

Høringsdokument

## **SIKKERHET MOT FLOMFARE – UTREDNING AV FLOMFARE I REGULERINGSPLAN OG BYGGESAK**



*Dronebilde flom i Nesbyen i Hallingdal fra 2018. Foto: NVE*

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfattere: Peer Sommer-Erichson, Finn Herje, Thomas Væringstad, Ida Eggen, Per Ludvig Bjerke, Martin Nørman Jespersen, Truls Erik Bønsnes, Camilla Meidell Roald, Erik Skare Humlen, Kjartan Orvedal

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: Nettpublikasjon

Forsidefoto: Foto NVE

ISBN

Sammendrag: Denne veilederen beskriver hvordan flomfare kan vurderes og utredes for å dokumentere om et område eller en tomt tilfredsstillende kravene til sikkerhet mot flom i plan- og bygningsloven og byggeteknisk forskrift (TEK17) i forbindelse med reguleringsplaner og bygge- og dispensasjonssaker. Den gir bestiller et grunnlag for å vurdere om det er flomfare i forbindelse med reguleringsplan, dispensasjonssøknad og byggesak - og veiledning i hvordan en kan gå fram for å bestille en flomfareutredning. Den gir også veiledning til utfører om hvordan en flomfareutredning bør gjennomføres og hvordan resultatet bør dokumenteres og presenteres. Veilederen utfyller TEK17 med veiledning når det gjelder sikkerhet mot flom.

Emneord: NVE, arealplaner, reguleringsplan, nasjonale og vesentlig regionale interesser, flom, flomfare, skred, erosjon, vassdrag, grunnvann, energianlegg, faglige råd, kartlegging, kompetanse, sikkerhet, innsigelse

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

Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

# Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>7</b>
1.1 Formål og virkeområde .....	7
1.2 Målgruppe.....	7
1.3 Oppbygging .....	8
<b>2 Flom og flomfarekartlegging</b> .....	<b>10</b>
2.1 Flomfare .....	10
2.1.1 Flom og flomfare .....	10
2.1.2 Tilstopping og vann på avveie .....	11
2.1.3 Isgang og isdammer.....	11
2.1.4 Erosjon og massetransport .....	12
2.2 Flomfarekartlegging .....	14
2.2.1 Aktsomhetskart for flom .....	14
2.2.2 Flomsonekart .....	15
2.2.3 Klima- og sikkerhetspåslag .....	15
2.2.4 Utredning av erosjonsfare .....	16
2.2.5 Levetid for flomfareutredninger .....	16
<b>3 Krav til sikkerhet mot flom i reguleringsplan og byggesak ....</b>	<b>18</b>
3.1 Vurdering av flomfare i plan- og byggesak .....	18
3.2 TEK17 § 7-2. Sikkerhet mot flom og stormflo .....	19
3.2.1 Anvendelsesområde .....	19
3.2.2 Byggverk der konsekvensen av flom er særlig stor .....	19
3.2.3 Sikkerhetsklasser for byggverk .....	19
3.3 Klimaendringer og klimapåslag .....	21
<b>4 Hvordan gå fram for å vurdere mulig flomfare.....</b>	<b>22</b>
4.1 Prosess for å vurdere og utrede flomfare .....	22
4.2 Prosedyre - del 1: Vurdering av mulig flomfare .....	23
<b>5 Hvordan bestille en flomfareutredning?.....</b>	<b>26</b>
5.1 Nivå for flomfareutredning .....	26
5.2 Modellverktøy for flomfareutredninger.....	27
5.3 Nødvendig kompetanse for utredning av flomfare .....	28
5.3.1 Generelle anbefalinger .....	28
5.3.2 Kompetanse flomberegninger .....	29
5.3.3 Kompetanse hydraulisk modellering.....	29
5.3.4 Kompetanse massetransport og erosjon .....	29
5.3.5 Kompetanse faresonekart .....	29
<b>6 Hvordan utføre flomfareutredninger?.....</b>	<b>31</b>
6.1 Prosedyre – del 2: Utredning av reell flomfare .....	31
6.2 Forenklet flomfarevurdering .....	32
<b>7 Flomberegning.....</b>	<b>33</b>
7.1 NVEs gjeldende veiledere.....	33

7.2	Generelle metoder .....	33
7.3	Egenskaper til nedbørfeltet .....	34
7.3.1	Regulerte vassdrag .....	34
7.3.2	Vassdrag i urbane områder .....	34
7.4	Hydrologiske data .....	35
7.4.1	Data med fin tidsoppløsning .....	35
7.4.2	Døgndata .....	35
7.4.3	Datakvalitet .....	35
7.4.4	Historisk flom-informasjon .....	36
7.4.5	Flomdata fra reguleringsmagasin .....	36
7.5	Samløpsproblematikk .....	37
7.5.1	Jevnbyrdige sideelver .....	37
7.5.2	Elver av ulik karakter .....	37
7.5.3	Utløp i innsjø .....	38
7.5.4	Konstruerte vannføringsserier .....	38
7.5.5	Utløpskanal fra kraftverk og overføringer .....	38
7.6	Flomforløp og behov for ruting .....	38
7.6.1	Flomforløp .....	38
7.6.2	Elvesletter .....	39
7.6.3	Innsjøer eller magasin .....	39
7.7	Generelle anbefalinger til flomfrekvensanalyser .....	39
7.7.1	Forklaring til forkortelser brukt i teksten .....	41
7.8	Vurdering av resultatene .....	41
7.8.1	Usikkerhet og datagrunnlag .....	41
7.8.2	Sammenligning mot andre flomberegninger og observasjoner .....	42
7.9	Klimaframskrivninger .....	42
<b>8</b>	<b>Hydraulisk modellering .....</b>	<b>44</b>
8.1	Valg av modell og metodikk .....	44
8.2	Befaring .....	44
8.3	Terrengdata .....	45
8.3.1	Laserdata og ekkolodd .....	45
8.3.2	Supplerende oppmåling .....	45
8.4	Konstruksjoner .....	45
8.4.1	Bruer .....	46
8.4.2	Kulverter .....	46
8.4.3	Fyllinger, ledevoller og murer .....	46
8.4.4	Bygninger .....	47
8.4.5	Dammer og kraftverk .....	47
8.4.6	Flomvoller .....	47
8.4.7	Strømningshindringer .....	47
8.5	Grensebetingelser .....	47
8.5.1	Vannføring .....	47
8.5.2	Vannstand .....	48
8.6	Ruting gjennom innsjø eller reguleringsmagasin .....	49
8.7	Kalibrering .....	49
8.8	Følsomhetsanalyse .....	50
<b>9</b>	<b>Sikkerhetspåslag .....</b>	<b>51</b>

9.1	Valg av sikkerhetspåslag .....	51
9.2	Sikkerhetspåslag for flomberegning .....	52
9.3	Sikkerhetspåslag for hydraulisk modell .....	52
<b>10</b>	<b>Andre vassdragsrelaterte faremoment.....</b>	<b>53</b>
10.1	Flomfare i bratte, masseførende vassdrag .....	53
10.2	Tilstopping og vann på avveie .....	53
10.3	Isgang og isdammer.....	53
10.4	Bunnheving som følge av sedimentasjon .....	54
10.5	Faresoner erosjon.....	54
<b>11</b>	<b>Dokumentasjon og leveranse.....</b>	<b>56</b>
11.1	Anbefalt dokumentasjon.....	56
11.2	Flomsonen .....	56
11.3	Analyseområdet .....	57
11.4	Flomvannstander (moh.) .....	57
11.5	Digitale leveranser .....	58
	Vedlegg 1 - Forenklet flomfareutredning .....	61
	Vedlegg 2 – Er det flomfare? .....	64
	Vedlegg 3 – Innmelding av flomsoner til NVE .....	65
	Vedlegg 4 - Rapport flomfareutredning .....	67
	Vedlegg 5 – Begreper og definisjoner .....	69
	Vedlegg 6 – Bestilling av flomfareutredning for reguleringsplan og byggesak .....	75

# Forord

Flom kan være dramatiske hendelser som kan medføre store skader på bebyggelse, konstruksjoner og anlegg og medføre fare for liv og helse. NVE har fra begynnelsen av årtusenskiftet gjennomført flomsonekartlegginger for over 150 elvestrekninger, der kartlegging av de store vassdragene i nærheten av eksisterende bebyggelse har vært prioritert. Vi opplever nå at klimaet er i endring, med økende og mer intensiv nedbør, til dels på nye tidspunkt på året. Det er særlig i de små vassdragene og i tettbebygde strøk at flomfaren er ventet å bli større enn tidligere. Den beste måten å forebygge flomskader på, er å unngå å bygge ut i områder som er utsatt for flomfare. Utredning av flomfaren i planprosessen kan bidra til å identifisere de fareutsatte områdene, eller brukes som grunnlag for å planlegge risikoreducerende tiltak.

Målgruppen for denne veilederen er de som bestiller og utfører flomfareutredninger i forbindelse med reguleringsplan og byggesak. Hensikten med veilederen er å:

- Gi grunnlag for å vurdere om det er flomfare i forbindelse med reguleringsplan, dispensasjonssøknad og byggesak.
- Gi veiledning i hvordan en kan gå fram for å bestille en flomfareutredning.
- Gi veiledning i hvordan en bør utføre flomfareutredninger, hvordan resultatet bør dokumenteres og presenteres.

Veilederen kan også benyttes som grunnlag i andre sammenhenger der det kan være aktuelt å gjøre en flomutredning, for eksempel i forbindelse med beredskap, prosjektering av sikringstiltak eller vurdering av andre tiltak i og ved vassdrag.

Arbeidet med veilederen er gjennomført av en intern arbeidsgruppe i NVE i samarbeid med Kjartan Orvedal i Multiconsult. Vi takker for verdifulle innspill ved høring av veilederen i 2020 og 2021.

Bright Samdal

Direktør  
Skred og vassdragsavdelingen (SV)

Odd Are Jensen

Fungerende seksjonssjef  
Skred- og flomkartlegging (SVK)

# 1 Innledning

## 1.1 Formål og virkeområde

Denne veilederen beskriver hvordan NVE anbefaler at flomfare vurderes og utredes for å dokumentere om et område eller en tomt tilfredsstillende kravene til sikkerhet mot flom i plan- og bygningsloven (pbl) § 28-1 og byggteknisk forskrift (TEK17) § 7-2, i forbindelse med reguleringsplaner og bygge- og dispensasjonssaker. Veilederen utdypet NVEs retningslinjer 2/2011 [Flaum- og skredfare i arealplanar – revidert 22. mai 2014](#) (NVE, 2014) og veiledningen til TEK17 § 7-2.

En flomfareutredning som utføres i forbindelse med reguleringsplan, dispensasjons- eller byggesak, er en kartlegging av reell fare for flom og erosjon, og skal dokumentere om området oppfyller sikkerhetskravene i TEK17 § 7-2 for aktuell utbygging. Flomfaren kan enten dokumenteres i form av et faresonekart eller ved en lokal avklaring av flomfaren for mindre områder (for eksempel en byggetomt). Formålet med denne veilederen er å klargjøre når det er behov for en flomfareutredning, og hva den må inneholde.

Veilederen gjelder for utredning av flommer etter bestemmelsene i TEK17 § 7-2, dvs. saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. I bratte, masseførende vassdrag, der det kan være fare for brå løpsendringer, oppdemming eller flomskred, gjelder sikkerhetskravene for skred (TEK17 § 7-3). NVEs veileder [Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng – Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak](#) (NVE(a), 2020) omhandler kartlegging og utredning av skredfare, herunder fare for flomskred.

Veilederen er ikke egnet for avklaring og innarbeiding av flomfare i overordnet arealplanlegging, som kommuneplanens arealdel eller kommunedelplaner. Dette beskrives nærmere i NVEs retningslinjer 2/2011 [Flaum- og skredfare i arealplanar – revidert 22. mai 2014](#) (NVE, 2014).

Veilederen omhandler ikke utredning av flomfare som følge av dambrudd, svikt i vassdrags-/flomsikringsanlegg, oppdemming/tilstopping på grunn av isgang, drivgods mv., eller flodbølger som følge av vassdragsrelaterte skred.

Veilederen omhandler ikke flomfare som følge av overvann, dvs. overflateavrenning som følge av nedbør eller smeltevann. NVE jobber med å utarbeide veiledningsmaterieell om hvordan en skal ta hensyn til overvannsutfordringer i arealplanlegging.

Veilederen omhandler ikke prosjektering av sikringstiltak mot flom og erosjon. Dette behandles i NVEs [Sikringshåndboka](#) (NVE (b), 2020).

Begrepsliste for aktuelle begrep som benyttes i veilederen ligger som vedlegg 5 .

## 1.2 Målgruppe

Veilederen er beregnet på både bestillere og utførende av flomfarekartlegginger. Den vil også være et viktig referansegrunnlag for kommunene som plan- og byggesaksmyndighet, når de skal vurdere om sikkerheten mot flomfare er tilstrekkelig ivaretatt i henhold til kravene i plan- og bygningsloven (pbl) og byggteknisk forskrift (TEK17).

## 1.3 Oppbygging

Veilederen er delt inn i to hoveddeler:

- Del 1 er beregnet på brukere og bestillere av en flomfareutredning – for eksempel tiltakshavere, planforslagsstillere og kommuner. Del 1 gir veiledning om hvordan NVE anbefaler at man går fram for å vurdere om det er flomfare i plan- eller tiltaksområdet, og om det er behov for en fagkyndig utredning for å avklare flomfaren. Del 1 gir også en beskrivelse av aktuelle faremomenter knyttet til flom, og hvordan en bør gå fram for å bestille en utredning av flomfaren.
- Del 2 er beregnet på konsulenter og utførere, som skal ta på seg utredningsoppdrag for private og offentlige planforslagsstillere og utbyggere. Denne delen gir veiledning om hvordan NVE anbefaler at man går fram ved utredning av flomfare, og hvordan resultatet bør dokumenteres. Del 2 gir anbefalinger for forutsetninger for flomberegninger og hydraulisk modellering, samt hvordan en flomsoneanalyse bør utføres. Her gis også en beskrivelse av hvordan en kan kartlegge andre momenter knyttet til flomfare, som for eksempel erosjon og isgang. Del 2 kan også være til hjelp i andre sammenhenger der det kan være aktuelt å gjennomføre en hydraulisk modellering – for eksempel ved dimensjonering av sikringstiltak, eller evaluering av ulike tiltak i og ved vassdrag.



# DEL 1 – Sikkerhet mot flomfare

For brukere og bestillere av flomfareutredninger.

# 2 Flom og flomfarekartlegging

## 2.1 Flomfare

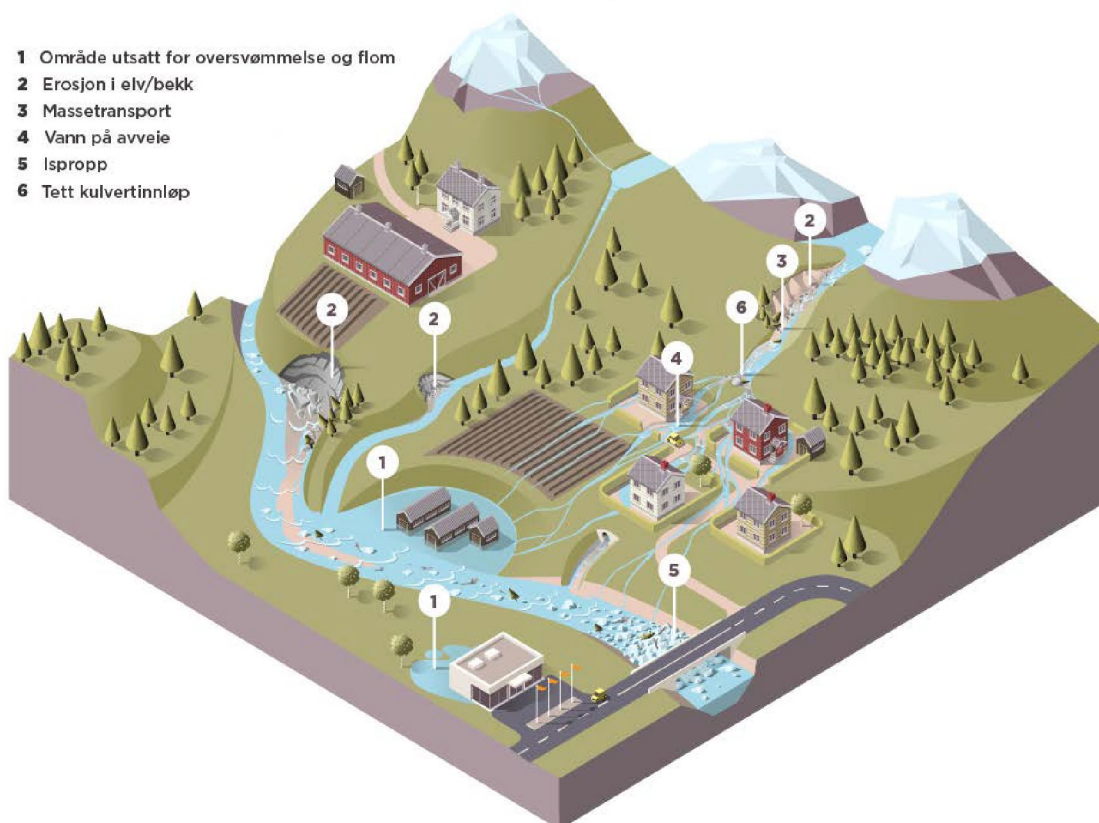
### 2.1.1 Flom og flomfare

Begrepet «flom» har flere betydninger, og blir ofte relatert til høy vannstand og oversvømmelse. I denne veilederen er flom definert som stor vannføring og vannstand i vassdrag<sup>1</sup> på grunn av økt avrenning, enten som følge av nedbør, snøsmelting eller en kombinasjon<sup>2</sup>. Størrelsen på flommen blir som regel angitt med gjentaksintervall, som er en statistisk beregning av gjennomsnittlig antall år mellom hver gang det oppstår en flom av samme størrelse.

Flomfare er i alle vassdrag en sammensatt problemstilling, som både er knyttet til

- høy vannstand – som medfører stor vanndybde og oversvømmelse av elvesletter og områder i nærheten av vassdraget.
- høy vannhastighet – som også kan medføre utfordringer knyttet til erosjon og massetransport.

Figur 2-1 illustrerer noen utfordringer som kan oppstå i forbindelse med flom. Hvilke faremomenter som kan oppstå er avhengig av lokale forhold i nedbørfeltet, der både naturgitte forhold og grad av menneskelig påvirkning kan være av betydning. Utfordringene kan være ulike fra vassdrag til vassdrag.



Figur 2-1: Ulike typer utfordringer som kan oppstå i forbindelse med flom.

<sup>1</sup> For definisjon av vassdrag, se vannressursloven § 2.

<sup>2</sup> Veilederen har en annen definisjon av flom enn veiledningen til TEK17, der oppdemming som følge av isgang og skred er inkludert i definisjonen. NVEs definisjon av flom vil som helhet falle inn under definisjonen i TEK17.

## 2.1.2 Tilstopping og vann på avveie

Oversvømmelse, høy vannstand og vann på avveie kan også oppstå som følge av tilstopping av *kritiske* punkt der vassdraget har for liten kapasitet. Dette medfører oppdemming og høy vannstand oppstrøms, se figur 2-2. For liten kapasitet kan være en følge av tekniske inngrep (bruer, kulverter mv.) eller naturgitte forhold i vassdraget (massavlagring, naturlige innsnevring, terskler mv.). Faren for oppdemming og vann på avveie vil ofte øke ved flom, men kan også oppstå uavhengig av om det er flom i vassdraget, f.eks. som følge av massetransport og drivgods, skred/utglidninger eller isgang.



Figur 2-2: Bilde tatt etter flommen i Alen, Holtålen kommune i 2011. Som følge av at brua hadde for lav kapasitet fant vannet et nytt løp rundt, som medførte fare for menneskeliv for flere boliger. Foto: 330 Skvadronen.

## 2.1.3 Isgang og isdammer

Isgang oppstår når store ismasser løsner og driver med strømmen nedover elva. Isgang fører til støt og friksjon fra ismasser langs elvebredden og -bunnen og kan medføre økt erosjon. Ismassene stopper av og til opp - gjerne på grunne og rolige partier hvor isen grunnstøter, ved en brå sving, innsnevring eller bruer. Dette kan medføre oppdemming oppstrøms eller at vannet finner nye veier utenom elveløpet, se figur 2-3.

Erfaringsmessig vil oppdemming som følge av isdammer ikke overstige vannstanden ved ca. en 20-årsflom. Oversvømmelse som følge av isoppdemming vil dermed vanligvis være ivaretatt i en vanlig flomsoneutredning. NVE anbefaler imidlertid at dette utredes spesielt, dersom en har erfaring med at oppdemmingen kan bli større.



Figur 2-3: Isgang i Stjørdalselva, februar 2021. Isen stopper opp ved Hegra bru, og fører til oppdemming og oversvømmelse oppstrøms. Foto: NVE

#### 2.1.4 Erosjon og massetransport

Erosjon er en framskridende prosess hvor sikkerhetsnivået ikke kan angis som gjentakintervall. Faren for erosjon vil likevel øke ved høy vannhastighet og høy vannføring. Erosjon innebærer at vannet graver i løsmassene i bunn og sider av elveløpet, og bringer massene i transport. Massene vil avlagres lokalt der vannhastigheten minker. Masseavlagring kan bidra til å styre og endre elvestrømmen, slik at erosjon og flomskader kan oppstå andre steder langs vassdraget.

Erosjon i sider og bunn kan føre til at sideskrånninger undergraves og blir ustabile. Dette kan føre til at det utløses små eller store utglidninger eller skred. Faren er avhengig av blant annet skredvolumet og løsmassene. I sand- og gruskrånninger vil utglidningene som regel skje som grunne skred i overflaten. I områder med silt- eller leiravsetninger kan utglidningene skje langs dypere bruddflater. I elveløp med løsmasser under marin grense er det spesielt viktig å følge med utviklingen i erosjon, da dette kan medføre utløsning av kvikkleireskred. Høy vannhastighet øker faren for rask utvikling i erosjon når vegetasjonsdekket fjernes. Ofte kan erosjon og utglidninger sikres ved steinsetting av elvebredden og/eller bunn.

Problematikk knyttet til erosjon og massetransport vil vanligvis være til stede ved flom i alle vassdrag, men er som regel mest utfordrende i bratte vassdrag med høy vannhastighet, og/eller i områder med lett eroderbare masser der det er fare for rask utvikling. Store og raske tilførsler av masser kan blokkere elveløpet, og medføre brå elveløpsendringer og vann på avveie.

Erfaring fra tidligere hendelser har vist at flom i denne typen vassdrag kan ha dramatiske konsekvenser, som potensielt kan medføre fare for menneskeliv. Kriteriene for når denne typen flommer inntreffer, kan være vanskelig å fastsette. Tidligere flomhendelser har likevel vist hva slags vassdrag problemstillingen er mest aktuell i, for eksempel Skjøli 2018 (figur 2-4) og Lauvsnes 2006 (figur 2-5).

I bratte elveløp med erosjon øker også faren for utløsning av *flomskred* – dvs. hurtige flomlignende skred, som består av en blanding av vann og skredmasser. Massene beveger seg med stor hastighet og kraft, og kan ha stort skadepotensiale. Se NVEs [Faktaark: Jordskred og flomskred](#) (NVE(a), 2013) for en nærmere beskrivelse.



Figur 2-4: Under flommen i Skjøli i Skjåk kommune i Oppland fylke i 2018 transporterte elva mye løsmasser. Elva la igjen masser over 150 m fra sitt opprinnelige elveløp. Foto: NVE.



