye anlegg kan skje uten økonomisk tap for virksomheten. Samtidig må renseanlegget sikres med flomvoller. Slik kan elva få et mye større område å avlagre løsmasser på og

naturlige biotoper vil bli gjenopprettet. Likevel vil det på sikt kunne danne seg masseavlagringsbanker som kan gi framtidige problemer.

Totalt sett er tiltaket svært krevende og trolig politisk meget kontroversielt, og de praktiske og økonomiske utfordringene med å flytte eksisterende virksomheter er store.

De store grusuttakene i munningen av elva, som ble gjennomført fram til midt på 10-tallet, er fremdeles etterlyst av lokale interessenter, men forvaltningen er blitt mer skeptisk:

Tar du ut masse i sideelvene, så kan det hjelpe bra for 10-årsflommer, litt mindre flommer, men for storflommene, så har det ingen betydning. Men dette er det nok mange som ikke vil ta innover seg, for å ta ut masse, det er det som skal til.

(Ansatt Ringebu kommune, intervju 06.02.2020)

Bruk av rene NbL-tiltak i øvre deler av vassdraget er neppe realistisk, med tanke på hvor store mengder løsmasser det er snakk om, det ville trolig være snakk om mange mindre tiltak som krever mye vedlikehold. Frya er et av de mest masseførende vassdragene på Østlandet, og bruken av NbL for å samle opp slike masser lenger opp i vassdraget er helt u-utprøvd.

Vassdraget er også varig vernet, og alle inngrep, være seg NbL eller ISbL, kan komme i konflikt med verneplanen.

7.2.4 Case 4 – 6 elveslettene Frya – Losnavatnet

Elveslettene er sterkt påvirket av menneskelig aktivitet i form av jordbruk, infrastruktur, bebyggelse og næring, men på grunn av landskapets fysiske karakter, er slettene intakte fremdeles. Lågen er delvis kanalisert via forsterka bredder og flomvoller, men ikke i en slik grad at elva renner i en ensarta kanal fra Frya til Losnavatnet. Ved store flommer overtoppes vollene og hele sletta brukes som et naturlig magasin for flomvann. I 2018 hadde slettene en slik større flom, og elveslettene fungerte som et flomfordrøyningsystem. Om alle interessentene var like glade for denne funksjonen vites ikke.



Figur 24: Flomslettene fra Elstad og nordover mot Frya. Foto: V. Hagen, 12. mai 2018

En økt kanalisering bør man trolig være forsiktige med, da dette i verste fall kan gjøre flommene verre. Det kan oppstå oppstuvning av vann i kanalens innløp, og i enden av kanalen vil farten og vannvolumet være stort. Slik forplanter problemene seg både oppover og nedover i vassdraget. Et av de mest kanaliserte og regulerte elvesystemene i verden, Mississippi, har opplevd flere alvorlige flomkatastrofer som følge av sterk kanalisering og store fysiske inngrep på elveslettene (Serra-Llobet *et al.*, 2018).

Det er mye i empirien som tyder på at det beste er å beholde det som er igjen av flommark og ikke forhøye flomvoller for å bevare flomslettene, både med tanke på mindre flomrisiko nedover i vassdragssystemet, og for biologisk mangfold og naturverdier.

Det er jo mye flommark her, som er dyrka opp, og det er en problemstilling i seg selv, for det er klart at den flommarka har jo før tatt imot det overskuddsvannet, så da kunne Lågen være bredere, men nå er det dyrka opp.

(Ansatt Ringebu kommune, intervju 06.02.2020)

Flomtunnel i utløpet av Losnavatnet på Tretten er skissert som en mulig løsning på flomproblematikken i Lågen fra Harpefoss til Tretten. Ved å drive en tunnel i fjell fra Losnavatnet til Skarsmoen i Øyer, kan flomvann ledes utenom de verna områdene ved Losnas sør-ende. Det blir da også mulig å tappe ned Losna før vårflommen, og slik bruke Losnas magasineringskapasitet som et regulerende tiltak.

Et slikt tiltak er utredet på oppdrag fra NVE, og vil koste ca. 600 millioner kr. Konklusjonen på utredningen var at tiltaket gir lav nytte, og er samfunnsøkonomisk ulønnsomt (Multiconsult Norge, 2020).

7.2.5 Casene kort oppsummert

Elveslettene er en helt annen diskusjon enn sideelvene, her er ikke den raske og uforutsigbare flommen det utfordrende, men den langsomme vårflommen med store vannmengder og sakte forflytning og opplagring av løsmasser.

Jeg tenker at det blir jo ikke mindre vann av at man tar ut noe sand, blir det storflom, så er problemet der uansett, etter som jeg har forstått, så er det så enorme [mengder] masser at man ikke klarer å holde tritt med det.

(Ansatt Ringebu kommune, intervju 06.02.2020)

På elveslettene er det sterke skiller i interessentenes vurdering om hva som skal gjøres, basert på en rekke ulike interesser som jordbruk, næring, kommunal infrastruktur, fritid, lokal samferdsel, bosetting mv. Kort oppsummert kan det sies slik: bønder vil ikke ha flom på arealene sine, og kommunene vil ha sikring av bosetting, viktig infrastruktur og næring.

Enorme løsmasser i sidedalene, store nedbørsfelt og stor massetransport gjør at sideelvene utgjør stort farepotensiale. Sammen med mye bosetting og infrastruktur på elveviftene gjør det at sikring er krevende og i mange tilfeller er det et fåtall mulige løsninger.

Statlige aktører som Vegvesenet og Bane NOR vil sikre sine samferdselslinjer. Regionale og statlige miljømyndigheter ser på naturverdier (fisk, vegetasjon) og lener seg på en rekke ulike lovverk når de skal vurdere tiltak.

7.3 *Forvaltningsaspektet*

Med en forvaltning på tre offentlige nivåer og en rekke andre ikke-offentlige interessenter, er flomforvaltningen en komplisert affære. Om naturbaserte løsninger skal tas i bruk, krever dette trolig endringer på flere nivå.