Figur 2-5: Bilde fra flommen i Lauvsnes i Flatanger kommune i 2006. Elva hurtig i elveskråningene som bestod av elvegrus. Foto: NVE.

## 2.2 Flomfarekartlegging

Flomfaren for et område kan bestemmes med ulik detaljering, der det hovedsakelig skilles mellom:

1. Vurdering av flomfare på aktsomhetsnivå: Potensielt flomutsatte områder illustreres på aktsomhetskart for flom.
2. Utredning av flomfare på mer detaljert nivå: En mer detaljert kartlegging som synliggjør om området faktisk er utsatt for flomfare. Flomutsatte områder illustreres i mange tilfeller på flomsonekart.

### 2.2.1 Aktsomhetskart for flom

NVEs aktsomhetskart for flom er et landsdekkende kart, som gir en grov oversikt over områder som potensielt kan være utsatt for flom- og erosjonsfare. Nøyaktigheten på aktsomhetssonen i kartet er først og fremst tilpasset kommunens oversiktsplanlegging, for å identifisere flomhensynssoner på kommuneplannivå. Aktsomhetskartet har ikke noe tallfestet gjentaksintervall, og kan derfor ikke alene brukes i reguleringsplanarbeid eller ved ny utbygging. Det er likevel nyttig som et første vurderingsgrunnlag, for å gi en indikasjon på om flomfaren bør utredes nærmere.

Aktsomhetskart for flom er tilgjengelig i NVEs karttjenester (for eksempel [NVE Atlas](#) eller [NVE Temakart](#)).

Metodikken for utarbeidelse av aktsomhetskartet er omtalt i [NVE Rapport Preliminary Flood Risk Assessment in Norway](#) (NVE (a), 2011) og på NVEs nettside om [Aktsomhetskart for flom](#).

## 2.2.2 Flomsonekart

Detaljert utredning av flomfare innebærer vanligvis at det utføres:

- en *flomberegning* – dvs. en beregning av hvor stor vannføring en kan forvente ved flom av et gitt gjentakintervall. Flomstørrelsene blir som regel beregnet ut fra dataserier av vannføringen for det aktuelle vassdraget, eller estimert ut fra formelverk og data fra liknende, nærliggende vassdrag.
- en *hydraulisk beregning*. Gjennom den hydrauliske beregningen blir resultatet fra flomberegningen regnet om til vannstand – dvs. en får informasjon om hvor høyt vannet vil stige ved flom med aktuelle gjentakintervall. Dette gjøres vanligvis med en 1-dimensjonal (1D) eller 2-dimensjonal (2D) numerisk hydraulisk modell.

Resultatet av flomfareutredningen presenteres i mange tilfeller på flomsonekart, som viser hvilke områder som vil bli berørt ved flommer med bestemte gjentakintervall. NVE har utarbeidet flomsonekart for de mest skadeutsatte strekningene i Norge. En del områder er også kartlagt etter større flomhendelser eller i forbindelse med sikring. Kartene er tilgjengelige i NVEs kartkatalog (for eksempel NVE Atlas, NVE Temakart). I tillegg til NVEs flomsonekart kan kommunen eller regulanter av vassdraget ha flomsonekart utarbeidet i forbindelse med tidligere plansaker eller klassifisering av dammer.

Flomsonekart er et av de viktigste redskapene vi har i arealplanleggingen for å unngå utbygging i områder som kan være utsatt for flomfare. I reguleringsplan- og byggesaksbehandling brukes kartene som grunnlag for å vurdere og dokumentere tilstrekkelig sikkerhet mot flom, eller for å planlegge risikoreduserende tiltak.

Flomsonekart er også viktige i beredskapssammenheng, da det gir god oversikt over områder i nærheten av vassdraget som kommunen må være spesielt oppmerksom på under en flomhendelse. Det gir et godt grunnlag for å planlegge beredskapsinnsats og skadereduserende tiltak.

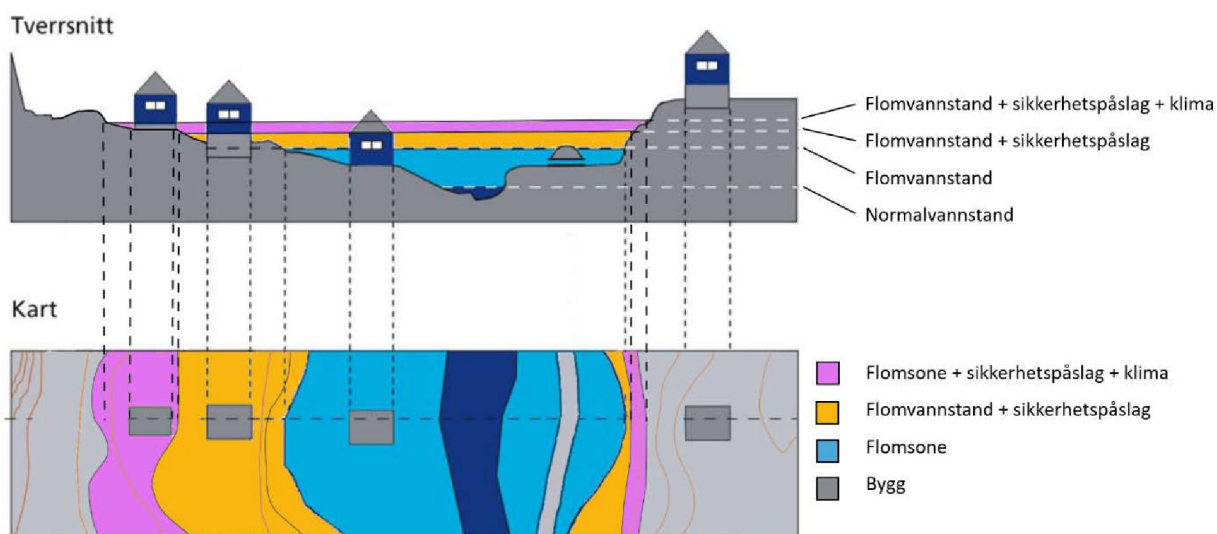
## 2.2.3 Klima- og sikkerhetspåslag

NVE anbefaler at den som utfører flomfareutredninger legger til både et klimapåslag og et sikkerhetspåslag på den beregnende flomsone. Det er vår oppfatning at dette også er normal praksis i dag:

- Klimapåslaget er et prosentvis tillegg i flomvannføringen som skal dekke opp for forventede økninger i flomstørrelsene som følge av et klima i endring (se kap 3.3).
- Sikkerhetspåslaget skal dekke opp usikkerheter ved både den hydrauliske modellen og flomberegningen, og vil bli mindre desto mer innsats man legger i en mer nøyaktig modellrepresentasjon og ved innhenting av grunnlagsdata.

Sikkerhetspåslaget oppgis tradisjonelt som et påslag i vannstanden for hvert innmålte tverrprofil, og inkluderes ikke i flomsone på NVEs flomsonekart. Ved bruk av eldre kart i reguleringsplanlegging og byggesak, er det derfor viktig å kontrollere kotehøyde for byggverkets/tiltakets plassering mot flomvannstanden med sikkerhetspåslag, se Figur 2-6. Tilsvarende er det viktig å kontrollere om hensyn til fremtidige klimaendringer er ivaretatt i utredningen.

For nye flomfareutredninger utført i henhold til denne veilederen, anbefaler NVE at flomsone presenteres med klima- og sikkerhetspåslag. Dette vil gjøre kartene enklere å bruke i arealplanlegging og byggesaker. NVE anbefaler generelt at man tar hensyn til både klimapåslaget og sikkerhetspåslaget ved plan- og byggesak. Det må komme tydelig frem i bestemmelser, kart og vedtak hvilket påslag som er benyttet.



Figur 2-6: Klimapåslag og sikkerhetspåslag øker både vannstanden og utstrekningen på flomsone. Ved bruk av eldre flomsonekart i plan- og byggesak er det viktig å kontrollere både vannstandsstigningen og utstrekningen på flomsone som følge av disse to påslagene.

## 2.2.4 Utredning av erosjonsfare

Flomsonekartet viser områder som kan være utsatt for oversvømmelse fra flom i vassdrag. Dersom en erfaringsvis har utfordringer knyttet til erosjon og/eller massetransport, må det i flomfareutredningen dokumenteres og begrunnes hvordan faren er tatt hensyn til.

Omfanget av utredningen er avhengig av problemstillingen. I mange tilfeller er det tilstrekkelig med en enkel skjønsmessig vurdering ut fra beregnede hastigheter i den hydrauliske modellen. Ved stor fare for rask utvikling i erosjon og massetransport – og særlig i bratte vassdrag – er imidlertid en mer detaljert utredning nødvendig. Per i dag har en ikke godt utprøvd metodikk for hvordan denne typen vassdrag bør utredes, og det er flere mulige tilnærminger. Det pågår stadig forskning på feltet og utvikling av modeller som også håndterer denne typen problemstillinger.

Metodikk for utredning av erosjon og massetransport, og andre utfordringer knyttet til flomfare er nærmere omtalt i kapittel 9.

Har dere kjennskap til anerkjent metodikk for hvordan erosjonsfare og masstransport bør utredes i forbindelse med flomfarekartlegging?

## 2.2.5 Levetid for flomfareutredninger

Flomfareutredninger har en begrenset levetid. Dette kan blant annet skyldes:

- Endringer i det hydrologiske datagrunnlaget (målte og beregnede flomvannføringer) eller nye eller oppdaterte klimafremskrivninger. Lengre måleserier eller større flommer endrer det statistiske grunnlaget som flomfareutredningen er basert på.
- Endring av kartgrunnlagets nøyaktighet som følge av nye oppmålingsteknikker. Endret nøyaktighet kan endre på flomsoneens utstrekning.
- Endringer i/langs elveløpet og dermed flomsoneen. Naturlige endringer i elveløpet (for eksempel som følge av masseavlaging eller erosjon) eller tiltak/utbygginger i nærheten av vassdraget kan forandre på faresoneen. Ved alle tiltak i vassdrag bør det dokumenteres hvorvidt tiltaket endrer



flomforholdene. Alle endringer som medfører en forhøyet vannstand i elva bør i størst mulig grad reduseres, da summen av flere små endringer kan medføre en betydelig økning i flomhøyden.

- Endring i metodikk for utredningen. Hydrauliske modeller er stadig under utvikling. Mer nøyaktige modeller eller endring i tilnærmingen kan forandre på flomsonen.
- Endring i lov eller forskrift gjør at flomfareutredningen ikke lenger er relevant, og må oppdateres.

NVE anbefaler at beregningene ajourføres etter store flommer, eller dersom det oppstår vesentlige endringer i eller i nærheten av elveløpet, eller datagrunnlaget. Bestiller bør be om en kontroll av datagrunnlaget for beregningene dersom det er eldre enn 15-20 år.

Det er viktig at forutsetningene i flomsonekartet opprettholdes, som for eksempel at bruer og kulverter er åpne, og at sikringstiltak holdes ved jevnlig tilsyn/vedlikehold.

Er det andre momenter som bør nevnes i denne sammenhengen?

HØRINGSUTGAVE

# 3 Krav til sikkerhet mot flom i reguleringsplan og byggesak

## 3.1 Vurdering av flomfare i plan- og byggesak

Kravene til sikker byggegrunn, herunder sikkerhet mot flom, er fastsatt i [plan- og bygningsloven \(pbl\)](#) § 28-1 og § 29-5, og [byggteknisk forskrift \(TEK17\) kap. 7](#), med tilhørende veiledning. Generelle krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger er gitt i TEK17 § 7-1, og konkrete sikkerhetskrav mot flom og stormflo er presisert i § 7-2 og § 7-3. Sikkerhetskravene er førende for arealplan, og tilstrekkelig sikkerhet mot flom må dokumenteres med lovpålagt ROS-analyse, jf. pbl § 4-3, i forbindelse med reguleringsplaner. Sikkerhetskravene i TEK gjelder også for ikke søknadspliktige tiltak/byggverk<sup>3</sup>.

Kravene skal sikre at det ikke gjennomføres tiltak i et område som kan være utsatt for flomfare uten at sikkerheten er tilstrekkelig ivaretatt, eller at man utsetter omgivelsene for økt flomfare som følge av tiltaket.

Det er som hovedregel forslagsstiller (plansaker) eller tiltakshaver (byggesaker) som har ansvaret for å framskaffe nødvendig dokumentasjon om sikkerhet mot flom. Kommunen som plan- og bygningsmyndighet er ansvarlig for å påse at planen/byggverket oppfyller kravene til sikkerhet gitt i plan- og bygningsloven (pbl) og byggteknisk forskrift (TEK17).

Det er i prinsippet på tre nivåer i plan- og byggesaker at flomfare må vurderes:

- Kommuneplannivå – vurdering på aktsomhetsnivå/aktsomhetskart
- Reguleringsplannivå – faresonekartlegging/-utredning ift. TEK17 § 7-2
- Bygge- og dispensasjonssak – krav som for reguleringsplan + dokumentasjon – men ofte kun behov for fareutredning av én enkelt tomt og én sikkerhetsklasse (for eksempel F2).

Denne veilederen tar kun for seg de to siste nivåene. På kommuneplannivå anbefaler vi å bruke NVEs retningslinjer [Flaum- og skredfare i arealplanar](#) (NVE, 2014) Denne gir anbefalinger om hvordan en kan gå fram for å ivareta sikkerhetskravene i TEK § 7-2.

Kommunal- og moderniseringsdepartementets (KMD) presiserer i rundskriv H-5/2018 [«Samfunnsikkerhet i planlegging og byggesaksbehandling](#) (KMD, 2018) at forholdet til sikkerhet skal avklares gjennom selve arealplanarbeidet og ikke utsettes til byggesak. Dersom farene likevel ikke er utredet tidligere i reguleringsplan, må tilstrekkelig sikkerhet avklares og dokumenteres i byggesaken.

Ved detaljregulering og byggesaksbehandling i områder der flomfaren ikke er utredet tidligere, må det innhentes nødvendig kompetanse for å utrede og dokumentere flomfaren. Flomfareutredningen må være knyttet opp mot sikkerhetskravene i TEK17, og være så detaljert utført at den er tilstrekkelig som dokumentasjonsgrunnlag for planen/tiltaket. NVE anbefaler også at utredningen inkludere hensynet til fremtidige klimaendringer, jf. pbl § 3-1 g).

Berørte statlige og regionale organ kan fremme innsigelse til forslag til arealplanlegging som er av nasjonal eller vesentlig regional betydning, eller som er av vesentlig betydning for vedkommende organs saksområde, jf. pbl. § 5-4. Vi viser i den sammenheng til NVEs veileder 2/2017 [Nasjonale og vesentlig](#)

---

<sup>3</sup> For definisjon av byggverk viser vi til TEK17 § 1-3 første ledd bokstav b, der byggverk er definert som «bygning, konstruksjon eller anlegg». Dette gjelder også mindre tiltak, som terrenginngrep som kan utsette andre for fare eller vesentlig ulempe, jf. Pbl § 28-1.

[regionale interesser innen NVEs saksområder i arealplanlegging – Grunnlag for innsigelse](#) (NVE, 2017). Etter pbl § 19-2 fjerde ledd bør ikke kommunen gi dispensasjon i saker hvor en statlig eller regional myndighet har uttalt seg negativt om dispensasjonssøknaden.

I kapittel 4 gir vi en nærmere beskrivelse av hvordan kravene til sikkerhet for flom kan dokumenteres i henhold til sikkerhetskravene i TEK17. Ved å følge NVEs anbefalte prosedyre i kap. 4 vil dette være tilstrekkelig som dokumentasjonsgrunnlag for reguleringsplan og byggesak.

## 3.2 TEK17 § 7-2. Sikkerhet mot flom og stormflo

### 3.2.1 Anvendelsesområde

Bestemmelsene i TEK17 § 7-2 gjelder sikkerhet mot saktevoksende flommer som normalt ikke medfører farer for menneskeliv. Regnflommer i bratte masseførende vassdrag er et eksempel på en hurtigvoksende flom som kan medføre fare for menneskeliv. Flodbølger som følge av isgang eller dambrudd i skred- eller ismasser faller også inn under definisjonen. For flom i slike vassdrag gjelder både kriterier og sikkerhetskrav i TEK17 § 7-3. NVE definerer alle andre flommer som saktevoksende.

### 3.2.2 Byggverk der konsekvensen av flom er særlig stor

Byggverk der konsekvensen av flom er særlig stor «skal ikke plasseres i flomutsatt område», jf. TEK17 § 7-2 første ledd. Dette gjelder byggverk av nasjonal eller regional betydning for beredskap og krisehåndtering, som f.eks. sykehus og beredskapsinstitusjoner, i tillegg til byggverk som omfattes av storulykkeforskriften. For denne typen byggverk er det ikke en løsning å sikre eller dimensjonere bygget for å tåle oversvømmelse.

Det er svært få områder i Norge som ikke vil kunne være utsatt for flom under enhver omstendighet. NVE mener en sikker plassering i forhold til påregnelig maksimal flom (PMF), vil gi tilstrekkelig sikkerhet for denne typen byggverk og oppfylle kravet i § 7-2, første ledd. PMF-flommen beregnes i henhold til [Retningslinjer for flomberegninger](#) (NVE (b), 2011).

### 3.2.3 Sikkerhetsklasser for byggverk

Det er definert tre sikkerhetsklasser for flom med ulike flomstørrelser som skal legges til grunn for byggverk i flomutsatte områder, jf. TEK17 § 7-2 annet ledd, se Tabell 3-1. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrides. Hvilken sikkerhetsklasse et byggverket tilhører, er avhengig av funksjonen og konsekvensen ved flom.

Tabell 3-1: Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område. Kilde: TEK17 § 7-2 andre ledd

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

I henhold til TEK17 kan sikkerhetskravene oppnås ved å:

- plassere byggverket utenfor området som oversvømmes ved flom med det aktuelle gjentaksintervallet (største nominelle årlige sannsynlighet)
- utføre risikoreduserende tiltak – f.eks. flomsikringstiltak eller heve byggegrunnen til et flomsikkert nivå.
- dimensjonere og konstruere bygget slik at det tåler belastningene.

NVE anbefaler at en velger det første alternativet der det er praktisk mulig.

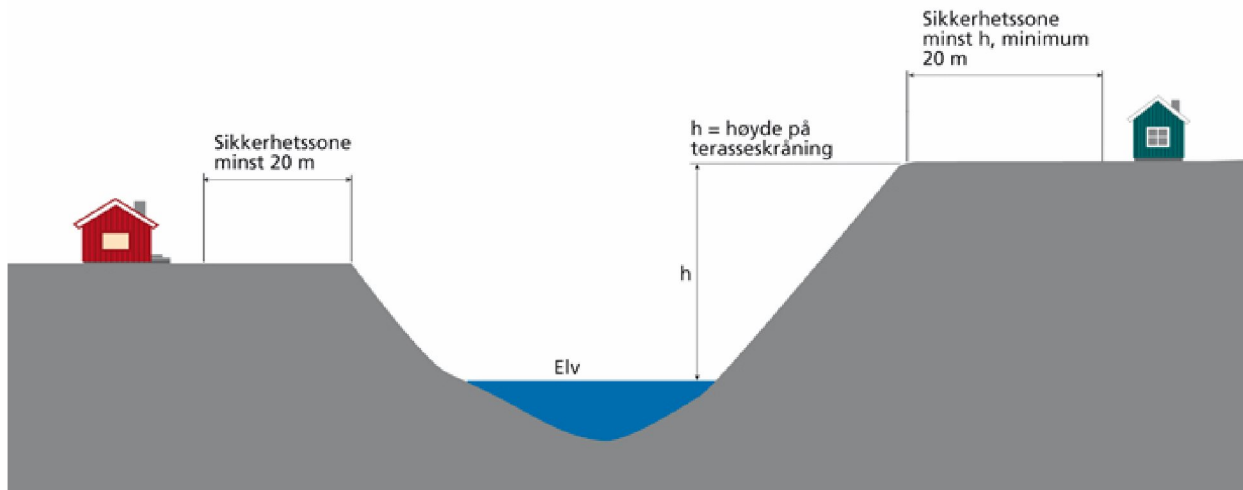
### 3.2.4 Sikkerhet mot erosjon

Byggverk skal iht. TEK17 § 7-2 fjerde ledd plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Dette kan gjøres ved å plassere byggverket i tilstrekkelig avstand fra elvekanten, på fast grunn, eller sikre elvekanten mot erosjon, slik at sannsynligheten for akutte skader som følge av erosjon reduseres. Der det er praktisk mulig anbefaler NVE sikker plassering. Sikring bør kun benyttes der det ikke vil være mulig å opprettholde trygg avstand.

Hva som er tilstrekkelig avstand fra elvekanten med hensyn til erosjon vil være avhengig av lokale forhold i vassdraget. I TEK17 er minimumsavstanden fra erosjonsutsatt skråning definert ut fra Figur 3-1. Denne avstanden må være minst like stor som høyden på skråningen (målt i forhold til vannstanden i elva ved middelvannføring), og ikke mindre enn 20 m. Avstanden kan i enkelte tilfeller være mindre, for eksempel dersom en sikrer mot erosjon eller bygger på fast grunn/fjell.

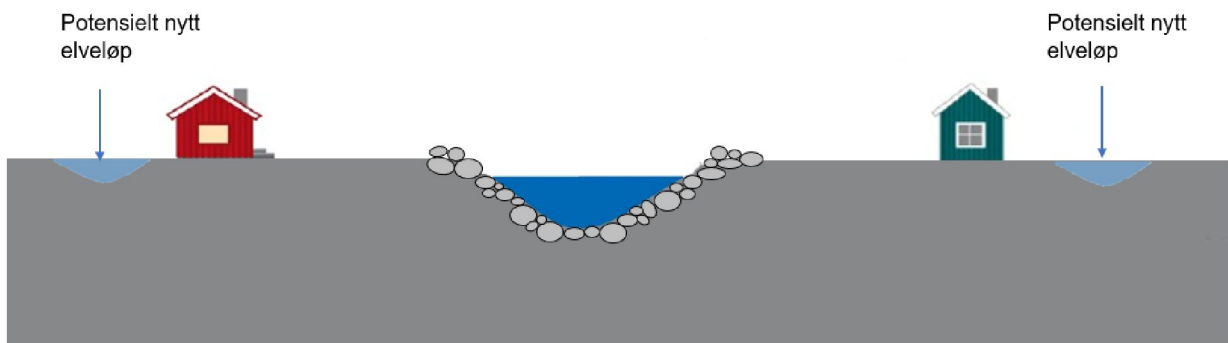
I enkelte tilfeller bør imidlertid avstanden økes. Dette gjelder særlig i bratte vassdrag, ved høye vannhastigheter i tiltaksområdet, i områder med stor masseavlagring og endring i elveløpet, og der elvekanten består av lett eroderbare masser. Spesielt i vassdrag med stor erosjonsfare eller mye massetransport kan det være fare for at elva finner nye løp, se Figur 3-2. NVE anbefaler at området utredes nærmere med tanke på erosjon, massetransport og fare for nye elveløp/flomløp. Om det ikke er mulig å holde tilstrekkelig avstand bør elvekanten erosjonssikres før utbygging. Sikringstiltak må holdes ved jevnlig tilsyn/vedlikehold for at sikkerheten skal være ivaretatt.

Der elvekanten består av materialer der det kan oppstå større utglidninger (kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddsegenskaper) gjelder sikkerhetskravene for skred § 7-3. Skredfaren må da vurderes og utredes iht. NVEs veileder [Sikkerhet mot kvikkleireskred](#) (NVE, 2019).



Figur 3-1: Veiledning til TEK17 § 7-2 fjerde ledd.

## Erosjonsfare i bratte vassdrag



Figur 3-2: Erosjonsfaren i bratte vassdrag er også knyttet til faren for at elva tar nye løp ved flom og tilstrekkelig avstand fra erosjonsutsatt skråning må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

### 3.2.5 Sikkerhet mot erosjon i bratte vassdrag – TEK17 § 7-3

I bratte vassdrag med løsmasser kan det være fare for rask utvikling i erosjon og masstransport. Når massene og vannet får stor hastighet og kraft, medfører dette et større skadepotensiale og økt fare for tap av menneskeliv. For flom i slike vassdrag gjelder ikke § 7-2, men krav og kriterier i § 7-3.

Ved flom med fare for menneskeliv må kravene til sikkerhet dokumenteres i henhold til de relevante sikkerhetskravene i TEK17 § 7-3. NVE anbefaler at det i tillegg til en flomfareutredning, gjennomføres en skredfareutredning mhp. fare for flomskred. For veiledning i hvordan flomskred eller andre skredtyper bør utredes, se NVE veileder [Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak](#) (NVE(a), 2020).

## 3.3 Klimaendringer og klimapåslag

Klimaet er i endring og regjeringen har lagt føringer om at kommunene skal ivareta klimaendringer og klimatilpasning i sin arealplanlegging, jfr. [Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging](#)

[2019-2023](#) (KMD, 2019), [Statlige planretningslinjer \(SPR\) for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning](#) (Lovdata, 2018) og [veiledning til SPR for klimatilpasning](#) (Miljødirektoratet, 2019).

Klimaendringene vil medføre økende og mer intensiv nedbør over større deler av året. Ytre strøk og små, bratte og uregulerte vassdrag er særlig utsatt for mer nedbør og økende flomstørrelser, med en økning på inntil 40% , [Klima i Norge i 2100](#), (Miljødirektoratet, 2015). I enkelte større vassdrag i indre strøk vil flomstørrelsene kunne bli mindre som følge av færre og mindre intense snøsmelteflommer. [De fylkesvise klimaprofilene](#) (Klimaservicesenteret, u.d.) gir en oversikt over hvilke endringer en vil kunne forvente for ulike områder i landet. Flomfareutredninger bør ta høyde for denne økningen i flomstørrelse, ved å legge til et prosentvis påslag i vannføringen i tråd med de forventede endringene.

NVE anbefaler at flomfareutredninger med aktuelt klimapåslag legges til grunn i arealplanlegging og ved behandling av nye byggetiltak i flomutsatte områder. Det bør komme klart fram hvilket påslag som er benyttet, og hvordan hensyn til klimaendringer er ivaretatt i utredningen.

## 4 Hvordan gå fram for å vurdere mulig flomfare

### 4.1 Prosess for å vurdere og utrede flomfare

Ved reguleringsplan, og byggesak skal det gjøres rede for eventuell reell flomfare, og for hvordan sikkerhetskravene i TEK17 § 7-2 vil bli ivaretatt. Vurderingene kan være basert på tidligere flomfareutredninger og annen tilgjengelig informasjon om flomfaren i det aktuelle området, der dette er dokumentasjon på at sikkerhetskravene er ivaretatt. Ved manglende dokumentasjon, må en innhente nødvendig kompetanse for å utrede flomfaren nærmere.

Proessen for hvordan en kan vurdere og dokumentere flomfaren er vist skjematisk på Figur 4-1. NVE har utviklet en todelt prosedyre som beskriver denne prosessen nærmere:

1. Prosedyre – del 1: *Vurdering av mulig flomfare* omfatter trinn 1 i Figur 4-1. Prosedyren viser hvordan en kan vurdere om tiltaksområdet kan være utsatt for flomfare, basert på tilgjengelig informasjon og eventuelle eksisterende flomfareutredninger. Stegene i prosedyren er nærmere forklart under punkt 4.2 og vist i tabell 4.1.

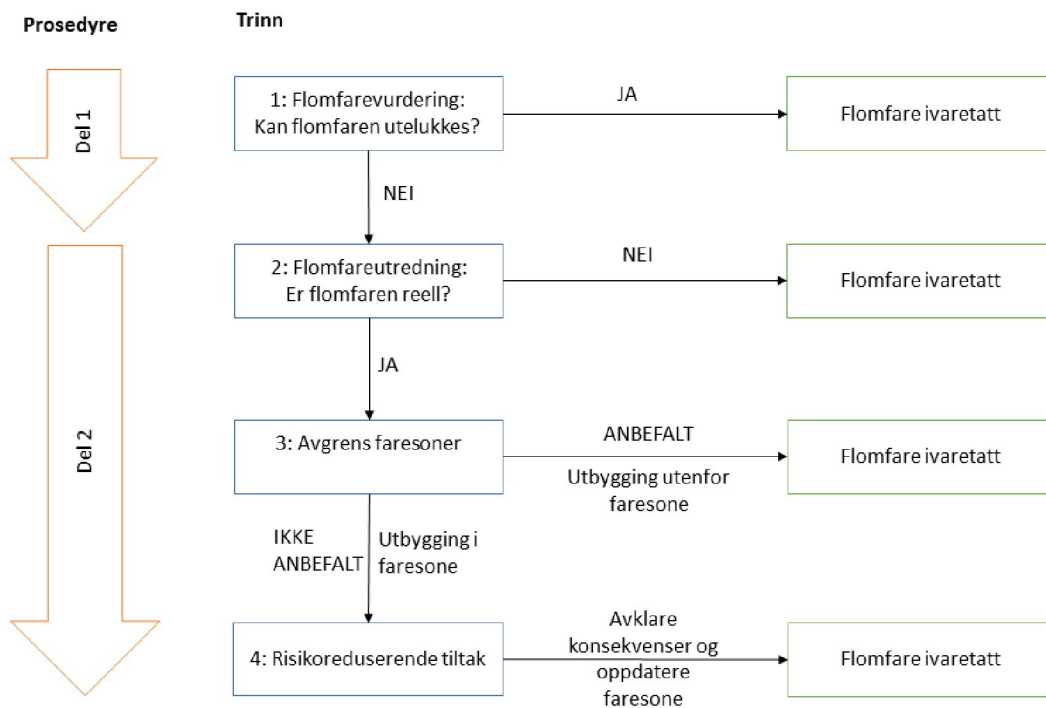
Vurderingene kan normalt gjøres av tiltakshaver/plankonsulent – eventuelt i dialog med kommunen eller en fagperson. Dersom en har dokumentasjon på at planområdet har tilstrekkelig sikkerhet, er det ikke nødvendig å utrede flomfaren nærmere. Har en manglende dokumentasjon eller dersom det er tvil om flomfaren er ivaretatt, må en gå videre til prosedyrens del 2.

2. Prosedyre – del 2: *Utredning av flomfare* omfatter trinn 2-4 i figur 4-1, og er beskrevet i veilederens del 2. Stegene som inngår i en slik utredning er vist skjematisk i tabell 6-1. Flomfareutredningen kan enten bestå av forenklede fagkyndige vurderinger der en avklarer flomfaren for det enkelte planområdet, eller en mer detaljert utredning der en avgrensner og synliggjør arealer som faktisk er utsatt for flomfare, i form av et flomsonekart. Hvor detaljert utredningen må gjøres er avhengig av blant annet sikkerhetsklassen for byggverket og omfanget av planen, i tillegg til byggverkets plassering i forhold til vassdraget. For reguleringsplaner, større

byggesaker og i tilfeller der konsekvensen av flom er betydelige (sikkerhetsklasse F3), er en detaljert utredning anbefalt.

Viser utredningen at flomfaren i plan- eller tiltaksområdet er reell, bør en vurdere en alternativ flomsikker plassering av tiltaket. Alternativt må det dokumenteres hvordan en ved hjelp av risikoreduserende tiltak kan oppnå tilstrekkelig sikkerhet iht. TEK17 § 7-2. Enkelte risikoreduserende tiltak (for eksempel utfyllinger i elva, heving av byggegrunn i flomsone og flomsikringstiltak) kan føre til at andre områder i nærheten av vassdraget blir utsatt for økt flomfare. Før slike tiltak kan tillates må konsekvensene avklares. Dersom faresonen endres som følge av tiltaket, må den oppdateres etter at tiltaket er utført.

Utredning av reell flomfare, vurdering og prosjektering av risikoreduserende tiltak, krever god faglig innsikt og kompetanse. Utredninger i henhold til denne veilederen må gjennomføres av en fagperson med relevant faglig utdanning og/eller praksis. Anbefalt kompetanse for denne typen utredninger er beskrevet i kapittel 5.3.



Figur 4-1: Flytskjema for utredning og vurdering av flomfare beskrevet i 4 trinn. Trinn 1 kan utføres av tiltakshaver/plankonsulent, mens trinn 2-4 skal utføres av en fagperson. Prosessen er nærmere beskrevet i prosedyren i tabell 4.1 (del 1) og tabell 6.1 (del 2).

## 4.2 Prosedyre - del 1: Vurdering av mulig flomfare

Prosedyre - del 1 (Tabell 4-1) beskriver hvordan tilgjengelig eksisterende kunnskap kan brukes til å vurdere om et plan-/tiltaksområde kan være utsatt for flomfare. I vedlegg 2 er det vist eksempler på hvordan flomsonekart og flomaktsohmetskart kan benyttes for å vurdere flomfaren.

Kommer det tydelig fram fra prosedyren hvordan en skal vurdere flomfaren? Er det andre steg som kan være relevant for å dokumentere flomfaren?

Tabell 4-1: Prosedyre for å vurdere mulig flomfare.

## Steg Prosedyre del 1: Vurdering av mulig flomfare

<b>1</b>	<p><b>Bestem sikkerhetsklassen for flom</b></p> <p>Byggverk som omfattes av TEK17 § 7-2 første ledd skal ikke plasseres i flomutsatt område. NVE anbefaler at byggverket plasseres trygt i forhold til nivået for påregnelig maksimal flom (PMF) (se kap. 3.2.2.).</p> <p>Sikkerhetsklassen for byggverk i flomutsatt område fastsettes ut ifra konsekvensen av flom, jf. TEK17 § 7-2. Dersom det er fare for liv, fastsettes sikkerhetsklasse som for skred, jf. § 7-3.</p> <p>Flomfarevurderingen/-utredningen må omfatte alle de relevante sikkerhetsklassene/gjentaksintervallene for byggverk i plan-/byggesaken.</p>
<b>2</b>	<p><b>Undersøk om flomfaren i området er kartlagt tidligere</b></p> <p>(a) NVEs flomsonekart (<a href="#">NVE Atlas/NVE Temakart</a>)</p> <p>(b) NVEs Flomrapportdatabase (under utvikling)</p> <p>(c) Andre kartlegginger av flomfare (f.eks. flomfarevurderinger ifm. ROS-analyser i kommuneplan- eller reguleringsplanarbeid, kartlegginger av kritiske punkt i bekker og bratte vassdrag, dambruddbølgeberegninger m.m.). Ta kontakt med kommunen eller regulanter i vassdraget.</p> <p>Detaljeringsnivå og kvalitet på tidligere kartlegginger kan variere, bl.a. mhp. grunnlagsdata, når utredningen ble utført og formålet med kartleggingen (se kap. 2.2.5). Det bør gjøres en konkret vurdering på levetid/gyldighet, og om detaljnivået og kvaliteten er god nok i forhold til formålet. Flomfareutredningen må også vurderes mht. klimapåslag og sikkerhetsmargin (kap. 2.2.3). Dersom det er tvil om dokumentasjonen er tilstrekkelig bør en be om en fagkyndig kontroll av grunnlagsmaterialet.</p> <p><i>Er kartleggingen gyldig, og viser at det ikke er fare for flom i tiltaksområdet, kan det brukes som dokumentasjon på tilstrekkelig sikkerhet.</i></p>
<b>3</b>	<p><b>Undersøk om området ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for flom</b></p> <p>Aktsomhetskartet for flom er vanligvis ikke tilstrekkelig som eneste grunnlag for å dokumentere flomfaren, men kan gi en indikasjon på om det er behov for en mer detaljert utredning.</p> <p>Generelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Byggverk i klasse F3 eller som omfattes av TEK17 § 7-2 første ledd: Aktsomhetskartet kan ikke brukes for å dokumentere at tiltaket ligger utenfor flomfare.</i></li> <li>• <i>Byggverk i klasse F1/F2: Byggverk som ligger utenfor aktsomhetskartet er normalt ikke flomutsatt, med mindre det foreligger annen tilgjengelig kunnskap som tilsier at det likevel kan være flomfare (jf. trinn 2-4).</i></li> </ul> <p>En mer detaljert utredning kan likevel kreves dersom plan-/tiltaksområdet ligger:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I randsonen av et aktsomhetsområde. Det anbefales at en kontrollerer vannstandsstigningen i aktsomhetskartet mot mer detaljerte terrenghøyder.</li> <li>• Ved hydrauliske konstruksjoner eller kritiske punkter som kan medføre fare for oppstuvning eller at vannet finner nye veier (f.eks. bruer, kulverter, stikkrenner m.m.)</li> <li>• I nærheten av mindre bekker som ikke er inntegnet på kartet</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• På en bekk- eller elvevifte der løpet ikke er sikret. Hele elvevifta bør vurderes som et aktsomhetsområde.</li> <li>• I områder der det er fare for at elva brått finner et nytt løp.</li> </ul> <p>Se også eksempler på vurderinger i vedlegg 2.</p>
4	<p><b>Undersøk om det har vært historiske flomhendelser i området</b></p> <p>Historiske flomhendelser kan gi verdifull informasjon om flomfaren og andre flomutfordringer. Kilder til informasjon:</p> <p>(a) NVEs tjeneste: <a href="http://Flomhendelser.no">Flomhendelser.no</a> (under utvikling)</p> <p>(b) Andre kilder til historiske flomhendelser (for eksempel medieoppslag/aviser, lokalhistorie, bilder/flybilder, flommerker m.m.). Ta kontakt med kommunen og/eller regulanter i vassdraget.</p> <p><i>Historiske flomhendelser kan i enkelte tilfeller brukes som dokumentasjon på tilstrekkelig sikkerhet mot flom. Det må da dokumenteres at flommen var over/på nivå med bestemmende gjentakintervall og at tiltaksområdet ikke ble påvirket. Dokumentasjonen bør utarbeides eller kontrolleres av en fagkyndig.</i></p>
5	<p><b>Eventuelle andre forhold</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sikringstiltak:</b> Hvis plan- eller tiltaksområdet er sikret mot flom, uten at dette fremgår av tidligere utredninger, kan tilstrekkelig sikkerhet være oppnådd uten at det er nødvendig med en fagkyndig utredning. Det må i så fall begrunnes og dokumenteres at planen/tiltaket gir tilstrekkelig sikkerhet.</li> </ul>
6	<p><b>Vurder om det er behov for videre utredning</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hvis momenter i steg 2-5 kan utelukke flomfaren, kan det brukes som dokumentasjon på at kravene til sikker byggegrunn i PBLs § 28-1 og TEK17 § 7-2 er ivaretatt. Er det tvil om dokumentasjonen er tilstrekkelig, anbefaler NVE at bestiller sørger for en fagkyndig kontroll.</i></li> <li>• <i>Kan en ikke utelukke flomfaren, må det utføres en flomfareutredning jf. prosedyre del 2 (tabell 6.1).</i></li> </ul>

# 5 Hvordan bestille en flomfareutredning?

## 5.1 Nivå for flomfareutredning

Nøyaktighet og ressursbruk på flomfareutredningen er blant annet avhengig av problemstillingen og formålet med utredningen. I enkelte tilfeller kan flomfaren avklares ved hjelp av forenklete vurderinger, mens det alltid bør utføres mer detaljerte utredninger for reguleringsplaner eller byggesaker der konsekvensene er store.

NVE har utarbeidet en bestillingsmal som kan benyttes ved bestilling av flomfareutredninger. Malen ligger vedlagt i vedlegg 6. Det er her definert tre ulike nivåer for flomfareutredning:

Synes dere en slik inndeling er hensiktsmessig for bestiller/utførende? Kommer det tydelig fram når en skal anvende de ulike nivåene?

- **Nivå 1:** Forenklet utredning basert på eksisterende grunnlagsdata: Konservativ fagkyndig vurdering eller enkel hydraulisk modell. Ikke kalibrert (justert etter kjent vannlinje) eller befart.

*Aktuelt for større områdeplaner der det stilles krav om senere detaljplan, eller der enkle fagvurderinger eller utredninger kan dokumentere at byggverk i sikkerhetsklasse F1/F2 (f.eks. innenfor aktsomhetskartet for flom) ligger tilstrekkelig flomsikkert.*

Forenklete/konservative vurderinger kan i enkelte tilfeller være tilstrekkelig for å an vise sikker kotehøyde eller dokumentere at byggverket ligger flomsikkert i henhold til sikkerhetskravene i TEK17 § 7-2. Noen eksempler på slike utredninger er gitt i vedlegg 1. Forenklete utredninger har normalt stor usikkerhet, som må dekkes opp av en større sikkerhetsmargin eller ved konservative valg. Dette betyr høyere beregnet flomvannstand og større utstrekning på flomsonen, i forhold til en mer detaljert utredning.

- **Nivå 2:** Utredning basert på eksisterende grunnlagsdata: Befaring, oppmåling av bestemmende snitt. Justering av hydraulisk modell etter en kjent vannlinje (kalibrering eller tilpassing). Flomberegning utført i henhold til NVEs veiledere (kap. 7). NVE anbefaler 1D- eller 2D-modell.

*Aktuelt for de fleste reguleringsplaner, byggesaker og dispensasjonssøknader der det foreligger tilstrekkelig grunnlagsdata, eller for ajourføring av eksisterende flomsonekart.*

Dette alternativet er aktuelt der det foreligger eksisterende grunnlagsdata, og det ikke er nødvendig å gjøre omfattende supplerende oppmålinger. I de fleste tilfeller vil det være nødvendig å gjennomføre en flomberegning, eller eventuelt en kontroll av grunnlagsmaterialet.

- **Nivå 3:** Detaljert utredning med befaring, innmåling av hydrauliske konstruksjoner og bestemmende snitt, elvebunnskartlegging. Justering av hydraulisk modell etter en kjent vannlinje (kalibrering eller tilpassing). Flomberegning utført i henhold til NVEs veiledere (kap. 7). NVE anbefaler bruk av 2D-modell.

*Aktuelt for reguleringsplaner og byggesaker med store berørte verdier, eller der det ønskes lavest mulig usikkerhet.*

For å oppnå lave usikkerheter i flomfareutredninger, kreves nøyaktige innmålinger av alle hydrauliske konstruksjoner i vassdraget, detaljerte høydedata for elveløpet og flomslettene, et

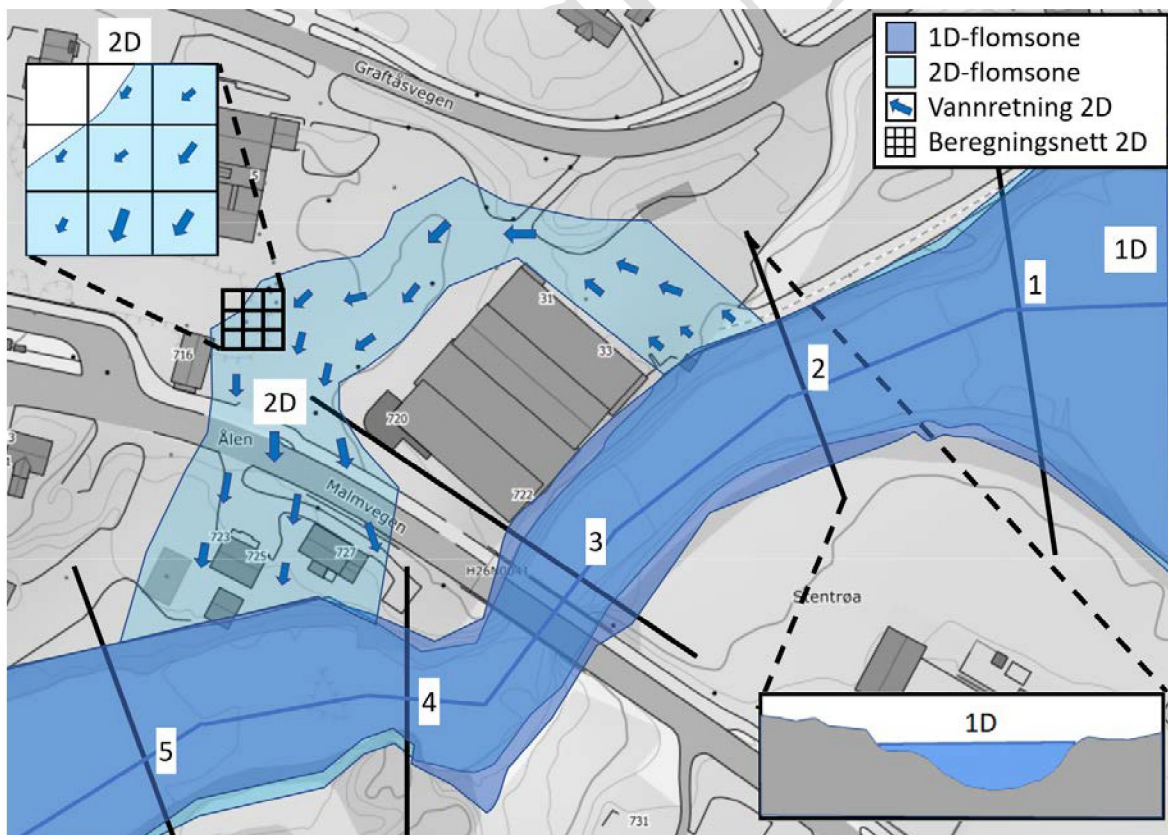
godt hydrologisk datagrunnlag og gode kalibreringsdata (samtidige målinger av vannstand og vannføring). Det anbefales at utførende gjennomfører minst én befaring. En detaljert utredning er dermed vanligvis mer ressurskrevende enn den forenklete, men flomvannstanden og faresonene beregnes med større nøyaktighet, og normalt med lavere sikkerhetsmargin.

For å sikre at tilbudene en mottar og utredningen har god nok kvalitet, bør det i bestillingen oppgis at denne veilederen skal følges. Videre anbefaler NVE at bestiller har god innkjøpsfaglig kompetanse og er godt kjent med de aktuelle utlysings- og kontraktsformer.

Resultatene av flomfareutredningen bør dokumenteres i et notat eller rapport med kartutsnitt, slik at vurderingene som er gjort er etterprøvbare. Dersom større områder kartlegges, eller faresonen skal inngå i det offentlige kartgrunnlaget (DOK), er det hensiktsmessig å presentere resultatet av utredningen i form av et flomsonekart. Faresonene bør meldes inn i flomsonedatabasen som administreres av NVE, se vedlegg 3.

## 5.2 Modellverktøy for flomfareutredninger

En skiller mellom ulike hovedtyper hydrauliske modeller. For flomsonekartlegging er det normalt enten 1D- eller 2D-modeller som er best egnet. Der en med stor sikkerhet vet hvor vannet renner ved stor flom vil en 1D-modell generelt være godt egnet. Tilsvarende vil en 2D-modell være godt egnet i vassdrag der vannet vil kunne finne nye løp ved flom, se Figur 5-1 under. For detaljerte beregninger av vannhastighet og strømningsretning, vil alltid en 2D-modell være å foretrekke.



Figur 5-1: Hovedforskjellen mellom en 1D- og en 2D-modell. For 1D-modellen må brukeren definere at vannet skal renne langs den blå linjen midt i elveløpet, mens dette ikke er nødvendig for 2D-modellen. Beregningsnettet for 2D-modellen dekker hele området som skal kartlegges. Mens 1D-modellen kun beregner vannstander i tverrprofilene 1-5, vil 2D-modellen beregne vannstand og -retning i hele rutenettet. Så lenge vannet renner langs den blå midtlinjen vil begge

modellene gi gode resultat. Dersom noe av vannet renner ut av elveløpet, slike de lyseblå pilene viser, vil kun 2D-modellen gi riktig resultat mellom profil 2 og 5.