Hvordan vil interessentene på flomfeltet reagere på forslag om NbL? Er det i det hele tatt mulig å få aksept for NbL når det er så sterke, ofte motstridende interesser fra næring, landbruk og infrastruktureiere?

Om det er slik, er det mulig å finne andre forvaltningsmodeller som kan ivareta dette på en bedre måte? Kan en helhetlig planlegging og overordna regulering via NVE være en løsning? Men hvem skal gi fra seg makt til NVE og staten?

7.3.1 *Forvaltningens valg*

Forvaltningen må til slutt ta noen valg om hvilke metoder som skal brukes. Disse valgene er basert på erfaring og kunnskap, og ikke minst er det en politisk faktor med i bildet. Det er ikke alle valg som er mulige å ta, for til syvende og sist er det noen hensyn som går foran andre:

Det må være fare for liv og helse, tenker jeg, det trumfer vel det aller meste, når det begynner å gå menneskeliv, så er jo den en helt annen utfordring enn at jordet ditt blir oversvømt, eller at du har fått vann i kjelleren, veien er stengt ...

(Fagansvarlig NVE, intervju 04.02.2020)

Flere av sideelvene har store nedbørsfelt. I normalår er nedbøren lav takket være et stabilt og tørt innlandsklima. Men hendelser som i 2011 og 2013 i Veikleåa, viser at styrtregn og påfølgende flomskred i de bratte sidedalene medfører enormt skadepotensiale. Ved slike hendelser fylles vassdraget opp av løsmasser, og sammen med flomvann og vanlig massetransport i selve elva, gjør dette at eksisterende modeller og vannstands nivåer ikke lenger stemmer.

Slike scenarier er vanskelig å forutse med eksisterende modeller, og de kan kanskje betegnes som *Black swans*, vi vet at de kan forekomme, men vi vet aldri sikkert når de kommer, eller når de kommer (Woo, 2011).

Den viktigste forebyggingen for flom og skred er å ikke bygge seg inn i ny risiko, ikke sant, det er det aller viktigste, å ikke bygge seg inn i ny risiko.

(Fagansvarlig NVE, intervju 04.02.2020)

Dagens infrastrukturbaserte løsninger sikrer enkeltområder basert på eksisterende kunnskap som i stor grad er bygd på data fra topografi, løsmassegeologi, hydrologi, meteorologi og kunnskap om historiske hendelser. Bygd infrastruktur svarer på myndighetskrav og gir kommunene dokumenterbar sikkerhet for å kunne tillate nybygging og utvikling.

Områder blir farekartlagt på det samme datagrunnlaget, og viser hvor det ikke er anbefalt å bygge uten ny sikring. For nesten all utvikling er PBL og TEK17 styrende for hvor det er mulig å bygge nytt eller gjøre større endringer på eksisterende bygninger og infrastruktur.

En naturbasert tilnærming vil bryte med denne planleggings- og gjennomføringsmodellen, fordi de naturbaserte løsningene ikke gir samme kvantifiserbare sikkerhet, og krever en større grad av hensyn til naturverdier og en ny helhetstankegang.

Løsningen er da å enten: ikke bruke NbL, eller utarbeide bedre modeller for å kvantifisere løsningene på en måte som tilfredsstillende myndighetskravene.

7.4 Naturbaserte løsninger sin rolle framover

Å håpe på at NbL skal være en mirakelkur for flomforvaltningen er neppe realistisk. Både empiri og teori viser at flomforvaltning er en sammensatt vitenskap der løsningene ofte er en kompositt av ulike valg. Alle vassdrag er ulike, og det er alltid en rekke begrensinger på hva som er mulig å få til. Slike forutsetninger kan være:

- Løsmasser som gjør det farlig i sidedalene. NbL kan kun i begrensa omfang takle store mengder løsmasser uten omfattende organisatoriske grep, slik som tømning og gjenoppbygging av fangdammer i tømmer eller kvist.
- Vegetasjon kan i noe grad brukes som et NbS-tiltak, men om vegetasjonen tas av vann eller skred, er det lite som holder igjen løsmasseskred i bratte daler og raviner.

Jeg vil bare poengtere at det er ikke nødvendigvis noen enkle løsninger, det er et puslespill, et konglomerat av ulike tiltak som til slutt gir en helhetlig løsning, og noen steder er det kanskje betong, og andre steder er det, kan det være, kvistdammer, eller en kombinasjon.

(Fagansvarlig NVE, intervju 04.02.2020)

NbL er heller ikke bare nye metoder, endel av praksisene som er brukt i f.eks. landbruket har elementer av NbL i seg. Det kan være en god idé å se på hva som er gjort, hva som fungerer, før man setter i gang prosjekter der blå-grønne tiltak inngår som en del av en løsning:

Så har vi jo brukt det [NbL] i mange hundre år når man først begynner å se på det, i landbruket f.eks., hvordan man dyrker jorda, dette med gjenlegg for å binde jordsmonnet, for å hindre erosjon, er jo et naturbasert tiltak som har blitt brukt veldig lenge i Norge. Så det er heller konseptet NbL som er mere av nyere dato.

(Rådgiver Innlandet fk., intervju 13.01.2020)

Vann trenger plass, vassdrag trenger areal. Areal er en knapphetsressurs. Ofte kommer det klassiske arealkonflikter. En arealbruksinteresse som ofte er svært sterk i Gudbrandsdalen er ønske om vekst og utvikling. Når denne vinner, taper vassdragenes behov for areal. Løsningen blir da kanalisering og forbygninger, for å hindre elva i å flomme over sine bredder og bruke store arealer.

Uavhengig om det er grå eller grønn så vil jeg tro areal nesten er den største knapphetsfaktoren. Etter budsjett da.

(Fagansvarlig NVE, intervju 04.02.2020)

Paradoksalt sett vil det kanskje være slik at jo sterkere ønsket om utvikling er, jo svakere står vassdraget i denne arealkampen, og jo større konsekvenser får de store flommene. Og dette går i mange tilfeller ut over vekst og utvikling, som jo foregår på de samme elveviftene der vassdraget har tapt arealkampen.