Generelt vil en 2D-modell alltid gi et mer detaljert resultat enn en tilsvarende 1D-modell, men den vil som regel medføre høyere ressursbruk. For de fleste formål innenfor flomfarekartlegging vil likevel en 1D-modell gi et godt nok resultat. Valg av løsning bør inngå som en del av vurderingen av ønsket kvaliteten på sluttproduktet.

## 5.3 Nødvendig kompetanse for utredning av flomfare

### 5.3.1 Generelle anbefalinger

Overordnede anbefalinger til utførende av fareutredninger er presentert i [DiBK sin temaveileder Utbygging i fareområder](#) (DiBK, 2008). Dokumentasjonen skal være utarbeidet av fagkyndig. Dokumentasjon kan for eksempel være en rapport eller uttalelse fra rådgivende ingeniør, eller fra andre spesialister innen flomfare. Regelverket stiller ikke konkrete kvalifikasjonskrav til den fagkyndige, annet enn der det kreves ansvarsrett for prosjektering

Feil i flomfareutredninger kan medføre store samfunnsmessige konsekvenser og kostnader, og NVE anbefaler derfor at det stilles krav til kompetanse for alle fagfelt som utredningene baseres på. Kompetanse innen vassdragshydraulikk og hydrologi er nødvendig for å gjennomføre faglige forsvarlige vurderinger.

NVE anbefaler at fagansvarlig og sidemannskontrollør for flomberegninger, hydraulisk modellering, vurderinger av massetransport, erosjon og kartanalyse, minimum har MSc/sivilingeniørgrad (eller tilsvarende) med fordypning innen relevante fagområder, samt minimum 5 års dokumentert erfaring innen hydrologi og/eller hydraulikk. Lang relevant erfaring innen fagområdet kan i enkelte tilfeller kompensere for manglende formell utdanning.

Bestiller bør i utlysningen be om at rådgiver fremviser relevante referanseprosjekter. Den faglige kompetansen bør dokumenteres gjennom en referanseliste som beskriver relevante utførte oppdrag i firmaet/institusjonen de siste 5 årene. Tilsvarende bør kompetansen til medarbeiderne (minst 2 pers. av hensyn til internkontroll) som skal utføre det aktuelle oppdraget dokumenteres. Videre bør firmaet ha en ansvarsforsikring for oppdragsarbeidet sitt som minst tilsvarende krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).

Alle beregningene som legges til grunn for sluttproduktet, bør kvalitetssikres av personell med tilsvarende eller bedre kompetanse. I spesielle tilfeller der konsekvensene er særlig store (for eksempel tiltak i sikkerhetsklasse F3, større reguleringsplaner, eller i områder med tett bebyggelse), bør beregningene kontrolleres med en uavhengig kvalitetssikring.

NVEs faggodkjenning innen fagområde IV Flomhydrologi og V Hydraulikk iht. damsikkerhetsforskriften kan i de fleste tilfeller brukes som dokumentasjon på at utførende innehar nødvendig kompetanse til å gjøre utredningen. Dette forutsetter også at utførende har erfaring med flomsonekartlegging og er godt kjent med krav og regelverk i pbl og TEK17.

### **5.3.2 Kompetanse flomberegninger**

NVE anbefaler at utførende for flomberegninger har relevante fag innen hydrologi og hydrologisk modellering, der hydrometeorologi, hydrologiske prosesser i nedbørfelt, hydrologiske målemetoder og beregningsmetoder for flomberegninger inngår. Fagene bør normalt utgjøre en studiebelastning på totalt 15 studiepoeng (et norsk studiepoeng tilsvarer 1 [ECTS-credit](#)).

Fagansvarlig og sidemannskontrollør bør i tillegg kunne dokumentere minst 5 års relevant praksis, der flomberegninger i henhold til gjeldende norsk beregningsmetodikk inngår.

Norsk Hydrologiråd har på sine nettsider en oversikt over hvilke universitet og høyskoler som tilbyr spesialisering innen hydrologi.

### **5.3.3 Kompetanse hydraulisk modellering**

NVE anbefaler at utførende og fagansvarlig for hydraulisk modellering har relevante fag innen vassdragsteknikk, hydraulikk og numerisk modellering som utgjør en studiebelastning på 15 studiepoeng.

Fagansvarlig og sidemannskontrollør bør i tillegg kunne dokumentere minst 5 års relevant praksis, der minimum 2 år er relevant praksis med det aktuelle modellverktøyet. Eksempler på relevant praksis er hydraulisk prosjektering av sikringstiltak, bruer og kulverter, dambruddsbølgeberegninger og flomsonekartlegging.

Generelt anbefaler NVE at utførende for hydraulisk modellering i tillegg har god kjennskap til relevante høydesystem, kartprojeksjoner, terrengmodeller, satellittbasert måleteknologi (GPS/GNSS) og CPOS.

### **5.3.4 Kompetanse massetransport og erosjon**

NVE anbefaler at fagansvarlig og sidemannskontrollør har relevante fag og/eller praksis innenfor kartlegging av erosjon og fluvial massetransport og de aktuelle modellverktøyene.

### **5.3.5 Kompetanse faresonekart**

NVE anbefaler at fagansvarlig og utførende har minimum 2 år relevant praksis innen bruk av geografiske informasjonssystemer (GIS). Studiepoeng innen fag som omhandler kartografi og GIS, kartprojeksjoner, terrengmodeller og høydesystem anbefales.

**DEL 2:**

# **Flomfareutredninger**

For utførende av flomfareutredninger.

HØRINGSUTGAVE

# 6 Hvordan utføre flomfareutredninger?

## 6.1 Prosedyre – del 2: Utredning av reell flomfare

Når flomfaren for et plan- eller tiltaksområde ikke kan utelukkes (iht. prosedyre 1 i tabell 4-1), må flomfaren utredes for å dokumentere hvordan kravene til sikkerhet mot flom i TEK17 § 7-2 er tatt hensyn til. Utredningen bør gjennomføres av fagpersoner med relevant kompetanse, i henhold til beskrivelsene i kapittel 5.3. Utredningen skal relateres til relevante sikkerhetskrav i TEK17, og bør utføres i henhold til anbefalingene i denne veilederen. Alle vurderinger og resultat må dokumenteres, slik at de er etterprøvbare. Sluttoproduktet må ha tilstrekkelig kvalitet og relevans, for å kunne brukes til formålet det er tiltenkt.

Prosedyre del 2 (tabell 6-1) viser stegene som kan inngå i en flomfareutredning. Formålet, kompleksiteten og tilgjengelig datagrunnlag er med på å bestemme detaljeringsgraden på utredningen. Stegene beskrives nærmere i kapitlene 7 – 10.

Utredningen baseres normalt på en flomberegning og en hydraulisk modell, der relevant informasjon om vassdraget, terrengdata og konstruksjoner langs vassdraget inngår. Resultatet fra modellen er beregnede vannstander for de ulike flomstørrelsene, som brukes for å fastsette utbredelsen til flomsonene. Avhengig av modellverktøyet, kan en også få en mer eller mindre detaljert oversikt over vanndybder, vannhastigheter og endringer i strømningsmønster ved flom.

Prosedyre del 2 (tabell 6-1) viser stegene som kan inngå i en flomfareutredning. Formålet, kompleksiteten og tilgjengelig datagrunnlag er med på å bestemme detaljeringsgraden på utredningen. Stegene beskrives nærmere i kapitlene 7 – 10.

Kommer det tydelig fram fra prosedyren hvordan en skal utrede flomfaren? Er det andre steg som kan inngå i en slik utredning?

Tabell 6-1: Prosedyre - del 2 – utredning av reell flomfare. (se Figur 4-1).

Steg	Prosedyre del 2: Utredning av flomfare
1	<b>Nøyaktighetsnivå for utredningen</b> Vurder om det er behov for en detaljert utredning, eller om en forenklet metode er tilstrekkelig, se kap. 6.2.
2	<b>Eksisterende utredninger, hydrologiske og hydrauliske data:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Finnes det flomberegninger og/eller flomfareutredninger for vassdraget?</li><li>- Finnes det observasjoner av vannstanden ved flom fra tidligere hendelser?</li><li>- Finnes det samtidige målinger av vannføringen og vannstand i vassdraget?</li></ul>
3	<b>Flomberegning (kap. 7)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Bestemme vannføring for ulike flomstørrelser</li><li>- Bestemme klimapåslag</li><li>- Ev. bestemme flomforløp</li></ul>
4	<b>Hydraulisk modellering (kap. 8)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Innsamling av grunnlagsdata</li><li>- Bestemme grensebetingelser</li><li>- Valg av beregningsmetode og modellverktøy: 1D/2D</li><li>- Befaring av vassdraget / aktuell strekning</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kalibrering mot observert vannlinje/vannstand</li> <li>- Følsomhetsanalyse</li> <li>Bestemme sikkerhetspåslag</li> </ul>
<b>5</b>	<b>Vurdering av andre eventuelle faremoment (kap. 9)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- F.eks. massetransport, erosjon, is, tilstopping m.m.</li> </ul>
<b>6</b>	<b>Dokumentasjon og leveranse (kap. 10)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notat eller rapport, jf. Vedlegg 4.</li> <li>- Kart med flomsoneer inkludert klimapåslag og sikkerhetspåslag</li> <li>- GIS-leveranse</li> <li>- Innmelding av nye/endrede faresoner i NVEs flomsone database</li> </ul>

## 6.2 Forenklet flomfarevurdering

I noen tilfeller er det tilstrekkelig med en forenklet utredning, der omfanget av hvert steg i tabell 6-1 kan reduseres eller helt utgå. Dette vil typisk være byggesaker i sikkerhetsklasse F1 eller F2 med liten geografisk utstrekning, der de hydrologiske og hydrauliske forholdene er oversiktlige, og der en kan akseptere bruk av konservative verdier for vannføring og vannstand. For reguleringsplaner og byggesaker med store berørte verdier anbefaler NVE en detaljert flomfareutredning.

Følgende liste er eksempler på tilfeller der en forenklet utredning kan være aktuell:

- Elvestrekning med enkle hydrauliske forhold, for eksempel tilnærmet normalstrømning
- Pålitelige observasjoner av vannstander og vannføring med flomstørrelse nært dimensjonerende nivå
- Bruk av tilstrekkelig konservative forutsetninger og sikkerhetspåslag har kun begrenset innvirkning på tiltakets konsekvenser mht. økonomi, estetikk, miljø og andre forhold

Sikkerhetsmarginen for denne typen utredninger bør vurderes i hvert enkelt tilfelle, basert på blant annet valg av metode og datagrunnlag i utredningen. Dersom en ikke har gjort konservative valg i utredningen bør en vurdere en høyere sikkerhetsmargin for å kompensere for stor usikkerhet i beregningene. Av dokumentasjonen må det klart framgå hva resultatet er og hvilke valg og forutsetninger som ligger til grunn.

En mer detaljert beskrivelse av metodene som kan anvendes i forenklete flomfareutredninger er beskrevet i Vedlegg 1.

**Kommer det klart fram i teksten når denne framgangsmåten er aktuell?**



# 7 Flomberegning

## 7.1 NVEs gjeldende veiledere

For flomutredninger i henhold til denne veilederen skal flomberegninger utføres i samsvar med NVEs gjeldende veiledere. Ny veileder og analyseverktøy for flomberegninger er pr. 1.mars 2021 under utarbeiding og vil gjøres tilgjengelig på nettsiden «Veileder for flomberegninger». Inntil dette er klart, anbefales det å følge veilederne det vises til under.

For små, uregulerte nedbørfelt skal en følge NVE sin veileder [Veileder for flomberegninger for små uregulerte felt](#) (NVE (a), 2015). Med små nedbørfelt menes her nedbørfelt med feltstørrelse mindre enn ca. 50-60 km<sup>2</sup>. Denne kan også benyttes for mellomstore og store vassdrag, men i større grad støtte seg på flomfrekvensanalyser og nytt regionalt formelverk (RFFA-2018). Formelverket RFFA-2018 er implementert i NEVINA og er nærmere beskrevet i rapport [Lokal og regional flomfrekvensanalyse](#) (NVE (c), 2020).

I regulerte vassdrag anbefales det at flomberegningene for 500- og 1000-årsflom utføres i samsvar med NVE sin veileder [Retningslinjer for flomberegninger](#), se (NVE (b), 2011). En ny veileder vil erstatte denne i løpet av 2021.

I enkelte tilfeller kan det være tilstrekkelig å gjøre en forenklet analyse. I Vedlegg 1 er det gitt et forslag til en mulig fremgangsmåte for dette.

## 7.2 Generelle metoder

Det finnes ulike metoder som benyttes ved flomberegninger. Tradisjonelle metoder benyttet i Norge kan inndeles i to hovedgrupper: flomfrekvensanalyser og nedbør-avløpsanalyser.

Flomfrekvensanalyser utføres som oftest på observerte flomdata fra enkeltstasjoner, eventuelt beregnede tilsigsserier eller konstruerte dataserier. Metoden kan også benyttes til ulike typer av regionale flomfrekvensanalyser som utføres for et begrenset antall stasjoner i en region eller for et større antall stasjoner over et stort geografisk område. Eksempler på dette i Norge er i [Nasjonalt formelverket for små nedbørfelt](#) (NVE (b), 2015) og RFFA-2018, [Lokal og regional flomfrekvensanalyse](#) (NVE (c), 2020). En kombinasjon av regionalt formelverk og lokale flomdata er også mulig.

Nedbør-avløpsmetodene bruker nedbør som inngangsdata. Nedbørverdiene, eventuelt i kombinasjon med snøsmelting, overføres så til flomverdier ved hjelp av en hydrologisk modell eller empiriske formler. Eksempler på dette kan være flommodulen i PQRUT eller den Rasjonelle metode i [Veileder for flomberegninger for små uregulerte felt](#) (NVE (a), 2015) eller i [Håndbok N200 Vegbygging](#) (Statens vegvesen, 2014).

Dersom en har målestasjon med godt datagrunnlag i nedbørfeltet, bør flomberegningen baseres på en flomfrekvensanalyse. På steder med dårlig hydrologisk datagrunnlag og/eller i svært små nedbørfelt, bør også en nedbør-avløpsmodell benyttes. Dette gjelder spesielt for 200-årsflom eller mer. Dersom en har dårlig datagrunnlag, bør alltid flere metoder anvendes for å beregne flomverdiene.

## 7.3 Egenskaper til nedbørfeltet

Nedbørfeltets egenskaper er viktig for flomforholdene i et vassdrag. Metodikk tilpasset flomberegninger forutsetter gjerne at et vassdrag er naturlig, dvs. det er ikke gjort menneskelige inngrep eller endringer av vassdragets feltgrenser. Dersom vassdraget er regulert med magasiner og/eller overføringer, kan dette ha innvirkning på flomforholdene. Dette må da vurderes spesielt.

Data for nedbørfeltets egenskaper kan hentes fra NVEs kartverktøy NEVINA, se nettsiden [nevina.nve.no](http://nevina.nve.no). Egenskapene beregnes automatisk fra kartlag i GIS, og resultatene bør sjekkes. Spesielt for små nedbørfelt er det viktig å kontrollere feltgrensene mot mer detaljerte høydedata. NEVINA tar utgangspunkt i naturlig nedbørfelt og tar ikke hensyn til eventuelle reguleringer.

Dersom flomforholdene endrer seg vesentlig på strekningen som skal utredes for flomfare, kan det være nødvendig å dele vassdraget opp i ulike strekninger som beregnes hver for seg.

### 7.3.1 Regulerte vassdrag

I vassdrag med reguleringsmagasiner ser en gjerne at flommene er mindre nå sammenlignet med før utbyggingen. I beregningsgrunnlaget for den nasjonale flomsonekartleggingen har NVE ofte benyttet observerte vannføringsdata fra det regulerte vassdraget. Reguleringene har ofte en flomdempende virkning, og gjerne relativt sett mest på de mindre flommene. For store gjentaksintervall, kan en som regel anta at flomverdiene nærmer seg uregulerte forhold. Finnes det en observasjonsserie fra vassdraget med regulerte vannføringer, kan analyser av serien ofte gi et godt estimat av flommer for mindre gjentaksintervall. Derimot skal man være forsiktig med å bruke dem for de største gjentaksintervallene.

Der det foreligger NVE-godkjente flomberegninger for damsikkerhet, anbefaler NVE at resultatene i flomberegningene sammenlignes for 500- og 1000-årsflom. I flomberegninger for damsikkerhet beregnes det gjerne en tilløpsflom som rutes gjennom magasinene. Det legges også til grunn konservative antakelser om reguleringene, slik som høy startvannstand i magasinene og åpne overføringer inn. Størrelsene på tilløpsflommene i beregningene bør være sammenlignbare. Ved forskjeller i resultatene mellom beregningene anbefaler NVE at en forklarer og begrunner avviket ut fra endringer i datagrunnlaget, ulike forutsetninger eller valg av metode. Hvis flomfareutredningen får større flommer enn for damsikkerhet, er det viktig å kontakte NVE for å avklare hvilke flomverdier som bør legges til grunn.

Er reguleringene små, er det ofte godt nok å anta uregulerte forhold ved store flommer. Regulerte forhold kan også til en viss grad tas hensyn til, gjennom å ta med magasinene i beregningen av parameteren «effektiv sjøprosent», for senere å bruke dette i regionalt formelverk og til sammenligning med andre uregulerte måleserier.

### 7.3.2 Vassdrag i urbane områder

Ved menneskelige inngrep og gjentetting av flater, vil bakken miste evnen til å infiltrere vann og overflateavrenningen og flomstørrelsene vil øke. Metodene beskrevet i NVEs veiledere omfatter foreløpig ikke urbane felt og problemstillinger tilknyttet overvannshåndtering. Hvis feltet i liten grad (noen få prosent) er påvirket av urbanisering, kan de samme metodene som i naturlige felt benyttes.

## 7.4 Hydrologiske data

Det skal brukes beste tilgjengelige data pr. dags dato i flomberegningene. Primært benyttes data fra stasjoner i uregulerte eller lite regulerte felt. Selv om dataene i dag er påvirket av reguleringer, kan man benytte data fra uregulerte perioder da dette vil representere det naturlige avløpet fra feltet.

NVE startet med å utstyre de hydrologiske målestasjonene med kontinuerlig registrerende utstyr først på 1960-70 tallet. Mange av de lange måleseriene inneholder eldre data som er manuelt avlest en gang i døgnet, ofte uten at man vet når på døgnet de er observert. Man benytter i dag oftest verdiene med en antakelse om at de representerer døgnmiddelverdier. I virkeligheten kan verdiene være både større og mindre enn de virkelige døgnmiddelverdiene. Døgnmidler fra nyere målinger er basert på kontinuerlige registreringer og midlet for kalenderdøgn.

Dataserier med fin tidsoppløsning er ofte betydelig kortere enn dataserier for døgnflommer. Når dimensjonerende flom skal beregnes, ønsker man å bruke flest mulig data for å redusere usikkerheten. Tradisjonelt er det derfor utført analyser på serier av døgndata, for så å beregne et forholdstall mellom døgn- og momentanflommer.

I *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (NVE (c), 2020) anbefales det å utføre analysene direkte på findata, om en har en tidsserie på 25 år eller mer, selv om det finnes en lengre serie med døgnverdier.

Vannføringsserier er tilgjengelige gjennom NVEs database HYDRA II. Det kreves et abonnement for å få tilgang til dataene og analyseverktøyene. Dette er en betalingstjeneste, men gratis for forskning og undervisningsformål. Spørsmål om oversending av data (gratis) eller tilgang til databasen kan sendes til [hydrology@nve.no](mailto:hydrology@nve.no). Tidsserier kan også lastes ned gratis gjennom [sildre.nve.no](http://sildre.nve.no). NVE-verktøyet «Seriekart», [seriekart.nve.no](http://seriekart.nve.no), er godt egnet for valg og nedlasting av hydrologiske data.

### 7.4.1 Data med fin tidsoppløsning

Data med fin tidsoppløsning er data med finere tidsoppløsning enn ett døgn. Nyere data lagres oftest med timesoppløsning, men er i noe grad tilpasset nedbørfeltets responstid. Eldre data med fin tidsoppløsning er gjerne digitaliserte verdier fra limnigrafskjemaer og er lagret som knekkpunktverdier.

Data med fin tidsoppløsning er kontrollert og korrigert for opplagte feilmålinger og registreringer, men ikke komplettert for manglende data eller korrigert for isoppstuvning om vinteren. Vannstandsdata er derfor korrekte observerte verdier, mens vannføringsdata potensielt kan inneholde feil forårsaket av oppstuvning. Fordi det ikke utføres rekonstruksjon på data med fin tidsoppløsning, kan tidsseriene inneholde hull.

### 7.4.2 Døgndata

For vannføringsdata beregnes det døgnmiddelverdier basert på kalenderdøgn, og disse lagres i et eget arkiv. Døgndata er korrigert for eventuell isoppstuvning om vinteren og er ofte komplettert ved eventuelle datamangel. Data er derfor ofte komplette, men kan inneholde estimerte verdier med varierende grad av usikkerhet.

### 7.4.3 Datakvalitet

Alle hydrologiske data som benyttes i en flomberegning bør kontrolleres. Selv om det er utført datakontroll (jf. kap. 7.4.1 og 7.4.2) på alle tidsserier så kan det fremdeles være feil/mangler. Hvis

analyser skal gjøres på findata er kvalitetskontrollen ekstra viktig. Dette fordi findata kan inneholde høye verdier som skyldes oppstuvningseffekter av is eller annet og som ikke representerer reelt høye vannføringer. Som et minimum bør de største flommene i en tidsserie med findata derfor kontrolleres mot døgndata-arkivet for å verifisere at flommene er vurdert som reelle.

Kvaliteten på vannføringskurven vil være avgjørende for resultatet, og bør alltid kontrolleres for de aktuelle vannføringsstasjonene.

For bedre forståelse av kvaliteten på data fra målestasjonen, kan en kontakte felthydrolog i NVE.

En rekke målestasjoner er allerede kontrollert mht. datakvalitet og egnethet for flomberegninger, se rapportene [Flomdata](#) (NVE (a), 2016) og [Vannføringsstasjoner i Norge med felt mindre enn 50 km<sup>2</sup>](#) (NVE (c), 2013). Disse målestasjonene kan også finnes igjen i NEVINA. Det jobbes med et eget arkiv i NVEs database (Flomtabell) som senere vil inneholde kvalitetskontrollerte flomdata egnet for flomfrekvensanalyser.

#### 7.4.4 Historisk flom-informasjon

Informasjon om flomhendelser før en startet med systematiske registreringer av vannstander kan gi en merverdi i analyser, se [Lokal og regional flomfrekvensanalyse](#) (NVE (c), 2020).

For å ta i bruk historisk flominformasjon i en flomfrekvensanalyse, er det viktig å kunne ta ut flomhøyder som man kan bruke for å beregne flomvannføringer. Flomhøyder avmerket på steiner, svaberg, bygninger, broer e.l. er derfor svært nyttige. Også beskrivelser av hvor høyt vannet har stått i terrenget er nyttig.

For å kunne bruke historisk informasjon i ekstremverdianalyser, må en kjenne til alle flommer som overskrider en høy terskelverdi over en gitt periode. Antall flommer, og helst størrelsen, over terskelen må være kjent. En systematisk analyse av slike data har potensial til å vise både størrelsesorden og utbredelsen av store historiske flomhendelser. *Flom i Norge* (NVE (d), 2013). ([Flomhendelser.no](#))

I vassdrag uten målinger kan også registrerte vannstander fra en kjent stor flom bidra som støtte til resultatene i en flomberegning. Dette forutsetter at en hydraulisk modell kan gi et estimat på flomstørrelsen, se f.eks. kapittel 8.

#### 7.4.5 Flomdata fra reguleringsmagasin

Noen datasett for årlige maksimalflommer og metode for å beregne disse fra reguleringsmagasiner er presentert i [Flomtilsig fra magasindata](#) (NVE, 2018). Enkelte steder kan også regulanter ha slike data for egne magasiner.

Magasindata inneholder ofte en del støy, så for å få gode flomdata er det essensielt å gå manuelt inn og vurdere dataene som ligger bak enhver beregnet flomverdi. Spesielt gjelder dette kvalitet til vannstandsdataene i magasinet, magasinkurven, overløpsformelen, samt at man har all informasjon om data for vann ut av magasinet gjennom tappeluker, tappetuneller osv.

Denne typen data kan være et viktig tillegg i områder med ellers et sparsomt datagrunnlag eller om en utfører flomberegninger i regulerte vassdrag.

## 7.5 Samløpsproblematikk

Hvis elvestrekningen som skal kartlegges inneholder samløp mellom to eller flere elvestrenger, må fordelingen av vannføringen på elvestrekningen vurderes til bruk i den hydrauliske modellen. Under er det gitt noen generelle betraktninger rundt dette. Men en må vurdere om dette er rett tilnærming i hvert enkelt tilfelle.

Der to eller flere elver møtes, er det ikke gitt hvilken hendelse som vil resultere i de høyeste vannstandene. En kan anta at alle elver og bekker kulminerer samtidig, men dette vil sannsynligvis være en konservativ antakelse.

Hvis flomdata finnes for begge elver kan de danne grunnlag for å vurdere realistiske kombinasjoner av flomvannføringer. Ofte vil flommen i den ene elva allerede være på retur, eller ennå ikke nådd kulminasjon, når flommen i den andre elva kulminerer. En liten sideelv langt nede i vassdraget vil sannsynligvis allerede ha en relativt liten vannføring når flommen i hovedelva kulminerer. Flommen i mindre sideelver vil sannsynligvis kulminere fra noen timer til noen dager før flommen i hovedelva kulminerer. Det kan også være helt andre vær-situasjoner som fører til store flommer i sideelva. Vannføringen i hovedelva for tidspunktet flommen i sideelva kulminerer, estimeres ut fra forholdstallet mellom vannføringene ved noen store flommer, hvis data finnes.

Der hovedelva er desidert størst og det ikke er behov for å kartlegge sideelva spesielt, kan flomstørrelsen være den samme på hele strekningen. Om det kommer til sideelver av noe størrelse, kan flomverdiene i hovedelva skaleres mht. økningen i areal.

### 7.5.1 Jevnbyrdige sideelver

Der to elver møtes som er relativt like i feltstørrelse og feltegenskaper, kan man anta en samtidig kulminasjon. Flommene kan arealskaleres fordelt på elveløpene. En reduksjon i spesifikke flomverdier nedstrøms samløpet grunnet større areal må vurderes.

### 7.5.2 Elver av ulik karakter

Der elver av ulik karakter møtes, må det gjøres separate flomberegninger for elvene. Om det er ventet vesentlig forskjell i responsen på flomforløpet, kan det regnes på forsinkelse i kulminasjonstidspunkt og reduksjon i flommene mellom delfeltene. Det må dermed også vurderes på hvilket nivå tilstøtende elver er, når kulminasjon inntreffer i hver av delene.

Demping og forsinkelse av større innsjøer må vurderes. Det fins eksempler på at spesifikk flom øker nedover et vassdrag, det kan for eksempel skyldes store innsjøer i øvre del av vassdraget som demper flommer der mer enn lenger ned i vassdraget, eller det kan være mer nedbør i kystnære områder enn lenger inn i landet. Forskjell i hovedelvas lengde kan danne grunnlag for beregning av transporttider.

Om små sideelver også skal kartlegges, kreves det gjerne en egen flomberegning for disse. Spesifikke flomverdier vil gjerne være svært ulike i store og små elver. Forsinkelse i flomforløpet mellom sideelv og hovedelv vil gjerne føre til at elvene kulminerer til ulik tid. Den hydrauliske modellen kan dermed kreve en vurdering av størrelsen i tilstøtende elv ved kulminasjon i egen elv, og motsatt.

### 7.5.3 Utløp i innsjø

Når kartlagt elvestrekning har utløp i en innsjø med betydelig flomdempning, kan vannstanden i innsjøen ved kulminasjon i elva inngå som en grensebetingelse i den hydrauliske modellen. Dette kan avvike fra dimensjonerende flomvannstand til innsjøen (være lavere), da denne enda ikke har kulminert når elva har sin største vannføring. Det kan være vanskelig å beregne dette, hvis det ikke finnes samtidige målinger både i innsjø og elv. Sammenhengen kan bestemmes ved en ruting av flomforløpet gjennom innsjøen.

### 7.5.4 Konstruerte vannføringsserier

Hvis vannføringsdata finnes fra sideelv og i hovedelv nært samløpet, kan tidsserier for alle elvene ved samløpet konstrueres, hvor vannføringen i de to elvene eventuelt skaleres for å representere vannføringene like oppstrøms samløpet og deretter adderes. Den konstruerte serien vil være et godt anslag på vannføringsforholdene ved samløpet og kan danne grunnlag for beregning av flomstørrelser. Tilsvarende konstruksjon av vannføringsserier kan gjøres for å anslå vannføring i en større sideelv, hvis det finnes data fra hovedelva oppstrøms og nedstrøms samløpet. Slike «differanse-serier» kan være følsomme for feil eller unøyaktigheter i data og må sjekkes nøye, samt at resultatene bør harmonere med resten av analysen. Eventuelt kan data fra en målestasjon i et nærliggende vassdrag, som en kan gå ut fra er representative for sideelva, brukes ved skalering ut fra feltareal. Selv om det vil være en usikkerhet knyttet til slike konstruerte serier, vil de sammen med andre metoder være et nyttig supplement i en analyse for å anslå flomverdier.

### 7.5.5 Utløpskanal fra kraftverk og overføringer

For gjentaksintervall opp til 200 år kan reguleringspraksis under flom og manøvreringsreglementer danne grunnlag for vurdering om drift av kraftverk og overførte vannmengder. For 500- og 1000-års flom bør forutsetninger som angitt i [Retningslinjer for flomberegninger](#) (NVE (b), 2011) benyttes. Se også avsnitt 7.3.1 Regulerte vassdrag.

## 7.6 Flomforløp og behov for ruting

Konstruksjon av flomforløp er aktuelt for vassdrag der en har en signifikant flomdempende effekt på elvestrekninger eller i store sjøer eller magasiner. Dette gjelder når magasineringsevnen er stor sammenlignet med volumet av flommen. Flomforløpet rutes gjennom vassdraget for å bestemme den flomdempende effekten.

### 7.6.1 Flomforløp

Frekvensanalysen av vannføringsdata gjøres ofte på basis av døgnmiddelobservasjoner der kulminasjonsvannføringen (maksimalverdien) skaleres i forhold til dette, eller direkte på findata hvor kulminasjonsverdien bestemmes direkte.

Ut fra kulminasjonsvannføringen, døgnmiddel og flomvolum over flere døgn (avhengig av nedbørfeltets og/eller magasinets konsentrasjonstid) eller en modellflom (nedbør- avløpsmodell), kan flomforløpet konstrueres. Formen på flomforløpet har normalt stor innflytelse på det endelige resultatet.

## 7.6.2 Elvesletter

Dersom volumet på flomslettene er stort i forhold til volumet på flommen, kan det være aktuelt å beregne et flomforløp for deretter å se på effekten av dempingen på flomslettene ved ruting. Spesielt i små raske nedbørfelt med kortvarige flomforløp, kan flomdemping på elvesletter påvirke resultatene.

## 7.6.3 Innsjøer eller magasin

Avløpsflommen og flomvannstanden i et vatn eller et magasin er avhengig av tilløpsflommen og vannstanden før flommen, magasinkurven og utløpsforholdene.

Dersom det finnes vannstandsregistreringer i innsjøen/magasinet og avløpet er kjent, kan tilløpsflommen inn til innsjøen/magasinet beregnes ut fra tilgjengelige data.

Hvis det finnes store innsjøer eller magasiner uten målinger på den aktuelle elvestrekningen, bør tilløpsflommens størrelse og forløp beregnes. Man må da regne det totale tilløpet ved at en også tar med bidraget fra små bekker og eventuelt nedbør direkte på innsjøen/magasinet. Vannstanden og avløpsflommen bestemmes så ut fra ruting av tilløpsflommen.

## 7.7 Generelle anbefalinger til flomfrekvensanalyser

I [Lokal og regional flomfrekvensanalyse](#) (NVE (c), 2020) er det gitt generelle anbefalinger for tilnærminger ved flomfrekvensanalyse for hhv. døgn- og kulminasjonsdata. Tilnærmingene som anbefales er avhengig av tilgangen på lokale flomdata. I de nye anbefalingene utnytter man informasjonen i korte dataserier sammen med regionale data.

Anbefalingene er planlagt implementert i flere verktøy i løpet av 2021. I både NEVINA og *Veileder for flomberegninger*, vil metoder som baserer seg på RFFA\_NIFS og RFFA\_2018 formelverk, med og uten lokale flomdata ( $\leq 10$  år med data) bli tilgjengelig. Se kap. 7.7.1 med forklaring av forkortelsene brukt over. I NVEs flomanalyse-program vil metoder for flomfrekvensanalyse tilpasset lokale analyser på dataserier lengre enn 10 år, i kombinasjon med *á priori* informasjonen fra regionale modeller være tilgjengelig.

*Veileder for flomberegninger* er under utvikling i NVE og vil bli lansert i 2021. Resultater og anbefalinger fra [Lokal og regional flomfrekvensanalyse](#) (NVE (c), 2020) vil danne en del av grunnlaget.

Det er mange mulige måter å kombinere lokale og regionale data på når man jobber med døgnmiddel- og kulminasjonsflommer. Se Tabell 7-1 og Tabell 7-2 for generelle anbefalinger for metodevalg i flomfrekvensanalysen. Det er ingen endelig fasit på hvordan dette bør gjøres og man bør derfor prøve ut forskjellige tilnærminger. Merk at RFFA\_NIFS og RFFA\_2018 som oftest stemmer bra overens på estimat av indeksflommer, men de regionale vekstkurvene er forskjellige. Generelt gir RFFA\_NIFS høyere kulminasjonsflommer enn RFFA\_2018.

Tabell 7-1: Anbefalinger for flomfrekvensanalyse for døgnmiddelflom, hentet fra (NVE (c), 2020).

Datagrunnlag	Indeksflom	Vekstkurve	Verktøy
Ingen lokale data	RFFA_2018	RFFA_2018	NEVINA / Flomkalkulator
< 10 år	Forenklet lokal+ RFFA_2018	RFFA_2018	NEVINA / Flomkalkulator
>10 år	Full lokal+ RFFA_2018	Full lokal+ RFFA_2018	NVEs flomanalyse program
Historiske data	Full lokal+ RFFA_2018	Full lokal+ RFFA_2018	NVEs flomanalyse program

Tabell 7-2: Anbefalinger for flomfrekvensanalyse for kulminasjonsflom, hentet fra (NVE (c), 2020).

Areal [km²]	Datagrunnlag		Indeksflom	Vekstkurve	Forholdstall	Verktøy
	Kulm.	Døgn				
< 60	0 år	0 år	RFFA_NIFS	RFFA_NIFS	-	NEVINA / Flomkalkulator
> 60	0 år	0 år	RFFA_2018	RFFA_2018	RFFA_2018	NEVINA / Flomkalkulator
< 60	< 10 år	-	Forenklet lokal+ RFFA_NIFS	RFFA_NIFS	-	NEVINA / Flomkalkulator
> 60	< 10 år	-	RFFA_2018	RFFA_2018	Fra observasjoner	NEVINA / Flomkalkulator
> 60	0 år	< 10 år	Forenklet lokal+ RFFA_2018	RFFA_2018	RFFA_2018	NEVINA / Flomkalkulator
Alle	< 25 år	>50 år	Full lokal+ RFFA_2018	Full lokal+ RFFA_2018	Fra observasjoner	NVEs flomanalyse program
Alle	>25 år	-	Full lokal+ RFFA_NIFS	Full lokal+ RFFA_NIFS	-	NVEs flomanalyse program
Alle andre tilfeller			Prøv flere tilnæringer beskrevet ovenfor.			



### 7.7.1 Forklaring til forkortelser brukt i teksten

**RFFA\_NIFS:** Regionalt/nasjonalt formelverk for flommer basert på nedbørfeltegenskaper og middellavrenning. Beregner kulminasjonsflommer for middelflom og flommer med gjentakintervall fra 5- til 1000-år. Kan brukes for nedbørfelt opp til ca. 60 km<sup>2</sup>. Vekstkurven tar utgangspunkt i GL-fordelingen (Generalisert logistisk-fordelingen) der parameterne i GL-fordelingen blir beregnet fra regresjonsligninger.

**RFFA-2018:** Regionalt formelverk for flommer basert på nedbørfeltegenskaper og klimaparametere. Beregner døgnmiddelflommer for medianflom og flommer med gjentakintervall fra 5- til 1000-år. Inneholder også formel for forholdet mellom kulminasjon- og døgnmiddelverdi. Vekstkurven tar utgangspunkt i GEV-fordelingen der Parameterne i GEV-fordelingen blir beregnet fra regresjonsligninger..

**Forenklet lokal+RFFA:** Middell-/medianflommen beregnes som et vektet gjennomsnitt av estimatene fra lokale flomdata og regresjonsligningen for indeksflom i RFFA. Dette kan f.eks. gjøres i NEVINA ved å manuelt legge inn en kort flomserie (blir implementert i 2020).

**Full lokal+RFFA:** Det brukes en Bayesiansk tilnærming for å estimere parametrene i GL/GEV-fordelingen. Lokale flomdata sammen med å priori informasjon fra RFFA brukes for både indeksflom og vekstkurve. Å priori informasjonen kommer fra den regionale modellen der feltegenskaper går inn i flere regresjonsligninger. Flomanalyse-programmet i Start-systemet til NVE vil få denne løsningen implementert våren 2020.

**Historisk flominformasjon:** Denne metoden baserer seg på at man må kjenne alle flommer som overskrider en viss terskel over en gitt periode, se avsnitt 7.4.4. Det anbefales å utføre beregninger både med og uten historisk informasjon der denne er tilgjengelig. Det anbefales at tilgjengelig historisk informasjon deles med NVE slik at data kan legges inn i Hydra II. Metoden er implementert i Flomanalyseprogrammet i Start-systemet på NVE.

## 7.8 Vurdering av resultatene

Det anbefales at resultatene fra flomberegningen gjennomgår en evaluering med tanke på usikkerheter og hvor stort utslag dette kan gi på resultatene.

### 7.8.1 Usikkerhet og datagrunnlag

Usikkerheten ved en flomberegning er vanskelig å kvantifisere. Benyttes regionalt formelverk direkte, kan usikkerheten tallfestes. Det samme gjelder ved flomfrekvensanalyse på data fra vassdraget ved f.eks. Bayesiansk tilnærming, der usikkerheten i vekstkurven kan estimeres. Det går også ved hjelp av statistiske metoder å beregne usikkerhet i vannføringskurven m.m., men å tallfeste den totale usikkerheten (hvis en ikke bruker formelverket eller noen lignende metoder) er i beste fall veldig utfordrende og tidkrevende.

Det foreslås her å bruke en tilnærming som anbefalt i [Retningslinjer for flomberegninger](#) (NVE (b), 2011) som baserer seg på en vurdering av det tilgjengelige hydrologiske datagrunnlaget og hvordan det er benyttet i flomberegningen. Kvaliteten av datagrunnlaget i flomberegningen vurderes i en skala fra 1 til 5, der 1 er best klasse og 5 er dårligst. Kriteriene for hvilken usikkerhetsklasse flomberegningen skal vurderes til er gitt i tabell 7-3.

Vurderinger av kvaliteten på datagrunnlaget i flomberegningen er et viktig ledd ved vurdering av resultatene. Klassifiseringen er også et godt hjelpemiddel ved vurdering av sikkerhetspåslag, se kapittel 9.

Tabell 7-3: Vurdering av størrelsen på usikkerheten til flomberegningen.

Klasse	Klassifiseringskriterier
1	Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget
2	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nært vassdraget
3	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradenter i spesifikke flomhendelser i området
4	Begrenset hydrologisk datagrunnlag
5	Begrenset hydrologisk datagrunnlag og store gradenter i spesifikke flomhendelser i området

### 7.8.2 Sammenligning mot andre flomberegninger og observasjoner

Størrelsen av flommen(e), beregnet som spesifikk vannføring, kontrolleres mot erfaringstall fra tidligere utførte flomberegninger hvis slike finnes. Det jobbes med en flomrapportdatabase med oversikt over tidligere flomberegninger. I [Retningslinjer for flomberegninger](#) (NVE (b), 2011) og i [Veileder for flomberegninger for små uregulerte felt](#) (NVE (a), 2015) finnes en del erfaringstall. Hvis flomverdiene fraviker vesentlig fra tidligere sammenlignbare beregninger, bør flomberegningen vurderes kritisk og hvis mulig finne ut om det er en rimelig grunn til avviket.

Beregninger ved nedbør-avløpsmodeller skal alltid sammenlignes med flomstørrelser beregnet ut fra flomfrekvensanalyser og/eller formelverk.

Beregnete dimensjonerende flommer bør sammenlignes med observerte flomverdier, hvis slike finnes i vassdraget. Størrelsen av estimerte flomstørrelser bør stå i rimelig samsvar med observerte flommer. Merk at ved sammenlikning med observerte flommer, vil det være usikkerhet og forekomme feil i observerte verdier.

## 7.9 Klimaframskrivninger

I [Klimaendring og framtidige flommer i Norge](#) (NVE (b), 2016) og på nettsidene til [klimaservicesenter.no](http://klimaservicesenter.no) er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til ventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentakintervall. På nettsidene til Klimaservicesenteret er det også gitt fylkesvise klimaprofiler.

Det skal legges til et ventet klimapåslag på 0, 20 eller 40% for flomberegningene i større vassdrag. Klimapåslag for små nedbørfelt og nedbørfelt som reagerer raskt på nedbør anbefales det minst 20 prosent økning i vannføringen. I nedbørfelt som reagerer svært raskt og er sårbare for intensiv nedbør, anbefaler NVE at en benytter 40 prosent påslag.

I praksis betyr det at om et nedbørfelt er mindre enn 10 km<sup>2</sup> anbefales gjerne 40 prosent påslag uavhengig av nedbørfeltets andre egenskaper. Om nedbørfeltet er større enn dette, må nedbørfelttegenskaper som høydefordeling og bratthet, effektiv sjøprosent og andre muligheter for flomdemping vurderes. Formelverk for forholdstall mellom momentan og døgnflom kan være et hjelpemiddel.

Andre hjelpemidler kan være et klassifisert målestasjonsdatasett i NEVINA og vurderinger i NVEs tidligere lignende faresonekart. I 2021 vil det komme automatisk verktøy for anbefalt klimapåslag.

HØRINGSUTGAVE

# 8 Hydraulisk modellering

Gir dette kapitlet en grei og oversiktlig beskrivelse? Er det flere tema som burde vært omtalt, eller trenger en bedre beskrivelse?

## 8.1 Valg av modell og metodikk

Dersom forenklete metoder ikke kan benyttes (jf. vedlegg 1), må det brukes en hydraulisk modell. Som regel vil en 1D- eller 2D-modell, eller en kombinasjon, gi gode svar på problemstillingene. Valg av modell må stå i forhold til bestillers behov for detaljeringsnivå på resultatene.

Generelt er 1D-modeller godt egnet for å beregne vannstand for slake elvestrekninger der vannet renner i ett definert løp. De fleste konstruksjoner som f.eks. bruer, kulverter og terskler/overløp og langsgående konstruksjoner som ikke overtoppes, kan beregnes i en slik modell med god nøyaktighet.

2D-modeller vil være bedre egnet i vassdrag der vannet vil kunne finne nye løp ved flom og dersom det er behov for detaljerte beregninger av vannhastighet og strømningsretning. En god 2D-modell vil kunne gi mer detaljerte svar, men vil generelt medføre høyere ressursbruk enn en tilsvarende 1D-modell. Dersom strekningen som modelleres har kompliserte strømningsforhold som ha vesentlig innvirkning på resultatet, bør en alltid benytte en 2D-modell. Eksempler på dette kan være meandersvinger, fare for overtopping av langsgående konstruksjoner, deltaområder i innsjøer og hydraulisk kompliserte geometrier.

## 8.2 Befaring

Elvestrekningen som skal kartlegges bør befares av de som skal utføre beregningene. Omfanget av befaringen tilpasses formål og nøyaktighetskrav for beregningene. Før befaringen bør særlig viktige områder og objekter identifiseres ved hjelp av kart, (fly-)bilder og eventuelt foreløpige resultater fra beregningene. I mange tilfeller kan det være hensiktsmessig å sette opp en foreløpig hydraulisk modell eller beregning basert på tilgjengelig informasjon, før strekningen befares.

På befaringen er følgende momenter spesielt viktige å undersøke og registrere:

- Hydrauliske konstruksjoner som bruer, kulverter, terskler, fyllinger, kraftverk og dammer. Det er anbefalt å alltid kontrollmåle geometrien for konstruksjoner som påvirker vannstanden.
- Bunnsstrat og vegetasjonstyper på flomutsatte områder, for estimering av ruhetsforhold.
- Hydraulisk bestemmende strekninger og profiler. Eventuelt supplerende oppmåling av terrengdata, eller markering av områder, profiler og punkt for senere oppmåling.
- Faren for tilstopping av hydrauliske konstruksjoner, herunder vurdering av alternative flomveier dersom tilstopping oppstår.
- Plassering og valg av grensebetingelser.
- Vannlinje på befaringsstidspunktet. Oppmåling av tidligere registrerte flomvannstander, hvis det er tilgjengelig.
- Vurdering av risiko for erosjon, massetransport, isgang e.l. som kan ha innvirkning på beregningen.

Oppmåling og registrering av terreng og konstruksjoner bør foregå ved så lav vannstand som mulig.

## 8.3 Terrengdata

Hvor nøyaktig datagrunnlag som er nødvendig, er blant annet avhengig av modellverktøyet og formålet med modelleringen. Beregninger med 1D-modell krever terrengdata i form av tverrprofiler, som beskriver terrenget på utvalgte steder langs elveløpet. Det er spesielt viktig å velge ut profiler der en har markerte endringer i elveløpet. 2D-modeller krever en heldekkende terrengmodell for det modellerte området, ofte inklusivt terrenget under normalvannstand, og stiller derfor større krav til omfanget. I mange tilfeller vil det være nødvendig å kombinere terrengdata fra ulike kilder til en samlet terrengmodell for området som skal modelleres.

### 8.3.1 Laserdata og ekkolodd

Laserdata for store deler av landet er tilgjengelig på [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no). De fleste datasettene er basert på topografisk laser og har derfor kun terrengdata for tørt land og vannflaten ved laserskanningen. Der det finnes flere ulike sett med laserdata, bør en vurdere hvilket datasett som er mest detaljert for området en skal modellere. Dekningsgraden langs vassdraget vil variere etter vannstanden på tidspunktet for skanningen. Som hovedregel bør de nyeste laserdata brukes. I noen tilfeller kan det være hensiktsmessig å kombinere ulike sett med laserdata, og eventuelt fysisk målte data, for å få en god terrengmodell for området i og langs elva.