Jeg tror at i Gudbrandsdalen, så har man på en måte bygd seg inn i utfordringer, for at det er bygd på stort sett de elveviftene som er på de større sidevassdragene.

(Planlegger NVE, intervju 04.02.2020)

Helhetlig planlegging kan se ut til å være en mangelvare. Ofte er kommunene klar over dette. Men de har ikke systemer eller beslutningsprosesser til å drive med helhetlig planlegging. Fylkeskommunen er regional planmyndighet, men oppleves som fjernt fra de lokale problemstillingene ute i distrikta. Kommunene må på mange måter ta støyten:

Kravene til kommunene er jo knallharde, ikke sant, det er jo de som har ansvaret for alt, de skal gjøre det og det, skal forholde seg til det og det og det, og i hvert fall en relativt liten kommune da, som det er noen av også her [i Gudbrandsdalen], da har de knapt nok ressurser, og i hvert fall ikke kompetanse for å gjøre dette her, så det er veldig utfordrende, vil jeg påstå. Så jeg ville ikke vært i mange av kommuneingeniørenes sko, det vil jeg påstå, det er ganske utfordrende, om man skal forholde seg til alt dette, og gjøre det på rett måte.

(Geotekniker NGI, intervju 13.01.2020)

Statens midler via NVE går i mange tilfeller til akutt reparasjonsarbeid etter at trusselen for flomfare er oppstått eller etter at flommen har skjedd, og skaden er et faktum.

Spørsmålet som kan stilles er: burde det heller brukes statlige midler på å unngå skader og redusere risiko før det skjer en uønsket naturhendelse med påfølgende skade?

En vanlig strategi ville være å øremerke midler for at de ansvarlige delene av forvaltninga skal utføre ønskede tiltak, i dette tilfellet, føre-var tiltak mot flom. Dette blandes i noen grad sammen med klimatilpassingstiltak, men er ikke det samme. Klimatilpassing mot flom må komme «oppå» det eksisterende arbeidet, slik at et tenkt scenario der samfunnet skal takle to meters vannstigning i elva, etter klimatilpassingen er lagt på, skal takle 2,5 meters vannstigning. Det er nytteløst å kun ta den siste halvmeteren, om ikke de første to meterne er sikra først.

En øremerking av midler vil på ingen måte løse alt. Det vil være viktig at midlene brukes effektivt, og det avhenger av en rekke faktorer: det må være vilje til å gjøre noe. Det må være nok kompetanse til å komme i gang. Det må ligge gode planer i bunn, og det må være evne til å gjennomføre tiltakene.

For å realisere slike planer må det ligge involvering og gode prosesser i bunn. Dette er viktig for å få en aksept for hvilke løsninger som velges:

Det som er mest viktig er å få innbyggerne med på laget da, at vi har enighet om tiltak som skal gjennomføres, og at vi er enige om prosessen som foregår, forklare hva er konsekvensene av det vi gjør nå.

(Ansatt Ringebu kommune, intervju 06.02.2020)

Bred medvirkning kan se ut til å være en viktig faktor i NbL, og allerede nå er det prosjekter som er kommet langt i Gudbrandsdalen. Jorekstad-prosjektet i Phusicos, der en tilbaketrukket flomvoll og reetablering av flommarksskog er viktige elementer, (Oppland fylkeskommune, 2018, s. 58-60) er kanskje det prosjektet som er mest relevant å følge med på framover:

Det [medvirkning] som vi egentlig var inne på i stad, dette med medvirkning er en viktig del av både prosjektet [på Jorekstad] og det med NbL i det hele tatt, så vi har brede medvirkningsprosesser, og akkurat på Jorekstad så var jo det en del av utarbeidelsen av Lågenplanen, så det var allerede en bred medvirkning tilbake i tid før dette prosjektet.

(Rådgiver Innlandet fk., intervju 13.01.2020)

Prosjektet er et medium- til storskala NbL-tiltak og er på god vei til å bli realisert med finansiering på plass (Innlandet fk. & NGI intervju, 13.01.2020).

7.5 Naturfare, risiko og flomforvaltning i det 21. århundret

Hvordan forvalte naturfare som flom, skred mv. har vært et hyppig diskutert felt i geografien. Flere geografer påpeker at samfunnsaspektet er vel så viktig som det fysiske, når fare og risiko skal håndteres, slik som White (1945), Cutter *et al.* (2003) Wisner *et al.* (2003).

Flere mennesker, større byer, mer infrastruktur, større økonomiske verdier og framtidige endringer i klimaet eksponerer samfunnet for risiko og fare i en helt annen grad enn noen annen gang i historien. Utfordringene til det moderne samfunn krever en integrert og kryssdisiplinær tilnærming i forvaltningen (Montz og Tobin, 2012).

Kanskje er dette tidspunktet der den kartesianske tankegangen kan utfordres av en mer helhetlig metodikk for å løse problemstillingene som flomforvaltning står over for. Kan denne metodikken være bygd på naturbaserte løsninger? Casene har vist at det er snakk om sammensatte og komplekse problemstillinger.

8 Avslutning og konklusjon

At det blir flere og alvorligere flomsituasjoner er ganske sikkert når man tar klimaendringene og fortsatte arealbruksendringer med i likningen, så hvordan håndtere denne utfordringen?

Kan NbL være svaret på framtidens utfordringer på flomforvaltningsområdet?

8.1 Oppsummerende momenter

Helhetstankegangen i vassdraget bør styrkes. Helhet er en viktig del av NbL, mens for ISbL er ofte det mer fokus på enkeltvis tiltak.

Dagens forvaltningsstruktur gjør innføringen av store NbL-prosjekt vanskelig, da de store hovedvassdragene spenner over flere regioner, som Lågen-Vorma-Glomma. Regionale myndigheter, fylkene, er maktesløse, bokstavelig talt. Kommunene har makt som regulerende myndighet, men ikke økonomisk styrke eller nok kompetanse. Staten, først og fremst representert ved NVE, er en ikke-regulerende myndighet og i stor grad post-aktiv på flomfeltet.