En rekke større vassdrag er kartlagt med multistråleekkolodd og/eller batymetrisk/grønn laser, slik at terrenget under vann også til en viss grad er dekket. På strekninger som ikke er kartlagt eller der det er gamle/dårlige data, kan det være aktuelt å samle inn nye data.

### 8.3.2 Supplerende oppmåling

Ved bruk av ferdige terrengmodeller vil det i mange tilfeller være behov for å supplere eller oppdatere dataene ved oppmåling. Dette er først og fremst aktuelt for mindre elver og avgrensede områder, da det fort blir for ressurskrevende for større områder. Oppmålingen begrenses derfor ofte til hydraulisk bestemmende snitt og andre terrengformasjoner, som ikke er tilstrekkelig nøyaktig representert i eksisterende terrengdata. Eksempler på dette er smale terrengmurer, veifyllinger mv. Disse legges inn i terrengmodellen som bruddlinjer.

Supplerende oppmåling kan for eksempel gjøres ved hjelp av GNSS, totalstasjon eller laserinstrumenter. Målinger med ADCP-utstyr eller ekkolodd kan også gi nyttig informasjon.

## 8.4 Konstruksjoner

Det må innhentes data for alle konstruksjoner som har betydning for vannstanden på den beregnede strekningen. De vanligste konstruksjonstypene i forbindelse med hydrauliske beregninger er bruer og kulverter. Slike konstruksjoner bør alltid befares og kontrollmåles. Dersom det avdekkes at noen av dem er tilstoppet, eller for øvrig ikke virker etter hensikten, bør det vurderes om dette skal tas hensyn til i utredningen.

### 8.4.1 Bruer

For de fleste større bruer finnes det normalt tegninger hos brueieren som for eksempel Statens vegvesen, Bane Nor eller (fylkes)kommunen. Dimensjonene på brua, som blant annet lysåpning samt lengde og bredde, bør alltid kontrollmåles. Alle deler av konstruksjonen som har betydning for vannstanden må legges inn i modellen og tas hensyn til i beregningen. Dette gjelder blant annet topp og bunn av brudekket (inklusive eventuelle elementer under dekket), brukar og pilarer. Disse bør modelleres etter sin utforming ved hjelp av empiriske tabellverdier, dersom det ikke finnes spesifikke kalibreringsdata. Ved sannsynlig overtopping bør utforming av brubane, autovern og rekkverk inkluderes i beregningen. Hvordan disse elementene skal modelleres bør vurderes ut fra tilstoppingsfare, fare for drivgods, vannhastighet, terrengforhold rundt brua samt konstruksjonens styrke (grense for eventuell kollaps). Vurderingene kan blant annet baseres på erfaringer fra tidligere hendelser.

Dersom brua ikke krysser elveløpet vinkelrett, bør brukonstruksjonen projiseres på elveløpet i forhold til den reelle vinkelen, ved bruk i 1D-modellering. Videre er bruk av ineffektivt areal og singulære energitap viktige verktøy når uryddig strømning ved for eksempel bruer skal modelleres.

I 2D-modeller må størrelsen av beregningselementene tilpasses, slik at kompleks elve- og brugeometri (pilarer, brukar mv) modelleres med tilstrekkelig nøyaktighet.

### 8.4.2 Kulverter

Alle kulverter i hovedløpet bør inkluderes i den hydrauliske modellen. Dersom geometrien til kulverten ikke er kjent, bør den måles opp. Tilstanden til kulverten mht. tilstopping bør kontrolleres. Kulverter med kompleks geometri som for eksempel samløp, endringer i tverrsnitt og/eller retningsendringer m.m. må modelleres med egnet modelleringsverktøy.

### 8.4.3 Fyllinger, ledevoller og murer

Vei- og jernbanefyllinger er vanligvis bygget med drenerende masser, og vil normalt ikke være vanntette i flomsituasjoner. Veifyllinger har større variasjon i oppbygging og er generelt mindre permeable. For flomfareutredninger kan det legges til grunn at lave, brede fyllinger er vanntette for flomhendelser med kort varighet.

Ledevoller konstrueres for å styre vannstrømmen og redusere vannhastigheten i områdene som sikres. Slike voller er som regel konstruert uten tetning og bør derfor normalt ikke behandles som vanntette i beregningene. Tilsvarende gjelder for mange mindre fyllinger og murer. Slike smale konstruksjoner er ikke nødvendigvis korrekt representert i generelle topografiske data, og bør derfor alltid måles opp for å kunne modelleres korrekt.

Selv om konstruksjonen ikke er konstruert for å være vanntett, vil den kunne antas å være tett for korte flomvarigheter. Dette gjelder for eksempel for mange murer av betong. For flommer med lengre varigheter, bør konstruksjonens funksjon vurderes spesielt. Forutsetningene som legges til grunn i beregningene skal alltid dokumenteres.

Dersom overtoppingen medfører at store flomsletter settes under vann, kan det også være aktuelt å benytte en ikke-stasjonær modell for å beregne eventuelt magasineringsseffekt av vannet på flomslettene.

#### 8.4.4 Bygninger

Bygninger som kan ha påvirkning på vannstanden, bør modelleres som en tett konstruksjon i en 2D-modell. Med tilstrekkelig nøyaktighet på modellelementene vil det da være mulig å beregne lokale strømninger rundt de enkelte bygningene.

#### 8.4.5 Dammer og kraftverk

Dersom en har kapasitetskurve fra flomberegningen for dammen, kan den brukes direkte i den hydrauliske modellen som en intern grensebetingelse, se kap. 8.5.5. Alternativt kan en beregne en kapasitetskurve ved å legge damgeometrien (med eventuelt overløp, tappeluker osv.) inn i den hydrauliske modellen.

For flommer med gjentaksintervall mindre enn 500 år, bør manøvreringsreglementet i vassdraget i størst mulig grad følges. For 500- og 1000-års flom bør forutsetninger som angitt i [Retningslinjer for flomberegninger](#) (NVE (b), 2011) benyttes. Tilsvarende vil gjelde for modellering av kraftverk, men driftsvannføringen kan utelates dersom slukevnen til kraftverket er liten i forhold til flomvannføringen. Informasjon om drift av kraftverket ofte kan innhentes fra kraftverkseieren. Den hydrauliske beregningen kan eventuelt gjennomføres både med og uten driftsvannføring i kraftverket.

#### 8.4.6 Flomvoller

Flomvoller som er prosjektert og bygget som tette konstruksjoner kan behandles som tette i beregningene.

Der en ikke har kjennskap til oppbygningen av flomvollen, bør vurderingene som gjøres dokumenteres. Dersom det er usikkerhet rundt flomvollens funksjon og høyde på tetning, kan det være aktuelt å vurdere sikkerheten til flomvollen i en egen utredning.

Normalt kan det forutsettes at flomvoller beholder formen og ikke går til brudd ved flom.

#### 8.4.7 Strømningshindringer

Strømningshindringer i form av flytebrygger, elvegress, oppgangshindringer for fisk og andre typer konstruksjoner lar seg i større eller mindre grad modellere. Dersom slikt påvirker strømmingen på strekningen som modelleres, bør omtale av hvordan disse er hensyntatt beskrives i rapport.

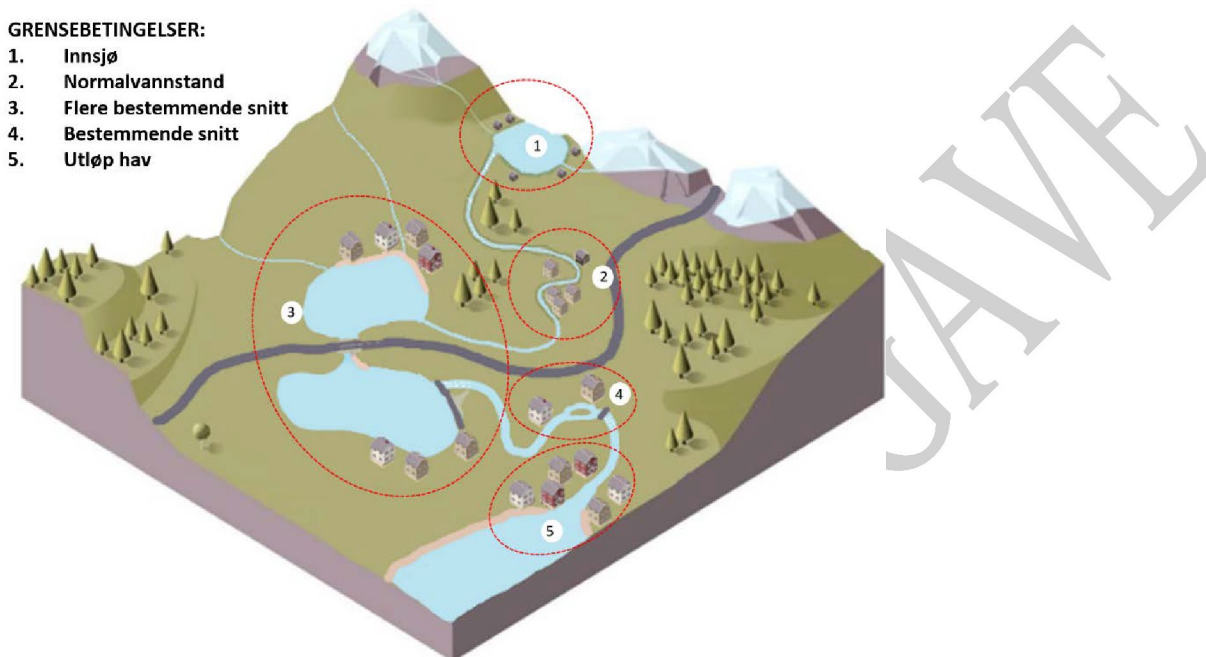
### 8.5 Grensebetingelser

#### 8.5.1 Vannføring

Den dimensjonerende vannføringen for elvestrekningen beregnes iht. anbefalinger i kap. 7, og legges inn i modellen. Endringen i vannføring bør fortrinnsvis skje gradvis og ikke øke med mer enn 10 % fra et beregningspunkt til neste. Der sideelver bidrar vesentlig bør vannføringen fordeles i henhold til disse. På lengre elvestrekninger der lokaltilsiget er mer jevnt fordelt, bør vannføringen fordeles jevnt langs beregningsstrekningen.

## 8.5.2 Vannstand

Grensebetingelsene og modellavgrensning bør ikke påvirke beregningene i området som skal utredes. I tilfeller der dette ikke er mulig, må de velges med omhu og tilpasses de antatte strømningsforholdene i elva, slik at området som skal kartlegges blir minst mulig påvirket. Ved utløp i f.eks. i hav, innsjø og magasin, kan dimensjonerende vannstand være høyere enn grensebetingelsen brukt i beregningen, se omtale og figur 11-2 i kap. 11. Eksempler på ulike strekninger som kan være aktuelle å modellere er vist i figur 8-1 og aktuelle grensebetingelser er diskutert under.



Figur 8-1: Eksempler på typiske strekninger og grensebetingelser.

### 1 - Innsjø

Ved beregning av vannstand i naturlige innsjøer uten vannstandsmåling, bør avløpet modelleres. Grensebetingelsen bør derfor plasseres langt nok nedstrøms utløpet, se punkt 2.

### 2 – Rennende vann

Dersom modellstrekningen avgrenses i selve elveløpet, kan en i de fleste tilfeller anta normalstrømning som grensebetingelse, se punkt 2 i figuren over. Forutsetningen for at denne grensebetingelsen kan benyttes er at en i området ved grensebetingelsen ikke har stryk eller fosser i elva og at vannstanden ikke påvirkes av for eksempel nedstrøms bru eller oppstrøms overkritisk strømning (foss).

### 3 – Flere bestemmende snitt

For elvestrekninger med utløp i naturlige innsjøer uten vannstandsmåling, anbefales det å bruke vannstanden ved middelvannføring som nedstrøms grensebetingelse, se punkt 3 i figuren.

Dersom beregningsstrekningen ender opp i et reguleringsmagasin, anbefaler NVE at grensebetingelsen settes lik HRV for alle gjentaksintervall. Dersom NVE har godkjent en lavere initialvannstand i magasiet i flomberegningen, kan dette legges til grunn. Avhengig av om det er kritiske snitt i reguleringsmagasinet, inkluderes disse i modellen. Ved kartlegging av flomfaren oppstrøms brua i figuren, bør modellen settes opp både med tanke på at brua og dammen nedstrøms kan medføre oppstuvning.

Ved utløp i innsjøer med permanent vannstandsregistrering, kan vannstander som grensebetingelse finnes for ulike gjentaksintervall ved hjelp av frekvensanalyse på dataserien. Det må utvises forsiktighet ved direkte statistisk analyse på vannstander og dataserien må kontrolleres for eventuelle diskontinuiteter på



grunn av sprang i vannstanden. Lengden på dataserien indikerer hvor store gjentakintervall som kan utledes fra denne.

#### **4 - Bestemmende snitt**

Bestemmende snitt bør benyttes som grensebetingelse der det er aktuelt, se punkt 4 i figuren. Eksempler på dette kan være terskeler, fosser, stryk eller elvekraftverk. Der det er hydraulisk konstruksjoner med NVE-godkjent kapasitetskurve, kan denne legges til grunn. For elvekraftverk bør kapasitetskurven til elvekraftverket benyttes, under forutsetning om at luker kan driftes som normalt, dersom det ikke er tidligere hendelser som tilsier noe annet.

#### **5 – Utløp hav**

Dersom beregningsstrekningen har utløp i hav, anbefales det å bruke vannstand ved 1-års stormflo som nedre grensebetingelse for alle flommer, se punkt 5 i figur 8-1. I enkelte tilfeller kan lokale forhold tilsi at en bør benytte høyere eller mer differensierte gjentakintervall for havnivå, for eksempel dersom en har historiske hendelser som viser samtidighet mellom flom og stormflo.

I mange tilfeller vil stormflo alene eller i kombinasjon med bølger gi dimensjonerende vannstand i nedre del av vassdraget. Ved klimaframskrivninger skal også havnivåstigning og landheving være med i beregningen.

Data for havnivå og stormflo er tilgjengelig på Kartverket sin nettside: [sehavniva.no](http://sehavniva.no).

## **8.6 Ruting gjennom innsjø eller reguleringsmagasin**

Hvis beregningsstrekningen fortsetter gjennom innsjø eller magasin med vesentlig volum i forhold til flommen, bør flommen routes gjennom. Det kan i de fleste tilfeller være nok med hydrologisk ruting. Det kan imidlertid være hydrauliske forhold som gjør det nødvendig med hydraulisk ruting, for eksempel ved trange sund i vatnet/magasinet eller dersom vatnet/magasinet er langt og smalt.

For et reguleringsmagasin skal initialvannstanden være lik HRV, et eventuelt kraftverk skal stå og lukene skal reguleres i henhold til manøvreringsreglementet. Kapasitetskurven bør brukes som utløpsprofil, siden den ofte er godt gjennomarbeidet. Dersom denne ikke finnes, kan i stedet overløpsgeometrien legges inn i modellen.

For en naturlig innsjø/vatn skal initialvannstanden være lik vannstanden ved middelvannføring. Utløpet bør måles opp og brukes som utløpsprofil i modellen.

Beregning av tilløpsflommen er beskrevet i kap. 7.6.1 og (NVE (b), 2011).

## **8.7 Kalibrering**

Ved utredning av flomfare der det skal anvendes en hydraulisk modell anbefales det å fremskaffe data slik at den hydrauliske modellen kan kalibreres. Kalibrering betyr at parametre i modellen justeres slik at den beregnede vannstanden i modellen bli lik den observerte for samme, målte vannføring. Det er i hovedsak ruheten som må justeres for at den modellerte vannstanden skal bli lik den observerte. For å kalibrere er en avhengig av at det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring. Det er gunstig om kalibreringen utføres for flere hydraulisk uavhengige punkter eller strekninger.

Dersom det ikke finnes samtidige data for vannføring og vannstand, men for eksempel bare vannstander bør man estimere en vannføring for denne vannstanden og tilpasse modellen til denne. Vannføringen kan

for eksempel estimeres ved sammenlikning av vannføring fra representative målestasjoner i nærliggende felt. Hvis terrenget tilsier det kan ruheten settes og den tilhørende vannføring finnes ved prøving og feiling. Dette kan være aktuelt der elvetverrsnittet er homogent og regulært.

Den hydrauliske modellen bør helst kalibreres eller tilpasses mot flere store flommer eller vannføringer. NVE anbefaler at det hentes inn data for historiske flommer i vassdraget. Dette vil gi en indikasjon på om resultatene fra både flomberegningen og modelleringen er rimelige.

Informasjon om historiske flomhendelser kan for eksempel skaffes fra kommunen, eventuelt regulanter, flomhendelser.no eller RegObs. Lokale historielag, aviser, kirkebøker og lignede kan også være nyttige kilder. Innhenting av informasjon kan være ressurskrevende og må derfor vurderes i forhold til nytteverdien.

## 8.8 Følsomhetsanalyse

Det bør alltid utføres en følsomhetsanalyse for å vurdere hvor robust modellen er. Følsomhetsanalysen bør som et minimum utføres for dimensjonerende flom. Den bør omfatte en vurdering av vannføring, hastighetshøyde og følsomheten til viktige parametere i modellen. Som et minimum må analysen omfatte en vurdering av både endring av ruhet innenfor konservative erfaringsverdier, og 20 % eller 40 % økning i vannføring. Dersom det er relevant, bør det også utføres følsomhetsanalyse på andre relevante modellparametere. Analysen utføres separat for hver enkelt komponent/parameter, slik at resultatene viser utslaget på vannstanden hver for seg.

I tillegg bør aktuelle feilkilder i den hydrauliske modellen drøftes. Dersom det er usikkerhet knyttet til grensebetingelsene, bør effekten av å endre disse vurderes og beskrives.

## 9 Sikkerhetspåslag

Arbeidsgruppa har foreslått en metodikk der sikkerhetspåslaget tas inn i vannføringen istedenfor et fast påslag i vannstand. Dette mener vi gir en bedre framstilling på usikkerheten i beregningene. Vi ønsker tilbakemelding på metodikken, og om valg av prosentvis påslag er fornuftig og gjennomførbart?

### 9.1 Valg av sikkerhetspåslag

NVE anbefaler at beregningene utføres med et prosentvis påslag i vannføringen, som bestemmes ut fra usikkerheten i flom- og vannlinjeberegningene. Sikkerhetspåslaget fastsettes ut fra usikkerheten i datagrunnlaget til flomberegningen og usikkerheten i den hydrauliske modellen. Det prosentvise sikkerhetspåslaget og de reelle flomverdiene uten påslag skal presenteres i rapporten (for sammenligning mot andre flomberegninger).

Tabell 9-1: Veiledende prosentvis sikkerhetspåslag i vannføringen, som bestemmes ut fra usikkerheter i flomberegning og hydraulisk modell. Usikkerheten i flomberegningen vurderes som beskrevet i kap. 7.8.1. Forutsetningen for tabellen er at resultatene fra flomberegningen og den hydrauliske modellen er et beste estimat.

#### Sikkerhetspåslag vannføring

Hydraulisk modell	Klasse E: Følsom ( $< 0,8$ m)	25 %	35 %	45 %	60 %
	Klasse D: Middels følsom ( $< 0,4$ m)	20 %	30 %	40 %	50 %
	Klasse C: Lite følsom ( $< 0,2$ m)	15 %	25 %	35 %	45 %
	Klasse B: Kalibrert mot tilnærmet middel flom	10 %	15 %	25 %	
	Klasse A: Kalibrert mot flom $> 20$ år	0-5 %	10 %	20 %	
		Klasse 1: Representativ målestasjon i vassdraget med minst 30 år med gode flomdata.	Klasse 2: Målestasjon i eller nært vassdraget, liten variasjon i spesifikke flomverdier i regionen.	Klasse 3: Målestasjoner i nærliggende felt. Godt samsvar mellom ulike beregnings- metoder.	Klasse 4-5: Ingen representative målestasjoner. Stor variasjon i flomverdier mellom ulike metoder og/eller målestasjoner.
<b>Flomberegning</b>					

## 9.2 Sikkerhetspåslag for flomberegning

Anbefalingene gitt i Tabell 9-1, tar utgangspunkt i at resultatene fra flomberegningen er «et beste estimat». Det vil si at flomberegningen er utført etter anbefalte metoder og at valg underveis i beregningen er objektivt sett de mest riktige. Det forutsettes at det er gjort få eller ingen konservative/ikke konservative valg underveis i beregningene. Om det i flomberegningene er gjort konservative antakelser, bør disse vurderes opp mot anbefalt påslag.

Ved ruting bør påslaget i vannføringen legges til tilløpsflommen.

Kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget i flomberegningen er en viktig faktor ved valg av sikkerhetspåslag. Kvaliteten på det hydrologiske datagrunnlaget kan vurderes ut fra kriteriene gitt i Tabell 7-3, se kapittel 7.8.1.

## 9.3 Sikkerhetspåslag for hydraulisk modell

Tabellen over forutsetter at den hydrauliske modellen settes opp ved å velge de parameterne som gir et beste estimat. Der en har kalibreringsdata for hele modellen, utgjør disse normalt det beste grunnlaget for å vurdere nøyaktigheten til modellen. Den kalibrerte modellen bør ha små avvik mot kalibreringsdata. Dersom disse kriteriene er oppfylt vil den hydrauliske modellen kunne plasseres i klasse A eller B.

Der en ikke har kalibreringsdata bør modellen plasseres i klasse C til E, j.f. Tabell 9-2. Ved klassifisering av modellen bør en i tillegg vekte topografisk og bathymetrisk datagrunnlag, egnethet til hydraulisk modell og potensiale for massetransport i vassdraget. Det kan være aktuelt å justere klassen til modellen dersom en har et godt datagrunnlag, som f.eks. at en har nyere elvebunnskartlegging og modellen er justert mot en oppmålt vannlinje. Tilsvarende kan gjelde dersom laserskannet data for elva er utført ved lav vannstand eller at beregningene er utført med en 2D-modell.

Modeller for bratte vassdrag eller der en har overkritisk strømming, bør vurderes spesielt. Dette gjelder også dersom en har luftinnblanding, massetransport, meget turbulente strømningsforhold m.m. som gjør at forutsetningene modellene bygger på ikke er reelle i en flomsituasjon. For slike vassdrag kan det være aktuelt å legge til et vesentlig større sikkerhetspåslag.

Tabell 9-2: Klassifisering av hydraulisk modell

Klasse	Kriterie
<u>A</u>	Modellen er kalibrert for en stor vannføring.
<u>B</u>	Kalibrert på vannføring tilsvarende middelflom
<u>C</u>	Modellen er lite følsom, +/- 0,2 m
<u>D</u>	Modellen er moderat følsom, +/- 0,4 m
<u>E</u>	Modellen er svært følsom, +/- 0,6 m

For klasse C – E gjelder gjennomsnittlig endring i vannlinje.

# 10 Andre vassdragsrelaterte faremoment

Har dere eksempler på forslag til anerkjent metodikk som kan tas inn i dette kapittelet?

## 10.1 Flomfare i bratte, masseførende vassdrag

Bratte og masseførende vassdrag kan ha flere utfordringer som ikke lar seg beskrive med de tradisjonelle metodene for flomsonekartlegging. Eksempler på dette er brå elveløpsendringer, stor massetransport, oppdemming av elveløpet og flomskred. Problematikken i slike vassdrag ligger ofte i grenseland mellom skred- og flomfare, og iht. TEK17 gjelder sikkerhetskravene for skred (§ 7-3). I Norge finnes det ikke en etablert praksis for hvordan slike områder bør kartlegges. Mye indikerer imidlertid at naturfaren bør utredes med metoder som i dag benyttes for kartlegging av både skred- og flomproblematikk.

Som et minimum bør det gjøres en kvalitativ vurdering av faremomentene – basert på blant annet historiske hendelser, flybilder og terrengformasjoner og befaring. Historiske flybilder kan være en kilde til informasjon. På [Norgebilder.no](http://Norgebilder.no) kan en for enkelte vassdrag se flybilder helt tilbake fra 1935. Dersom en sammenlikner hvordan elva var tidligere med dagens tilstand, kan en vurdere om profilendringer og massetransport er aktuelle problemstillinger. Tilsvarende kan elvevifter/skredvifter gi en indikasjon på områder der flomskred kan være en aktuell utfordring, se NVEs faktaark [Identifisering av flomvifter](#) (NVE (b), 2013). Så fremt det ikke er mulig å avgrense fareområdene mer detaljert, bør slike områder markeres som en hensynssone.

Dersom det er aktuelt å utrede flomfaren nærmere i slike områder, anbefaler NVE at det i tillegg til en flomfareutredning, gjennomføres en skredfareutredning av en skredfagkyndig iht. NVEs [Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng](#) (NVE(a), 2020). Begge utredningene bør gjennomføres iht. sikkerhetskrav i § 7-3 i TEK17. Utbygging frarådes før en kan dokumentere at sikkerhetskravene er tilfredsstillt.

Det pågår for tiden forskning på hvordan flomfare i bratte og masseførende vassdrag kan vurderes og utredes. Veilederen vil oppdateres når ny kunnskap om slik kartlegging foreligger.

## 10.2 Tilstopping og vann på avveie

Innenfor flomfareutredning legger en normalt til grunn dagens situasjon i vassdraget for en fremtidig stor flom. Ulykkessituasjoner i vassdraget som f.eks. tilstopping av hydrauliske konstruksjoner på grunn av for eksempel massetransport, drivgods, isgang m.m. skal normalt ikke inkluderes i modellen.

Der en har kunnskap om at elveløpet og kritiske punkt (for eksempel bruer, kulverter m.m.) i vassdraget kan tilstoppes, bør konsekvensen av slik gjentetting kartlegges, ved å tilpasse modellen og kjøre egne beregninger for ulike scenarioer. En skal være spesielt oppmerksom der vannet finner nye løp utenfor elveleiet.

## 10.3 Isgang og isdammer

Isgang og isdammer er gjentakende hendelser i enkelte vassdrag, spesielt fra Trøndelag og nordover. Dersom det er problematikk knyttet til isgang og isdammer, bør faresonekartene belyse dette. Normalt vil

en 200-årsflom gi høyere vannstand enn det som forårsakes av oppdemming som følge av is, men en kan lokalt få vannstand tilsvarende en flom med et lavere gjentakintervall med større hyppighet. Dersom vannet finner et nytt løp utenfor elveløpet, kan en få store skader.

Ved kartlegging av vassdrag med isproblematikk, anbefaler NVE at en kartlegger scenarioer der elveløpet er tilstoppet der en har kjente problemer knyttet til isgang. NVE anbefaler at en legger til grunn en vannføring i elva tilsvarende middelflom.



Figur 10-1: Ispropp i Surna fører til oversvømmelse. Foto: Ingebrigt Bævre (NVE).

## 10.4 Bunnheving som følge av sedimentasjon

På rolige partier legger masseførende elver igjen masser. Over tid vil en kunne få bunnheving, som kan medføre forhøyede vannstander lokalt ved flom. Effekten av ulike tiltak, erosjon og avlagring på vannstandene kan beregnes ved å justere geometrien i modellen. Ofte vil en slik tilnærming kunne gi et godt svar på effekten av de avlagrede massene, og eventuelt for å utrede hvilke tiltak som har størst effekt.

Flere modeller har også sedimentmoduler som kan beregne effekten av massetransport. Modellene krever ofte dataserier av massetransport (som grensebetingelser) og gradering av bunnmateriale. Denne type data er sjelden tilgjengelig og har ofte høy usikkerhet. Slike modeller er derfor ressurskrevende å sette opp og gir ofte usikre resultater.

## 10.5 Faresoner erosjon

Erosjonsfaren kan vurderes med grunnlag i beregninger med 2D-modeller, supplert med kart som viser hvilke løsmasser som finnes langs vassdraget, og en oversikt over eventuelle erosjonssikringer. Det bør i tillegg gjennomføres en befaring av vassdraget for å vurdere erosjonsutsatte områder. Erosjonsfaren kan

vrderes kvantitativt ved å beregne vannhastighetene og retningene. Ut fra dette kan det utarbeides hensynssoner for erosjon der analysen viser at vannhastighetene er spesielt høye eller har ugunstig retning. Metoden er best egnet der en har fluviale- eller moreneavsetninger.

HØRINGSUTGAVE

# 11 Dokumentasjon og leveranse

## 11.1 Anbefalt dokumentasjon

For alle flomfareutredninger anbefaler NVE at utredningene dokumenteres slik at resultatene er etterprøvbare. Anbefalt minimumsinnhold i rapport fra flomfareutredningen er vist i Vedlegg 4. Rapporten bør inneholde kartutsnitt som viser området som er analysert, flomsonen for de aktuelle gjentakintervallene og analyseflaten. Kontroll av kartproduktene skal inngå i kvalitetssikringsrutinene.

I tilfeller der det kun gjøres enklere vurderinger for å finne sikker kotehøyde for byggverk, er det ikke nødvendig å presentere resultatene som en faresone, så lenge det klart framkommer hvilket vannstander som er beregnet og området som er vurdert.

Foreligger det historiske opplysninger om massetransport, profilendringer, isganger m.m. bør dette markeres i kartutsnitt og beskrives i sluttrapport.

## 11.2 Flomsonen

Flomsonen skal identifisere alle områder innenfor analyseområdet hvor det er flomfare som følge av flom i vassdraget som er kartlagt. NVE anbefaler at flomsonene utledes ved bruk av dedikert GIS-programvare eller en kartmodul i den hydrauliske modellen.

For 1D-modeller må en være spesielt oppmerksom på områder der vannet ikke strømmer i det defnerte elveløpet. Dette kan for eksempel forekomme der vannet finner nye løp, ved flomvoller som overtoppes og hydrauliske konstruksjoner. Videre er det viktig at tverrprofilene er lange nok, er riktig plassert og har riktig utstrekning. Flomsonen skal ha en naturlig avgrensing.

For 2D-modeller må en være spesielt oppmerksom på områder i terrenget der det er bratt. I slike områder gir ikke alltid beregnet vannstand en sammenhengende flomflate. Flomsonen bør allikevel inkludere alle områder der det kan være flomfare.

Nøyaktigheten i terrengdata tilsier normalt at det ikke er grunnlag for å tegne flomsoner der vanndybden er mindre enn 5 cm. Lave vanndybder alene eller i kombinasjon med lave vannhastigheter, utgjør normalt lavt skadepotensial og kan fjernes fra flomsonen. NVE anbefaler at hull og flomflater mindre enn 50m<sup>2</sup> fjernes fra kartpresentasjonen. Det må imidlertid gjøres en konkret vurdering i hvert enkelt tilfelle.



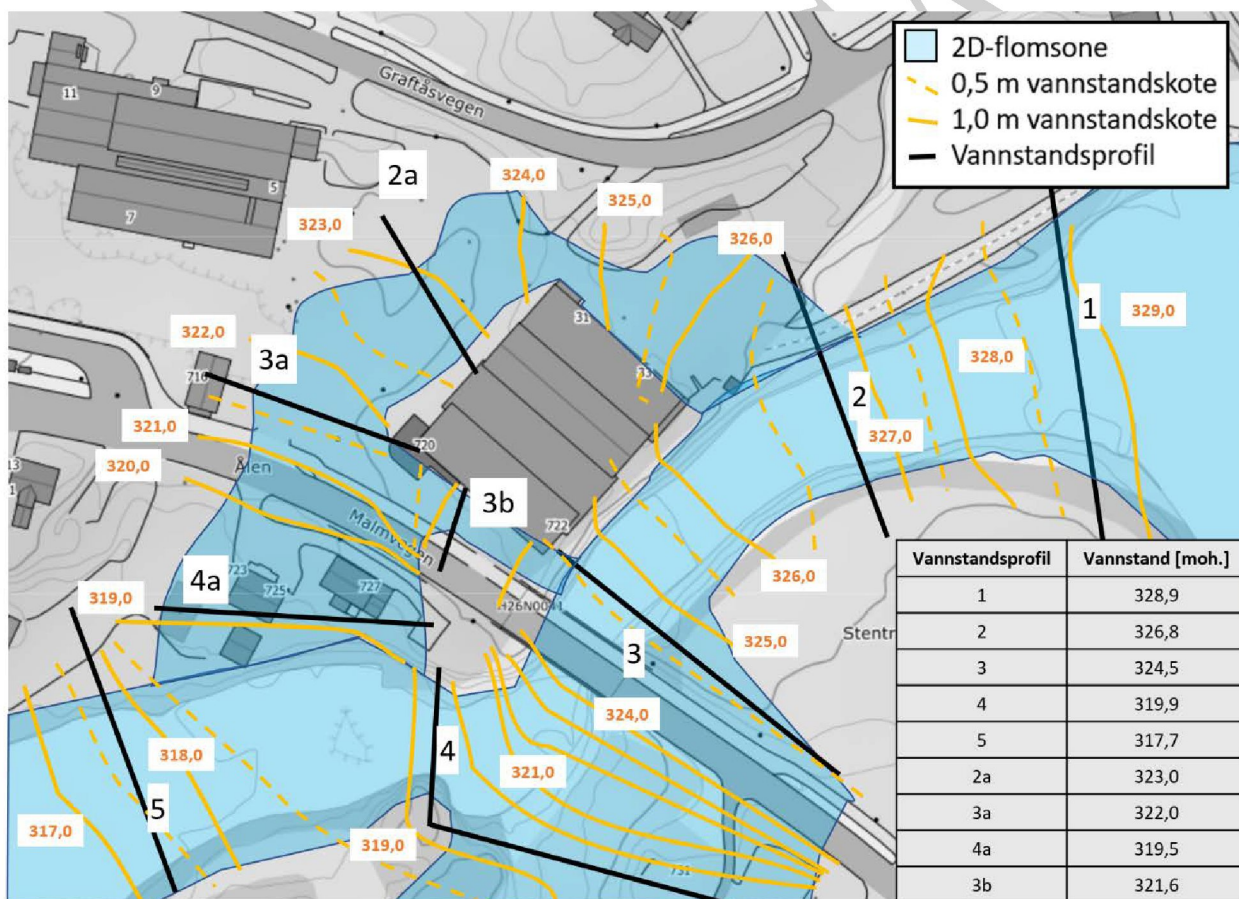
## 11.3 Analyseområdet

Analyseområdet avgrensner området som er analysert for flomfare for vassdragene som er kartlagt. For at flomsonen skal kunne levers til NVEs flomsone-database må denne flaten inngå.

## 11.4 Flomvannstander (moh.)

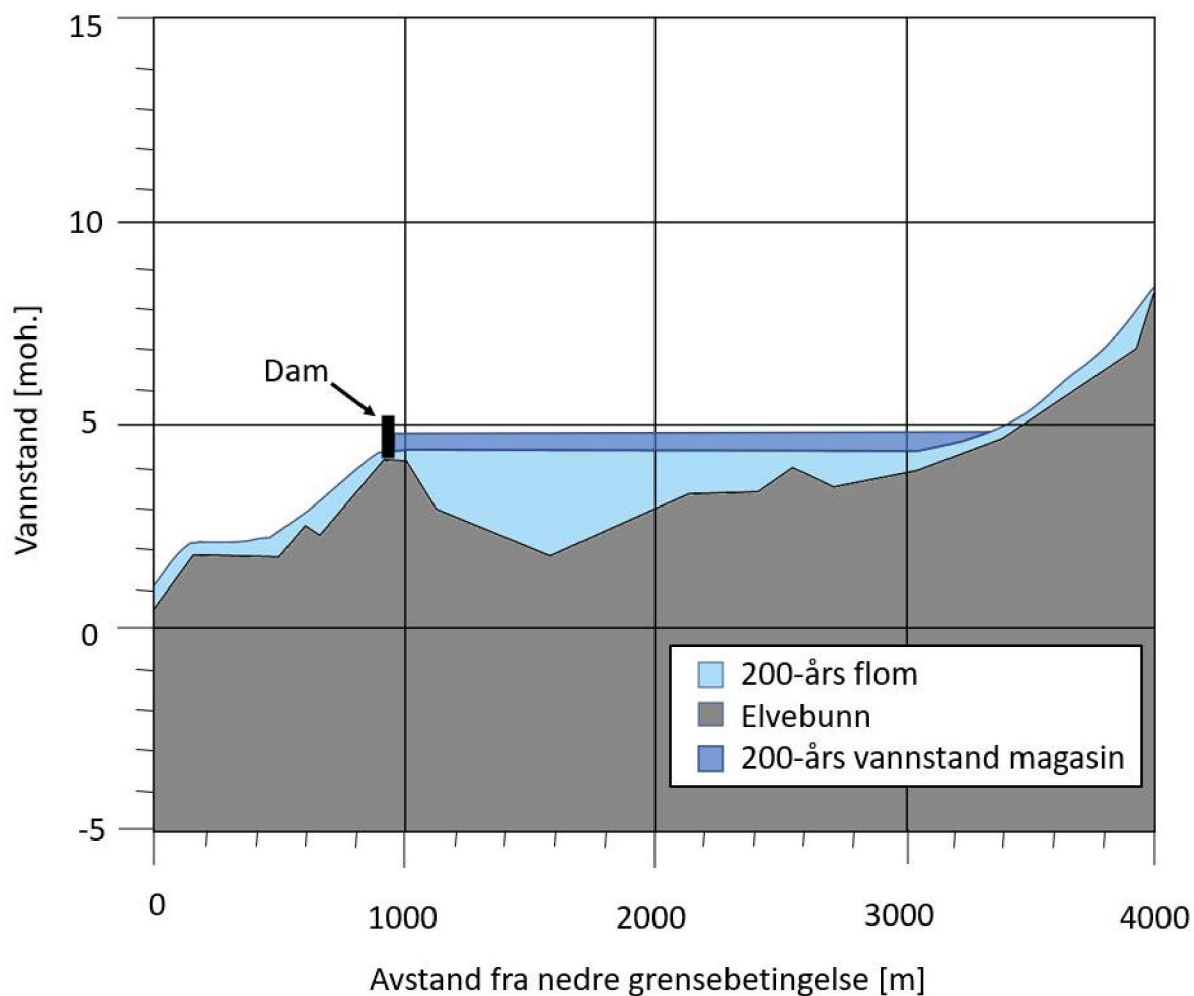
Beregnete flomvannstander (moh.) skal kunne leses fra sluttrapporten, enten direkte fra kartet eller via tabeller. Vannstandene (moh.) kan presenteres i tabeller som nummererte tverrprofil. Uavhengig av modelltype, bør presentasjonen av resultatene minimere sannsynligheten for tolkningsfeil.

For 2D-modeller kan vannstanden presenteres som kurver der anbefalt ekvidistanse er 0,5 m eller lavere, avhengig av helningen i området som er kartlagt. Alternativt kan vannstanden tegnes som vannstandsprofil, der den høyeste vannstanden langs profilet presenteres. Eksempel på presentasjon av vannstander fra en 2D-modell er vist som både vannstandskoter og vannstandsprofil på Figur 11-11.



Figur 11-1: Eksempel på flomsonekart basert på 2D-modell der vannstandene er presentert både som vannstandskoter og -profil.

Dersom en har samløp på strekningen eller innsjø/magasin som modelleres, anbefaler NVE at kartet viser den høyeste vannstanden for et gitt gjentaksintervall, se Figur 11-22.



Figur 11-2: Lokkmetode ved innsjø/magasin, der grensebetingelsen gir lavere vannstand enn beregnet høyeste vannstand for et gitt gjentaksintervall.

## 11.5 Digitale leveranser

NVE har spesifisert format og hvilke attributter et digitalt kartprodukt skal inneholde, for å være i henhold til [SOSI-produktspesifikasjonen](#) (NVE (d), 2020). Dersom sluttproduktet skal være et offentlig kartdokument og meldes inn i NVEs flomsonedatabase, må kartproduktene være utarbeidet i tråd med denne veilederen. Digital innlevering av flomsoner til NVEs flomsonedatabase krever følgende:

- Analyseområdet
- Flomsoner
- Tverrprofiler (1D) eller flomhøydekonturer (2D) / vannstandsprofil (2D)
- Metadataschemaet (vist i Vedlegg 3)

NVE anbefaler at også vannstand og vannhastighet på rasterformat inngår i leveransen.

NVE arbeider med å få til en kartløsning som gjør at en kan presentere vannstander, vanndybder og vannhastigheter direkte i kart.

# Referanser

- DiBK. (2008). *DiBK*. Hentet fra <https://dibk.no>: <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/utbygging-i-fareomrader-bokmal/>
- Klimaservicesenteret. (u.d.). *Klimaservicesenteret*. Hentet fra <https://klimaservicesenter.no>: [https://klimaservicesenter.no/climateprojections?index=air\\_temperature&period=Annual&scenario=RCP85&area=NO](https://klimaservicesenter.no/climateprojections?index=air_temperature&period=Annual&scenario=RCP85&area=NO)
- KMD. (2018). Hentet fra [www.regjeringen.no](http://www.regjeringen.no): <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/samfunnssikkerhet-i-planlegging-og-byggesaksbehandling/id2616041/>
- KMD. (2019). Hentet fra [www.regjering.no](http://www.regjering.no): <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonale-forventninger-til-regional-og-kommunal-planlegging-20192023/id2645090/>
- Lovdata. (2018). *Lovdata*. Hentet fra <https://lovdata.no/>: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-09-28-1469>
- Miljødirektoratet. (2015). *Klima i Norge 2100*. I. Hanssen-Bauer, E.J. Førland, I. Haddeland, H. Hisdal, S. Mayer, A. Nesje, J.E.Ø. Nilsen, S. Sandven,.
- Miljødirektoratet. (2019). *Miljødirektoratet*. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no>: <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/klimatilpasning/veiledning-til-statlige-planretningslinjer-for-klimatilpasning/>
- NVE (a). (2011). *Preliminary Flood Risk Assessment in Norway*. Oslo: Peereboom, Ivar. O.; Waagø, Oddrun S.; Myhre, Marianne.
- NVE (a). (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. Oslo: Glad, Per Alve; Stenius, Seija; Wang, Thea Karoline; Væringstad, Thomas.
- NVE (a). (2016). *Flomdata*. Oslo: Engeland, Kolbjørn; Schlichting, Lena; Randen, Frode; Nordtun, Kristian Strand; Reitan, Trond; Wang, Thea Caroline; Holmqvist, Erik; Voksø, Astrid; Eide, Vidar.
- NVE (b). (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. Oslo: Midttømme, Grete; Pettersson, Lars-Evan; Holmqvist, Erik; Nøtsund, Øystein; Hisdal, Hege; Sivertsgård, Roar.
- NVE (b). (2013). *Identifisering av skredvifter*. Hillestad, Kjetil; Samdal, Brigit; Rune Stubrud, Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE (b). (2015). *Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt*. Oslo: Glad, Per Alve; Reitan, Trond; Stenius, Seija Maria. Hentet fra [http://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015\\_13.pdf](http://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_13.pdf)
- NVE (b). (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. Oslo: Lawrence, Deborah.
- NVE (b). (2020). *Sikringshåndboka*. Hentet Mars 17, 2021 fra <https://www.nve.no/sikringshåndboka/>
- NVE (c). (2013). *Vannføringsstasjoner i Norge med felt mindre enn 50 km<sup>2</sup>*. Oslo: Stenius, Seija Maria.
- NVE (c). (2020). *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*. Oslo: Engeland, Kolbjørn; Glad, Per Alve; Hamududu, Byman Hikanyoma; Li, Hong; Reitan, Trond; Stenius, Seija Maria.
- NVE (d). (2013). *Flom i Norge*. Roald, Lars Andreas, Oslo: NVE.
- NVE (d). (2020). *SosiGeonorge*. Hentet fra SOSI Produktspesifikasjon: [http://sosi.geonorge.no/Produktspesifikasjoner/Produktspesifikasjon\\_NVE\\_Flomsoner\\_1.1.pdf](http://sosi.geonorge.no/Produktspesifikasjoner/Produktspesifikasjon_NVE_Flomsoner_1.1.pdf)
- NVE. (2014). *Flaum og skredfare i arealplanar - revidert 22. mai 2014*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE. (2017). *Nasjonale og vesentlige regionale interesser - grunnlag for innsigelser*. Oslo: Anita Andreassen, Kristin Hasle Haslestad, Finn Herje, Elisabeth Bruusgaard, Peer.
- NVE. (2018). *Flomtilsig fra magasindata*. Oslo: Bakke, Sigrid Jørgensen; Holmqvist, Erik.
- NVE. (2019). *Sikkerhet mot kvikkleireskred*. Oslo: Toril Wiig, Stein-Are Strand og Ellen Davis Haugen.

- NVE. (2021). *Omsyn til overvatn i overordna kommunal planlegging*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE(a). (2013). *Faktaark Jordskred og flomskred*. Oslo: NVE, Graziella Devoli. Hentet fra [www.NVE.no: http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2013/faktaark2013\\_05.pdf](http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2013/faktaark2013_05.pdf)
- NVE(a). (2020, 11 12). *Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak*. Hentet fra [veileder-skredfareutredning-bratt-terreng: https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/](https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/)
- Statens vegvesen. (2014). *Håndbok N200 Vegbygging*. Oslo: SVV.

HØRINGSUTGAVE

## Vedlegg 1 - Forenklet flomfareutredning

I noen tilfeller er det tilstrekkelig å gjøre en forenklet flomfareutredning for å raskt kunne bestemme konservative verdier for flomstørrelser og tilhørende vannstander. Resultater fra en forenklet flomfareutredning bør kun brukes der det er små konsekvenser, tilsvarende byggesaker i tiltaksklasse F1 og i F2 (TEK17 § 7-2). For byggesaker med større konsekvenser bør det normalt alltid gjennomføres en detaljert flomfareutredning, dersom ikke flomfaren kan utelukkes i henhold til prosedyre 1 i kapittel 4.

I de to følgende kapitler skisseres noen mulige fremgangsmåter for å gjennomføre henholdsvis forenklet flomberegning og forenklet hydraulisk beregning. Metodene kan til en viss grad kombineres og vil da ofte kunne gi mer robuste estimater for flomstørrelser og vannstander

### Forenklet flomberegning

#### Eksisterende flomberegninger

I mange elver og vassdrag er det allerede utført flomberegninger. Dette kan f.eks. være i forbindelse med tidligere flomkartlegging, dimensjonering av bruer eller om det er klassifiserte dammer.

Kilder til flomberegninger er ofte NVE, regulant, kommune, Statens vegvesen eller Bane NOR. (NVE jobber med en løsning som samler inn tidligere utførte flomberegninger i en samlet database) Hvis det er stor usikkerhet om gyldigheten av en eksisterende flomberegning, anbefales det å legge til en sikkerhetsfaktor. Hvis

Er flomberegningen gjort i et regulert vassdrag og for en klassifisert dam, kan Q500 eller Q1000 skaleres med hhv. 0,92 eller 0,85 for å finne Q200.

Om flomberegningen ligger litt opp- eller nedstrøms i samme elv, kan flomstørrelsene arealskaleres. Dette gjelder under forutsetning om at flomforholdene ikke endrer seg stort (store innsjøer/magasiner e.l.).