Fragmenteringen av ansvar for vassdrag er uheldig for NbL-implementering, som krever en større grad av helhetstankegang.

Fordrøyning bør skje i øvre og midtre deler av vassdragene, og det bør legges til rette for en fornuftig arealbruk lenger ned i vassdragene. NbL kan fungere som et overordna tiltak i hele vassdraget, mens ISbL kan velges som tiltak der det er et sterkt fokus på liv og helse.

Mektige løsmasselag i dalsidene gjør situasjonen kompleks og risikabel i mange sidevassdrag i studieområdet. Sikring uten grå infrastruktur er u-utprøvd til nå. Vegetasjon og våtmark som NbL-tiltak har sine svakheter og lavere effektivitet enn f.eks. dammer og voller.

Areal som knapphetsressurs bør fram i prosessene. Det er ikke uendelig med areal i og nær vassdragene. En dårlig utredet og uheldig gjennomført arealbruk rammer bredt, og kan umuliggjøre valg av NbL i etterkant.

NbL trenger bedre modeller for kvantifisering. Uten god nok kvantifiserbarhet blir NbL vanskelig å velge når TEK17 krever høyeste sikringsnivå for f.eks. offentlige bygg.

Framtidig flomforvaltning bør legge vekt på å ikke bygge seg inn i ny risiko, og redusere eksisterende risiko på en måte som tar brede samfunns- og miljøhensyn.

Et paradigmeskifte kan se ut til å være på vei. NbL kan i en viss grad ta over, men hindres foreløpig av manglende kvantifiserbarhet, mangel på erfaring i større skala og usikker kost-nytte effekt.

Litt forenkla sagt - NbL er i vinden internasjonalt, det forskes og utvikles, men det savnes storskala implementering og utprøving i en rural kontekst, samt gode nok metoder for kvantifisering av tiltakenes effektivitet. Phusicos er i så måte svært interessant å følge med på, da prosjektet tar tak i flere av disse utfordringene.

Til dette er på plass egner trolig NbL seg best i små vassdrag der risikoen for liv og helse er mindre, og kanskje i deler av hovedvassdragene, som på den undersøkte elvesletta Frya-Losna. Farepotensialet for liv og helse i hovedvassdraget er lavere fordi flommens utvikling er mye tregere enn i de bratte sidevassdragene.

For urban og sub-urban overvannshåndtering kan NbL nå trygt implementeres, og det brukes allerede i tettbygde deler av studieområdet.

8.2 Svar på forskningsspørsmål 1

Hvilke fordeler og ulemper har naturbaserte løsninger i forhold til tradisjonelle infrastrukturbaserte løsninger?

Fordeler: Rimeligere og gir tilleggseffekter som økosystemtjenester for natur, miljø og samfunn. Behandler vassdragene som helhetlige områder, og gir helhetlige løsninger.

Ulemper: Lavere effektivitet. Mindre kvantifiserbare. Kan dermed ikke brukes der det er rigide krav til sikring for å tilfredsstille PBL og TEK17. Ved brede prosesser kan implementeringen ta lang tid, og i verste fall bli blokkert av interessenter som motsetter seg foreslåtte NbL-tiltak.

8.3 Svar på forskningsspørsmål 2

Kan naturbaserte løsninger være effektive tiltak for å håndtere problemene ved regelmessige sesongvise flommer i hoved- og sidevassdragene på Østlandet, og da spesielt i Gudbrandsdalen?

Dette er på mange måter 10.000-kroners spørsmålet i undersøkelsen. Det er også svært vanskelig å svare på. Basert på eksisterende kunnskapsgrunnlag og empirien i denne undersøkelsen er svaret trolig nei. Utfordringene med fraværet av gode (nok) metoder for

kvantifiserbarhet og dermed fraværet av dokumenterbarhet vil gjøre effektive NbL-tiltak svært krevende. Kommunene som regulerende myndighet vil neppe akseptere å være prøvekaniner for tiltak med usikker effekt, så lenge NVE og staten likevel betaler det meste.

8.4 Svar på forskningsspørsmål 3

Hva betyr klimaendringer for valg av metoder og strategier for flomforvaltningen framover?

Siden NbL generelt sett er rimeligere og gir tilleggseffekter som kan være skadebegrensende for klimaendringene, samt i beste fall redusere klimaendringene ved å regulere temperatur og utslipp av klimagasser, kan NbL være gode løsninger framover.

I et framtidsscenario der effektene av klimaendringene får dramatiske følger på flom- og skredfeltet, er det neppe nok penger for sikre alle vassdrag med dyre og kompliserte ISbL-tiltak. NbL kan bli et godt alternativ i en slik situasjon.

På den andre sida kan klimaendringene gjøre at det trengs tiltak med større effekt, og da vil NbL i dagens form ikke være godt nok, særlig med tanke på å tilfredsstillе PBL og TEK17.

8.5 Overgang til naturbaserte løsninger som en framtidsretta tilnærming?

Problemsstillingen var formulert slik:

Kan en overgang til naturbaserte metoder i flomforvaltningen i Gudbrandsdalen være en bedre og mer framtidsrettet tilnærming enn fortsatt bruk av tradisjonelle infrastrukturbaserte metoder?

Det er usikkert med dagens kunnskap. Først og fremst må metoder for å kvantifisere NbL bli bedre. NbL kan ikke velges som tiltak i bebygde områder med kjent, stor risiko, om sikringseffekten ikke tilfredsstiller kravene i PBL og TEK17. Det kan argumenteres med at tilleggseffektene av NbL kan kompensere for en lavere effekt av risikoreduksjonen til løsningene, men det vil likevel ikke kunne løse utfordringene med å tilfredsstillе kravene i PBL og TEK17. I områder der kravene til dokumentert sikringseffekt ikke er så begrensede, kan NbL være aktuelt allerede nå.

Flomforvaltning er et komplisert og krevende felt. Teoretisk kan problemsstillingen virke som et spørsmål om enten eller, men i praksis kreves det nok en mer pragmatisk tilnærming til

løsningene. Trolig vil ofte komposittløsninger som tar opp i seg det beste fra både NbL og ISbL, være det beste valget.

8.6 *Studiets overførbarhet*

Til andre sidevassdrag i fjell- og dalbygder på Østlandet, Sørlandet, Vestlandet og Trøndelag: Trolig god. Her er det sammenlignbare forhold både når det gjelder naturgeografi, samfunnsgeografi og forvaltning. Et forbehold må tas for Vestlandet, der nedbørsmengde og hyppighet gjør situasjonen svært utfordrende i dal- og fjordbygder med bratte og korte vassdrag.

Til elvesletter og hovedvassdrag i de samme regionene: For øvre deler av Østlandet er overførbarheten relativt god, da både natur- og samfunnsgeografiske forhold er ganske like. For de andre regionene: Usikker. De samfunnsgeografiske forholdene er til dels svært ulike, bl.a. er det en helt annen befolkningsstruktur i mange av disse områdene. Naturgeografiske forhold som marine leiravsetninger i de lavereliggende områdene av Østlandet og Trøndelag gir også helt andre geologiske utfordringer enn i Gudbrandsdalen.

Til Nord-Norge: usikker for både sidevassdrag og elvesletter. Usikkert om de naturgeografiske og samfunnsgeografiske forholdene er like nok til å gi overførbarhet. Forvaltningsområdet er organisert på samme måte i hele landet, men dette i seg selv gir for liten grad av overførbarhet.

8.7 *Videre arbeid*

Forskning og utvikling av NbL har stor interesse i mange FoU-miljøer. EU er en pådriver med flere av sine Horizon 2020-prosjekter, derunder Phusicos. Kvantifiserings-spøkelset som henger over NbL er kanskje et av de viktigste og mest interessante aspektene som bør undersøkes videre. Om storskala NbL kan kvantifiseres bedre, vil det trolig være lettere for forvaltninga å velge NbL over ISbL i områder der NbL også kan bidra til flere positive tilleggseffekter.

Referanser

- Andersen, B. (1996) *Flomsikring i 200 år*. Oslo: NVE.
- Bogen, J. *et al.* (2016) *Gudbrandsdalslågen. Sedimentkilder og sedimenttransport*. (Rapport nr 89-2016). Oslo: NVE.
- Borga, M. *et al.* (2011) Flash flood forecasting, warning and risk management: the HYDRATE project, *Environmental Science & Policy*, 14(7), s. 834-844. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.05.017>.
- Bye, L. M., Lein, H. og Rød, J. K. (red.) (2013) *Mot en farligere fremtid? Om klimaendringer, sårbarhet og tilpasning i Norge*. Trondheim: Akademika forlag.
- Chapin III, F. S. *et al.* (2004) Resilience and vulnerability of northern regions to social and environmental change, *Ambio*, 33(6), s. 344-349. doi: <https://doi.org/10.1579/0044-7447-33.6.344>.
- Cohen-Shacham, E. *et al.* (2016) *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland: IUCN. Tilgjengelig fra: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf> (Hentet: 24.02.2020).
- Cohen-Shacham, E. *et al.* (2019) Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions, *Environmental Science & Policy*, 98, s. 20-29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.014>.
- Cresswell, T. (2013) *Geographic thought: a critical introduction*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Creswell, J. W. og Plano Clark, V. L. (2018) *Designing and conducting mixed methods research*. 3. utg. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J. og Shirley, W. L. (2003) Social vulnerability to environmental hazards, *Social science quarterly*, 84(2), s. 242-261.
- Debele, S. E. *et al.* (2019) Nature-based solutions for hydro-meteorological hazards: Revised concepts, classification schemes and databases, *Environmental Research*, 179, s. 108799. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108799>.
- DSB (2017) *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging: Metode for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen*. Tønsberg: DSB. Tilgjengelig fra: <https://www.dsb.no/veiledere-handboker-og-informasjonsmaterieell/samfunnssikkerhet-i-kommunen-es-arealplanlegging/> (Hentet: 17.04.2020).
- Engeset, R. V., Schuler, T. V. og Jackson, M. (2005) Analysis of the first jökulhlaup at Blåmannsisen, northern Norway, and implications for future events, *Annals of Glaciology*, 42, s. 35-41. doi: <https://doi.org/10.3189/172756405781812600>.
- European commission (2015) *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities*. Brussels: EC—European Commission. Tilgjengelig fra: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fb117980-d5aa-46df-8edc-af367cddc202/language-en> (Hentet: 14.01.2020).
- European commission (2020) *What is Horizon 2020?* Tilgjengelig fra: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/what-horizon-2020> (Hentet: 23.03.2020).
- Fylkesmannen i Innlandet (2019) *Evalueringsrapport etter flaumen i Skjåk 14. og 15. oktober 2018*. Lillehammer: Fylkesmannen i Innlandet. Tilgjengelig fra: <https://www.fylkesmannen.no/globalassets/fm-innlandet/10-samfunnssikkerhet-og-beredskap/forebyggende-samfunnssikkerhet/evalueringer/evalueringsrapport-etter-flaumen-i-skjaak.pdf> (Hentet: 03.02.2020).
- Gundersen, I. M. (red.) (2016) *Gård og utmark i Gudbrandsdalen. Arkeologiske undersøkelser i Fron 2011 - 2012*. Oslo: Portal forlag og Kulturhistorisk museum UiO.

- Hanssen-Bauer, I. et al. (2015) *Klima i Norge 2100: kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert 2015*. (2-2015). Oslo: Norsk klimaservicesenter. Tilgjengelig fra: <https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klima-i-norge-2100/attachment/8202?ts=1528cb5f886> (Hentet: 15.04.2020).
- Haugom, A. (red.) (2015) *Rapport nr. 45-2015. Årsrapport for utførte sikrings- og miljøtiltak 2015*. Oslo: NVE.
- Haugom, A. (red.) (2018) *Rapport nr. 65-2018. Årsrapport for utførte sikrings- og miljøtiltak 2017*. Oslo: NVE.
- Haugom, A. (red.) (2019) *Rapport nr. 30-2019. Årsrapport for sikrings- og miljøtiltak 2018*. Oslo: NVE.
- Holø, R. M. og Lusæter, E. (2020) *Kameratene har investert fire millioner - prosjektet stoppes av nytt flomkart*. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/innlandet/ny-vurdering-fra-nve-viser-at-norske-kommuner-trenger-flomsikring-for-flere-milliarder-kroner-1.14859945> (Hentet: 17.02.2020).
- IPCC (2014) *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge & New York: Cambridge university press.
- Johannessen, A., Tufte, P. A. og Christoffersen, L. (2016) *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 5. utg. Oslo: Abstrakt forlag.
- Justis- og beredskapsdepartementet (2010) *Lov om kommunal beredskapsplikt, sivile beskyttelsestiltak og Sivilforsvaret (sivilbeskyttelsesloven)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2010-06-25-45> (Hentet: 27.03.2020).
- Kalsnes, B. og Capobianco, V. (2019) *Nature-based Solutions. Landslides Safety Measures*. (Klima 2050 Report). Trondheim: Sintef. Tilgjengelig fra: <https://www.sintefbok.no/book/index/1234/nature-based-solutions-landslides-safety-measures>.
- Kartverket (2020) *Norgeskart*. Tilgjengelig fra: <https://norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=4&lat=7197864.00&lon=396722.00> (Hentet: 01.02.2020).
- Klima- og miljødepartementet (1983) *Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)* Lovdata. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6> (Hentet: 27.03.2020).
- Klima- og miljødepartementet (1992) *Lov om laksefisk og innlandsfisk mv. (lakse- og innlandsfiskloven)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1992-05-15-47> (Hentet: 03.04.2020).
- Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet (2007) *Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446> (Hentet: 27.03.2020).
- Klima- og miljødepartementet (2009) *Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100> (Hentet: 27.03.2020).
- Knox, P. L. og Marston, S. A. (2014) *Human geography - Places and regions in global context*. 6. utg. Harlow: Pearson Education Ltd.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2009) *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)* Lovdata. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71> (Hentet: 01.04.2020).
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2017) *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840> (Hentet: 30.03.2020).

- Lawrence, D. (2016) *Rapport nr. 81-2016. Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. (81-2016). Oslo: NVE.
- Magnussen, K. *et al.* (2017) *Naturbaserte løsninger for klimatilpasning*. Oslo: Menon economics. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/link/74748e4893af4adb8ab5c4c88a038a72.aspx> (Hentet: 20.01.2020).
- Martin, J. *et al.* (2019) *Deliverable D5.1 - NBS in-depth case study analysis of the characteristics of successful governance models*. Wien: IIASA. Tilgjengelig fra: https://phusicos.eu/wp-content/uploads/2019/12/D5_1_NBS-in-depth-case-study-analysis_Final-2.pdf.
- Miles, M. B., Huberman, A. M. og Saldana, J. (2013) *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. 3. utg. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Miljøverndepartementet (2012-2013) *Meld. St. 33 - Klimatilpassing i Norge*. Oslo. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-33-20122013/id725930/?ch=1> (Hentet: 01.04.2020).
- Montz, B. E. og Tobin, G. A. (2012) Natural Hazards and Natural Disasters, i Stoltman, J. P. (red.) *21st Century Geography: A Reference Handbook*. Thousand Oaks: SAGE Publications, s. 509-518.
- Mudelsee, M. *et al.* (2004) Extreme floods in central Europe over the past 500 years: Role of cyclone pathway “Zugstrasse Vb”, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 109(D23). doi: <https://doi.org/10.1029/2004jd005034>.
- Multiconsult Norge (2020) *Ekstern rapport nr. 1-2020. Flomtunnel på Tretten*. (1/2020). Oslo: NVE.
- Nilssen, V. L. (2012) *Analyse i kvalitative studier: den skrivende forskeren*. Oslo: Universitetsforlaget.
- NRK (2018) *Innlandsflom mai 2018*. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/innlandet/innlandsflom-mai-2018-1.14045803> (Hentet: 25.04.2020).
- NVE (2016) *1970: Mardøla-aksjonen, første bruk av sivil ulydighet i naturvernsak*. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/om-nve/vassdrags-og-energihistorie/nves-historie/1970-mardola-aksjonen-forste-bruk-av-sivil-ulydighet-i-naturvernsak/> (Hentet: 04.04.2020).
- NVE (2020a) *NVE Atlas 3.0*. Tilgjengelig fra: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#> (Hentet: 01.02.2020).
- NVE (2020b) *Jøkulhlaup*. Tilgjengelig fra: <http://glacier.nve.no/Glacier/viewer/GLOF/no/> (Hentet: 03.02.2020).
- NVE (2020c) *NEVINA Nedbørfelt-Vannføring-INdeks-Analyse*. Tilgjengelig fra: <http://nevina.nve.no> (Hentet: 20.03.2020).
- Næss, L. O. *et al.* (2005) Institutional adaptation to climate change: Flood responses at the municipal level in Norway, *Global Environmental Change*, 15(2), s. 125-138. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.10.003>.
- Olje- og energidepartementet (2000) *Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven)* Lovdata. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2000-11-24-82/> (Hentet: 27.03.2020).
- Oppland fylkeskommune (2018) *Lågenplanen - Regional plan for Gudbrandsdalslågen med sidevassdrag*. Lillehammer: Oppland fylkeskommune. Tilgjengelig fra: <https://www.oppland.no/Handlers/fh.ashx?MIId=2662&FillId=6539> (Hentet: 22.02.2020).
- Phusicos project (2019) Phusicos newsletter aug. 2019 *Solutions to reduce risk in mountain landscapes*: Phusicos. Tilgjengelig fra: <https://phusicos.eu/wp->

- [content/uploads/2019/08/PHUSICOS-newsletter_August-2019.pdf](#) (Hentet: 16.01.2020).
- Phusicos project (2020) *About Phusicos*. Tilgjengelig fra: <https://phusicos.eu/about/> (Hentet: 20.03.2020).
- Raspati, G. *et al.* (2020) *Datastruktur for dokumentasjon av naturbaserte løsninger – et verktøy*. (Klima 2050 Report). Trondheim: Sintef. Tilgjengelig fra: https://www.sintefbok.no/book/index/1243/datastruktur_for_dokumentasjon_av_natur_baserte_loesninger_et_verktoey.
- Raymond, C. M. *et al.* (2017) A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas, *Environmental Science & Policy*, 77, s. 15-24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>.
- Ringebu kommune (2018) *Aktiviteter og resultater i 2018*. Tilgjengelig fra: <https://www.ringebu.kommune.no/okonomiportal/arsberetning/arsberetning-2018/kommuneorganisasjonen/aktiviteter-og-resultater-i-2018/> (Hentet: 30.04.2020).
- Roald, L. A. (2013) *Flom i Norge*. Vestfossen: Forlaget Tom & Tom og NVE.
- Roald, L. A. (2015) *Rapport nr. 21-2015. Flommen på Østlandet i mai 2013*. Oslo: NVE.
- Robinson, M. og Ward, R. C. (2017) *Hydrology - Principles and processes*. London: IWA Publishing.
- Ruangpan, L. *et al.* (2020) Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction: a state-of-the-art review of the research area, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20(1), s. 243-270. doi: <https://doi.org/10.5194/nhess-20-243-2020>.
- Rød, J. K. (2009) *Verktøy for å beskrive verden: statistikk, kart og bilder*. Trondheim: Tapir akademisk forlag.
- Serra-Llobet, A., Conrad, E. og Schaefer, K. (2016) Governing for Integrated Water and Flood Risk Management: Comparing Top-Down and Bottom-Up Approaches in Spain and California, *Water*, 8(10). doi: <https://doi.org/10.3390/w8100445>.
- Serra-Llobet, A. *et al.* (red.) (2018) *Managing Flood Risk: Innovative Approaches from Big Floodplain Rivers and Urban Streams*. Cham: Palgrave Macmillan.
- Sommerfeldt, W. (1972) *Ofsen i 1789, og virkninger av den i Fron*. Fron: Fron historielag.
- Stake, R. E. (1995) *The art of case study research*. Thousand Oaks: SAGE publication.
- Statens vegvesen, Nibio og Kartverket (2020) *Norge i bilder*. Tilgjengelig fra: <https://norgeibilder.no/> (Hentet: 01.02.2020).
- The Royal Society (2014) *Resilience to extreme weather*. London: The Royal Society. Tilgjengelig fra: <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/resilience-climate-change/resilience-full-report.pdf> (Hentet: 30.01.2020).
- Tjora, A. H. (2017) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 3. utg. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Van Bebber, W. J. (1898) *Die Wettervorhersage*. 2. utg. Stuttgart: Enke.
- Vojinovic, Z. og Abbott, M. B. (2012) *Flood Risk and Social Justice*. London: IWA Publishing.
- Vojinovic, Z. (2015) *Flood Risk: The Holistic Perspective*. London: IWA Publishing.
- Watkin, L. J. *et al.* (2019) A Framework for Assessing Benefits of Implemented Nature-Based Solutions, *Sustainability*, 11(23), s. 6788. doi: <http://dx.doi.org/10.3390/su11236788>.
- White, G. F. (1945) *Human adjustment to floods: A geographical approach to the flood problem in the United States*. (Research paper no. 29). Chicago: University of Chicago press.
- Wisner, B. *et al.* (2003) *At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters*. 2. utg. London and New York: Routledge.
- Woo, G. (2011) *Calculating catastrophe*. London: Imperial College Press.

Østmoe, A. (1985) *Stor-Ofsen 1789*. Ski: Oversiktsregisteret.

Vedlegg

1) Liste over intervjuobjekter/informanter:

Funksjon	Kategori - organisasjon	Intervjudato
Rådgiver A	Innlandet fylkeskommune	13.01.2020
Rådgiver B	Innlandet fylkeskommune	13.01.2020
Geotekniker A	NGI	13.01.2020
Geotekniker B	NGI	13.01.2020
Forsker	NGI	13.01.2020
Planlegger	NVE region øst	04.02.2020
Fagansvarlig	NVE region øst	04.02.2020
Ansatt A	Ringebu kommune	06.02.2020
Ansatt B	Ringebu kommune	06.02.2020

2) Intervjuguide:

Flomforvaltning i Gudbrandsdalen, metoder og praksiser

Bakgrunn og formål

Se samtykkeskjema.

Tidsbruk

Intervjuet tar omlag 30 - 60 minutter.

Takk for at du stiller opp, du yter et viktig bidrag til mitt forskningsprosjekt!

Mvh

Vemund Hagen

Masterstudent Nord universitet

vemund.hagen@student.nord.no

Mobiltf.: --- -- ---

Spørsmålskategorier:

A – Innleder intervjuet.

B – Kjernen i intervjuet, den primært faglige delen.

C – Avsluttende og fri del.

Kat.	SPØRSMÅL - TEMA	STIKKORD/HINT
A1	Bakgrunnsinformasjon Hvilken type organisasjon/bedrift jobber du i? Hva er din funksjon/stilling i organisasjonen/bedriften?	Starter samtalen Plassering
A2	Faglig Hva er din faglige bakgrunn?	Utdanning Arbeidserfaring
B0	Flom og flomskred som naturfenomen Generelle tanker rundt dette?	Fenomenet
B1	Flommens konsekvenser Hva er menneskelige, økonomiske, politiske og økologiske konsekvenser av flom?	Konsekvensene
B11	Flom og klimaendringer Hvordan påvirker klimaendringene flom/skred-området? Framtidige konsekvenser av klimaendringene på flomområdet?	Klima Framtid

B12	Risiko, sårbarhet og resiliens Har metodevalg for flom/skred-forebygging betydning for dette?	Motstandskraft ROS-analyser Metoder
B2	Flomforebyggingens metoder Hvordan påvirker dette området?	Metodikk
B21	Naturbaserte løsninger (NbS – NbL), blå-grønne løsninger Kjenner du/dere begrepet? Synspunkter på mer blå-grønne, naturbaserte løsninger. For - imot	Naturbaserte løsninger Blå-grønne løsninger EKSEMPLER?
B22	Infrastrukturbaserte løsninger (ISbL), grå løsninger Kjenner du/dere begrepet? Synspunkter på tradisjonelle «grå», ingeniørbaserte løsninger. For - imot	Infrastrukturbaserte løsninger Grå løsninger EKSEMPLER?
B3	Roller Hva er din organisasjon/bedrifts rolle i flomforvaltningen?	Roller
B31	Samvirke Hvilke aktører samvirker du/dere med i flomområdet?	Aktører Stakeholders Nettverk Makt
C1	Fri del Er det noe annet du har på hjertet om det vi har prata om? Andre tanker?	Andre tema Avsluttende kommentarer Frie tanker
C2	Takker for intervjuet Du har gitt et verdifullt bidrag. Hva skjer videre med informasjonen nå? Informere. Minne om mulighet til å lese intervjuet og konfidensialitet.	Takk Informasjon Takk igjen

3) Samtykkeerklæring

Vil du delta i forskningsprosjektet

”Flomforvaltning i Gudbrandsdalen, metoder og praksiser”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt – en masteroppgave - hvor formålet er å diskutere flomforvaltning, ulike metoder for dette, f.eks. blå-grønne metoder vs. grå metoder, og hvilke konsekvenser ulike metoder kan ha for samfunn, miljø, direkte og indirekte berørte parter mv. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

I de senere årene har det vært en rekke til dels svært alvorlige skadeflommer i sideelvene til Gudbrandsdalslågen. Det er brukt hundretalls millioner på flomforebygging, men er innsatsen for å opprettholde og forbedre resiliens god nok?

Klimaforskere mener vi får stadig mer og dyrere ekstremvær. Når risikoen øker pga. mer nedbør, hvordan påvirker det sårbarheten?

I Gudbrandsdalen er det tradisjonelt anvendt ingeniørbaserte løsninger med store anlegg i stein og betong, s.k. grå løsninger, for flomvern.

Det har nå kommet en diskusjon om dette er en god praksis, eller om naturbaserte, blå-grønne løsninger, kan være en mer fremtidsretta vei å gå for forvaltning og forebygging av flom, da tradisjonelle grå løsningene ofte er svært kostbare og påvirker naturen negativt.

Foreløpig problemstilling:

Er naturbasert flomforebygging et godt alternativ til tradisjonelle ingeniørbasert flomforebygging, og hvilke konsekvenser har et slikt skifte for flomforvaltningen, der stikkord er risiko, sårbarhet og resiliens for skadeflom i Gudbrandsdalen?

Prosjektet skal ende opp som en masteroppgave i samfunnsvitenskap med fordypning i geografi (MASAMF) ved Nord universitet.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Nord universitet, fakultet for samfunnsvitenskap, er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du/dere er valgt ut til å delta i dette prosjektet fordi du en verdifull kilde til informasjon om flom som fenomen, flomforvaltning, og konsekvenser av flom og ulik praksis i flomforvaltningen.

Utvalget er gjort i offentlige og faglige instanser på ulike forvaltningsnivå, og blant direkte og indirekte berørte parter «på bakken».

Kriteriene for utvalg av deltakere er at disse forhåpentligvis kan bidra med ulike synspunkter og gode innspill til sakskomplekset.

Totalt vil 5-10 personer bli intervjuet.

Hva innebærer det for deg å delta?

- Hvis du/dere velger å delta i prosjektet, innebærer det at du deltar i et semi-strukturert intervju. Det vil ta deg/dere ca. 30-60 minutter. Intervjuet inneholder spørsmål om flom som fenomen, flomforvaltning, flomforebygging og metoder for dette, faglige synspunkter på

hvilken retning flomforvaltningen bør ta, og vurderinger om risiko, sårbarhet og resiliens i forhold til valgte metoder og praksiser for flomforvaltning.

- Intervjuet vil bli tatt opp med lydopptaker, og det kan bli tatt noen notater undervegs.
- Intervjuet vil etterpå bli transkribert til tekst (uten ditt/deres navn).

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Kun student og veileder ved behandlende institusjon vil ha tilgang til opplysningene.
- Navnet og kontaktopplysningene dine vil jeg erstatte med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data, datamaterialet vil lagres på server drevet av Nord universitet, og kontaktopplysninger/koder vil lagres kryptert.

Deltakerne vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon (masteroppgava). Kun yrkestittel og arbeidsstedskategori (f.eks. rådgiver og statlig etat, eller forsker og universitet) vil bli brukt.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes 31. mai 2020.

Alle personopplysninger som enten i direkte eller sammenstilt form som finnes i tekst og evt. notater vil bli slettet ved prosjektets avslutning. Selve opptakene av intervjuene vil i sin helhet bli slettet.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Nord universitet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Nord universitet ved masterstudent Vemund Hagen eller veileder førsteamanuensis Ivar S. Holand.
- Vårt personvernombud: Nord universitets personvernombud, personvernombud@nord.no telefon: 74 02 27 50.
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personvertjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Masterstudent
Vemund Hagen
vemund.hagen@student.nord.no
Tlf.: --- -- ---

Veileder
Førsteamanuensis Ivar S. Holand
Ivar.s.holand@nord.no
Tlf. -- -- -- --

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Flomforvaltning i Gudbrandsdalen, metoder og praksiser*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i et muntlig intervju som blir tatt opp med lydopptager.
- å gi opplysninger om profesjon/yrke og arbeidsstedskategori.

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. 31. mai 2020

(Signert av prosjektdeltaker, dato/signatur)