#### Vassdrag med målestasjoner for vannføring

Hvis det finnes en lang uregulert vannføringsserie av god kvalitet i vassdraget, er dette et godt utgangspunkt for en lokal flomberegning. Hvis serien er kort (10-30 år) kan den benyttes til et estimat av middelflommen. De andre flommene kan så beregnes fra middelflommen ved å anvende konservative frekvensfaktorer fra en lokal flomfrekvensanalyse eller via en regional kurve for området.

Finnes en lang observasjonsserie kan denne brukes direkte til analyser. Resultatene bør allikevel vurderes opp mot erfaringstall for regionen og regionalt formelverk.

Utføres analysene på døgnmiddel vannføringer, må resultatene skaleres for å gjelde kulminasjonsverdier.

#### Regionalt formelverk for flommer i uregulerte vassdrag

Det er de senere årene utarbeidet to formelverk for flomberegninger i uregulerte felt. Disse er implementert i kartverktøyet NEVINA, og analysene kan gjennomføres der.

I små nedbørfelt under ca. 50-60 km<sup>2</sup>, kan øverste usikkerhetsbånd (97,5 persentilen) fra NIFS-formelverk, [Nasjonalt formelverket for små nedbørfelt](#) (NVE (b), 2015) benyttes. I større nedbørfelt enn dette, kan øverste usikkerhetsbånd (97,5 persentilen) fra RFFA-2018 formelverk, [Lokal og regional flomfrekvensanalyse](#) (NVE (c), 2020) benyttes. Husk at resultatene må skaleres opp for å gjelde for kulminasjonsverdier for RFFA-2018.

## Klimapåslag

Det anbefales å legge til klimapåslag på flomverdiene. Benytt anbefalte klimapåslag gitt for «Klimaprofil for fylket», se «Klimaservicesenter». Er nedbørfeltet lite og har lite selvregulering, anbefales å bruke et klimapåslag på 1,4.

## Forenklet hydraulisk beregning

Det er flere ulike metoder som kan benyttes for å finne vannstanden på et sted langs elva for gitte vannføringer. Under er et utvalg av disse. Dersom ventede klimaendringer ikke er ivarettatt som del av forenklet flomberegning bør det brukes et påslag på 1 meter på den estimerte flomvannstanden.

### Vannstanden ved normalstrømning - Mannings formel

Med jevn elveløpsgeometri, uten store, lokale endringer som skaper oppstuvning, vil man ofte kunne anta normalstrømning (vannspeilet parallelt med bunnen). Med denne forutsetningen kan Mannings formel brukes iterativt for å beregne vannstanden vha helningen på elva, friksjonsforholdene og tverrsnittgeometrien (areal og vandybde). Iterasjonen kan gjøres manuelt, i regneark, vha nomogrammer eller enkle programmer som «Hydraulic Toolbox». Ved å velge en konservativ verdi for Mannings tall kan man finne en konservativ verdi for vandybden og dermed vannstanden.

### Finne vannstanden fra historiske data

Kunnskap om vannstander og flomutbredelse ved historiske flomhendelser har stor verdi. Ofte har kommunene eller lokalbefolkningen slik kunnskap. Vannstanden under en flom kan for eksempel være registrert som nivået på et trappetrinn, toppen av en mur eller et merke på kledningen av en bygning. Spesielt merker etter flommer som er risset inn i fjell, markert på murer eller bygninger gir god kunnskap om hvor høyt vannet har stått. Andre kilder til vannstandshøyder er lokale historielag, kraftselskap, bygdebøker, flomstøtter, flommerker ved bruer, aviser og media generelt. Bilder og film av flomhendelser kan i mange sammenhenger være nyttig, men dersom bildet eller filmen ikke er tatt på kulminasjonstidspunktet for flommen er tidspunktet for når bildet ble tatt en usikkerhetkilde. NVE samler også inn data for vannstander etter flommer. Denne informasjonen er tilgjengelig i NVEs database: flomhendelser.no.

Ved en fremtidig flom med lik vannføring vil vannstanden være like høy, gitt at en ikke har hatt vesentlige profilendringer. Med jevn elveløpsgeometri og observerte flomvannstander kan dimensjonerende flomvannstand estimeres basert på observert vannstandsstigning over normalvannstanden. Med observert vannstand(stigning) for f.eks. en 50-årsflom, kan vannstandsstigningen over normalvannstand for 200-årsflommen normalt estimeres til 2 ganger denne verdien. Forholdstallet kan også estimeres fra eksisterende utredninger eller observasjoner andre steder i vassdraget.

### Vannstanden oppstrøms kulverter, bruer, fyllinger mv

Ved å anta at alle flom veier gjennom fyllingen rt tette må hele vannføringen måtte gå over fyllingen/brua. Ved hjelp av en enkel overløpsformel, som korrigeres konservativt for forhold og terreng rundt fyllingen, kan vannstanden oppstrøms dermed estimeres. Her er det viktig å være spesielt oppmerksom på vurdering av hvor og hvordan vannet vil strømme over fyllingen.

### Vannstanden i innsjø eller magasin med etablert kapasitetskurve

Ved å anta at kulminasjonsverdien for avløpsflommen er lik kulminasjonsverdien for tilløpsflommen finnes en tilhørende konservativ vannstand direkte fra den eksisterende kapasitetskurven for utløpet fra innsjøen / magasinet.

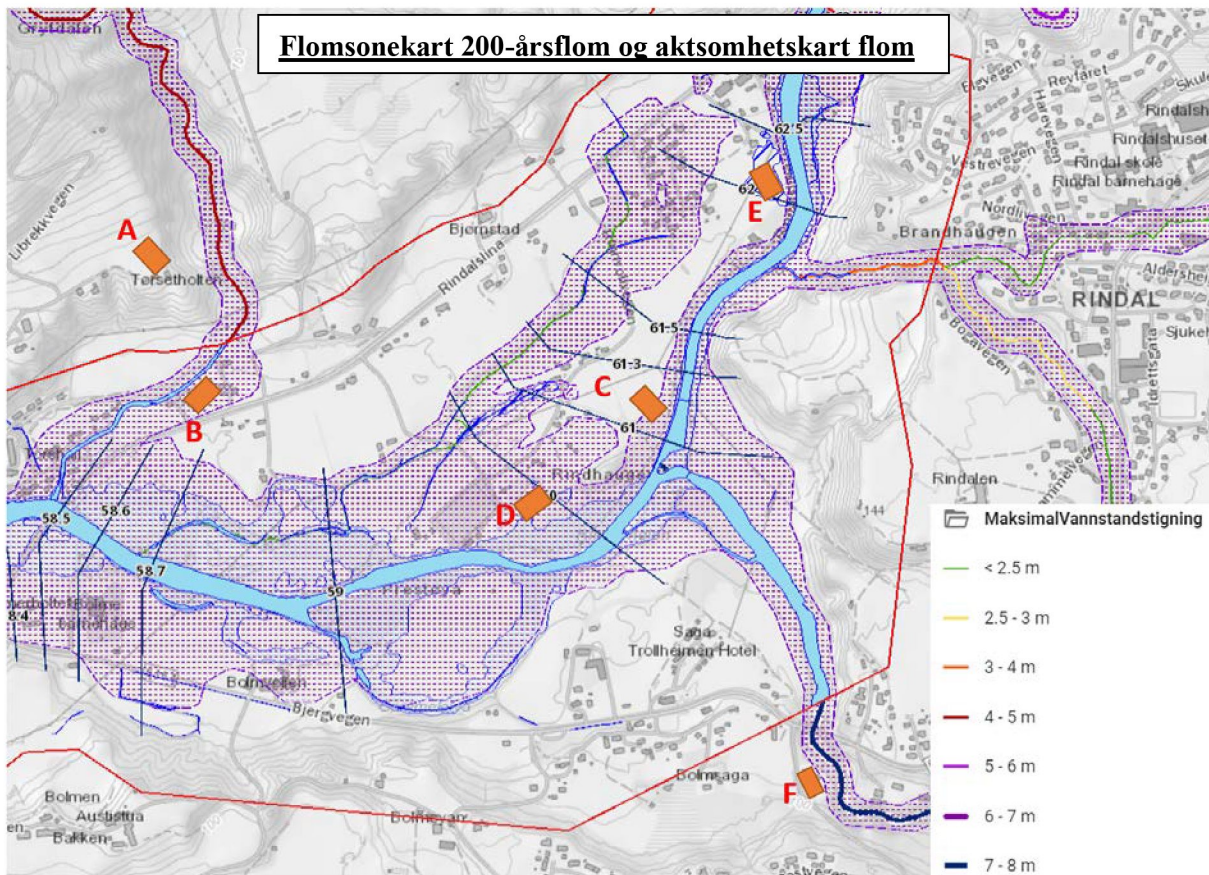
### **Vannstanden fra flomaktsomhetskart**

Bruk av den angitte verdien for vannstandsstigning (dH) direkte på eksisterende, oppmålt terreng reduserer usikkerheten i forbindelse med (lokalt) lite representativt kartgrunnlag. Denne metoden krever at det ikke er hydrauliske konstruksjoner som bruer, kulverter, eller andre forhold som kan gi lokale oppstuvning i elveløpet.

HØRINGSUTGAVE

## Vedlegg 2 – Er det flomfare?

Veiledningen under gjelder for tiltak i sikkerhetsklasse F1 og F2. For tiltak i konsekvensklasse F3 og etter bestemmelsene i TEK17 §7-2 første ledd, må flomfaren alltid utredes.



Figur 11-3: Kartet viser 200-årsflom

**Tiltak A** – Tomten ligger klart utenfor aktsomhetssonen for flom og det er ingen bekker/vassdrag i nærheten. Flomfaren er avklart.

**Tiltak B** – Tomten ligger innenfor aktsomhetskartet og avgrensningen til flomsonekartet, men utenfor flomsonen. Flomsonekartet her viser kun flomfare som følge av flom i hovedelva og flomfaren knyttet til sidevassdraget er derfor kjent. Flomfaren må utredes.

**Tiltak C** – Tomten ligger innenfor aktsomhetskartet. Flomsonekartet er mest nøyaktig og skal legges til grunn. Flomfaren er avklart.

**Tiltak D** – Tomten ligger innenfor flomsonekartet. En eventuelt utbygging kan gjennomføres dersom nødvendige sikringstiltak gjennomføres. Ved utfyllinger i aktivt strømningsareal må konsekvensen av tiltaket vurderes. Flomfaren kan være avklart.

**Tiltak E** – Tomten ligger innenfor flomsonekartet (lavpunkt). For tiltak må flomfaren utredes eller en må sikre tilsvarende flomnivå. Flomfaren er ikke avklart, men utbygging med flomsikringstiltak kan gjennomføres. Eventuelt bør flomfaren utredes mer detaljert.

**Tiltak F** – Tomten ligger utenfor aktsomhetskartet. På strekningen der tomten ligger er det en bru/kulvert som kan medføre oppstuvning som ikke er inkludert på kartet. Før en eventuell utbygging må flomfaren avklares.



## Vedlegg 3 – Innmelding av flomsøner til NVE

Som en del av samfunnsoppdraget til NVE jobbers det med å gjøre samfunnsnyttig informasjon fritt tilgjengelig for allmennheten. I Meld. St. 15 (2011-2012, s. 8) står følgende:

«Det er viktig at annen flom- og skredrelevant informasjon, så som grunnundersøkelser, tidligere fareutredninger og informasjon om potensielle farer, gjøres tilgjengelig på en måte som gjør at informasjonen blir gjenbrukt. Slik samfunnsnyttig informasjon bør være tilgjengelig uavhengig av om den er i offentlig eller privat eie.»

Flomsøner er datasettet som er en del av DOK (Det offentlige kartgrunnlaget), og må oppfylle kravene som er gitt i SOSI-produktspesifikasjonen for kartlagte flomfareområder - flomsøner [SOSI-produktspesifikasjonen](#) (NVE (d), 2020)

NVE samler inn flomsøner som er kartlagt av konsulenter for offentlige etater, kommuner eller private. Disse kartleggingene vil publiseres i NVEs temadatasett flomsøner, slik at de blir tilgjengelig via Norge digital sin portal [Geonorge](#), [NVEs karttjenester](#) og på [NVEs nettside for gjeldende kommune](#).

Ved å melde inn en faresøner i NVEs flomsønedatabase, får en mulighet til å laste ned flomsønene på flere ulike format eller koble opp flomsønene som WMS (Web Map Service) i egne kartverktøy. Ved levering av flomsøner til NVE, må følgende produkter følge leveransen:

- Shapefiler/ filgedatabase med følgende objekter i et definert koordinatsystem:
  - o Analyseområde
  - o Flomareal for hvert gjentakintervall
  - o Tverrprofil (profilnr., vannstander for hvert gjentakintervall, avstand mellom hvert tverrprofil) – gjelder kun ved 1D vannlinjeberegning
  - o Flomvannstandkurve for hvert gjentakintervall (vannstand) – gjelder kun ved 2D vannlinjeberegning
- Excellark slik vist under må fylles ut med metainformasjon om flomsønekartleggingen.
- Rapport som dokumenterer kartleggingen (pdf-format)

Før overlevering må utførende utføre en kvalitetskontroll av det GIS-tekniske. Vanlige topologireglene bør følges og en bør unngår «Multipart feature» og doble polygoner. NVE vil også gjennomføre en GIS-teknisk kvalitetskontroll før dataene blir lagt ut på NVEs innsynsløsninger.

For å laste ned eksempeldata og metadatafil se [Innmeldning av farekartlegging](#) på NVEs nettsider.

Parameter		Verdi	Obligatorisk	Forklaring
Analyse område	Navn	TestProsjekt	ja	Prosjektnavn
	Beskrivelse	6 km strekning fra utløp i vatn.	ja	Kort beskrivelse av strekningen
	Opphav	Firma	ja	Firma navn
	OrgKoordSys	UTM32	ja	Koordinatsystem flomsonekartet er laget i
	HoydeReferanse	NN2000	ja	Høydereferanse av grunnlagsdataene brukt i flomsonekartlegging (Terrengmodell/Tverrprofiler)
	RapportNr	Rappnr	ja	rapportnummer
	kartlagteFlommer	20,200,1000 med klima og sikkerhetspåslag	ja	List opp analyserte gjentakintervaller (komma separert) for eksempel: 10,200,1000,2100 (2100 er 200med Klimatilpasning)
	Dato	17.04.2018	ja	Dato for godkjenning av flomsonekart
	nedreGrensebetingelse_moh	0,00	nei	Nedre grensebetingelse som er brukt i vannlinje beregningsmodellen
	nedreGrensebetingelseKlima_moh	0,00	nei	Nedre grensebetingelse som er brukt i vannlinje beregningsmodellen med klimatilpasning
Flom areal	FlomAreal_Dato	17.04.2018	ja	Dato for beregning av flomsone
	FlomAreal_NOYAKTIGHET	100	ja	Antatt poisisjonsnøyaktighet i grunnriss (x,y) når metoden er den samme som ved måling i grunnriss, oppgitt i cm
	FlomAreal_MALEMETODE	Genererte data (interpolasjon): Terrengmodell;61	ja	Metode for måling av posisjon i grunnriss (x,y), og høyde (z) når metoden er den samme som ved måling i grunnriss.
Tverrprofil	Tverrprofil_Opphav	FirmaNavn som har målt opp tverrprofiler	ja	FirmaNavn som har målt opp / generert tverrprofiler
	Tverrprofil_Dato	17.04.2018	ja	Dato for oppmåling/generering av tverrprofilene
	Tverrprofil_NOYAKTIGHET	100	ja	Antatt poisisjonsnøyaktighet i grunnriss (x,y) når metoden er den samme som ved måling i grunnriss, oppgitt i cm
	Tverrprofil_MALEMETODE	Genererte data (interpolasjon): Terrengmodell;61	ja	Metode for måling av posisjon i grunnriss (x,y), og høyde (z) når metoden er den samme som ved måling i grunnriss.
	Tverrprofil_H_NOYAKTIGHET	100	ja	Antatt poisisjonsnøyaktighet i høyde (z) når metoden er den samme som ved måling i grunnriss, oppgitt i cm
Kontur	Tverrprofil_H_MALEMETODE	Terrengmålt: Totalstasjon;11	ja	Metode for måling av posisjon i grunnriss (x,y), og høyde (z) når metoden er den samme som ved måling i grunnriss.
	Kontur_Dato	17.04.2018	ja	Dato når flomhøydekonturlinjer er laget
	Kontur_NOYAKTIGHET	100	ja	Antatt poisisjonsnøyaktighet i grunnriss (x,y) når metoden er den samme som ved måling i grunnriss, oppgitt i cm
	Kontur_MALEMETODE	Genererte data (interpolasjon): Terrengmodell;61	ja	Metode for måling av posisjon i grunnriss (x,y), og høyde (z) når metoden er den samme som ved måling i grunnriss.

## Vedlegg 4 - Rapport flomfareutredning

Er omfanget av rapportering hensiktsmessig i forhold til etterprøvnbarhet? Er det andre momenter som bør være med i en slik rapport?

En rapport fra en flomfareutredning bør som et minimum inneholde følgende:

### **Klar konklusjon.**

Rapporten svarer ut om flomfaren er ivaretatt i forhold til kravene i TEK17 for aktuell sikkerhetsklasse. Dersom det er aktuelt beskrives nødvendige sikkerhetstiltak.

### **Forutsetninger.**

Det skal gis en oversikt over hvilke forutsetninger som ligger til grunn for beregningene, samt en redgjørelse for hvorvidt disse kan forventes å være gyldige ved en stor flom i vassdraget.

### **Grunnlagsdata.**

Det skal være henvisning til aktuell oppmålingsrapport eller annen informasjon om hvordan terrenggeometri er samlet inn. Målsatte tegninger over bruer eller andre konstruksjoner på beregningsstrekningen legges inn her. For laserdata skal det være informasjon om årstall, prosjektnr, om hvilket firma som har foretatt skanningen og hvilken punkttetthet som er brukt.

### **Oversiktskart.**

Ved bruk av 1D-modell skal dette vise strekningen som er kartlagt. For en 2D-modell skal det være kart som viser utstrekningen til beregningsnettet med opplysninger om elementstørrelse.

### **Flomberegning.**

Rapporten skal beskrive metode og datagrunnlag for flomberegningen. Flomberegningen kan presenteres som del av rapporten for flomfareutredningen eller det kan refereres til flomberegningsrapporten. Benyttet påslag for klimaframskrivninger og usikkerhetspåslag skal oppgis hver for seg.

### **Modelloppsett.**

Det skal oppgis hvilken modell som er benyttet og versjonsnummer. Det skal beskrives om og hvordan sideelver, forgreininger og samløp er inkludert og hvilke oppstrøms og nedstrøms grensebetingelse som er anvendt. Rapporten skal også beskrive om og hvordan bruer og andre konstruksjoner er lagt inn og eventuelt hvorfor de ikke er tatt med i beregningen.

### **Kalibrering/tilpassning av modell.**

Resultatet av kalibreringen eller tilpassning av modellen mot oppmålt vannlinje skal dokumenteres i tabeller og figurer. Vannføringer brukt i kalibreringen eller tilpassningen skal dokumenteres. Avvik mellom observert og beregnet vannlinje skal kommenteres. Benyttede ruhetstall skal gis i en egen tabell og kart.

### **Beskrivelse av eventuelle andre faremoment.**

Andre faremomenter som er vurdert (massetransport, erosjon, tilstopping, is m.m.) beskrives og vurderingene som er gjort knyttet til faremomentet beskrives.

## **Resultatene**

Resultatene fra 1D-modeller gjengis i tabeller med beregnet vannstand, vannføring og ruhet for utvalgte profil eller punkt. For 2D-modeller presenteres vannstandene enten som vannstandsprofil eller vannstandskoter på kart. Beregnet vannhastighet gir ofte nyttig tilleggsinformasjon. Flomsonen bør presenteres på kart. For bruer/kulverter som går ”fulle” skal det dokumenteres på hvilken vannføring (og hvilken flomstørrelse) dette skjer og hvilke konsekvenser dette får. Hvilken vannføring bruer/kulverter ev forlater friskeisstrømning skal angis (opptil 1000 års vannføring). For flomverk bør lengdeprofil presenteres sammen med vannlinjer. Resultater fra følsomhetsanalyse og valg av sikkerhetspåslag kommenteres.

## **Befaringsrapport**

Dersom det er utført en befaring skal denne være dokumentert, enten med en omtale i rapporten eller som en befaringsrapport som beskriver følgende:

- Tidspunkt og deltakere på befaringen
- Kart over befarte strekninger
- Liste eller kart over objekter som er befart eller oppmålt, med fotodokumentasjon som dokumenterer relevante hydrauliske forhold, som samløp, forgreininger, ruhetsverdier m.m.

## Vedlegg 5 – Begreper og definisjoner

Ord og faguttrykk	Beskrivelse
<b>1D-modell</b>	Hydraulisk modell som beregner vannstanden i bestemte tverrprofiler langs elvestrekningen.
<b>2D-modell</b>	Hydraulisk modell som beregner vannstanden i et et beregningsnett over elvestrekningen.
<b>Aktsomhetskart for flom eller skred</b>	Et kart som viser områder hvor skred potensielt kan forekomme eller områder som kan oversvømmes ved stor flom.
<b>Avløpsflom</b>	Avløpsflom er flom ut fra et magasin eller en innsjø.
<b>Bestemmende snitt</b>	se <i>Hydraulisk kontroll</i>
<b>Digital terrengmodell (DTM)</b>	En tredimensjonal digital modell av terrenget.
<b>Dimensjonerende flom</b>	Størrelsen av en flom i m <sup>3</sup> /s som legges til grunn for beregning av konstruksjoner i et vassdrag.
<b>Erosjon</b>	Tilstand der mer materiale fjernes fra et sted enn det tilføres.
<b>Erosjonssikring</b>	Sikring mot vannets graving i elvebunn og -sider. Utføres vha. stein, grus, fiberduk, vegetasjon o.l.
<b>Faresonekart for flom (flomsonekart)</b>	Kart som viser områder som blir oversvømt i en flom med et gitt gjentaksintervall.
<b>Faresonekart for skred (Skredfarekart)</b>	Kart som viser soner med gitte sannsynligheter for skred i et område. Et faresonekart kan vise skredområdene som løsne- og utløpsområder, eventuelt angi årlig nominell sannsynlighet for skred ved hjelp av linjer i kartet.
<b>Findata</b>	Findata er data med finere tidsoppløsning enn døgn.
<b>Flom</b>	Stor vannføring og vannstand i vassdrag på grunn av økt avrenning, enten som følge av nedbør, snøsmelting eller en kombinasjon. Størrelsen på flommen blir som regel angitt med gjentaksintervall, som er en statistisk beregning av gjennomsnittlig antall år mellom hver gang det oppstår en flom av stor vannføring og vannstand i vassdrag på grunn av økt avrenning, enten som følge av nedbør, snøsmelting eller en kombinasjon. Størrelsen på flommen blir som regel angitt med gjentaksintervall, som er en statistisk beregning av gjennomsnittlig antall år mellom hver gang det oppstår en flom av samme
<b>Flom i bratt terreng</b>	Rask økende vannføring i bekker og mindre elver i bratt terreng pga. intense og store nedbørmengder og/eller snøsmelting.
<b>Flomberegning</b>	En beregning av hvor stor vannføring en kan forvente ved flom av et gitt gjentaksintervall.
<b>Flomflate</b>	Område som beregningsmessig oversvømmes
<b>Flomkoter</b>	Vannstand presentert som kurver i moh

<b>Flomregime</b>	Flomregime beskriver hvilke prosesser som dominerer de store flommene i et gitt vassdrag. Dette er i all hovedsak regn, snøsmelting eller en kombinasjon av disse.
<b>Flomsikring</b>	Vern mot oversvømmelser under flom. Eks: flomverk/diker, dempningsmagasiner
<b>Flomskred</b>	Et hurtig, flomlignende skred i vannmettede løsmasser, Opptrer langs bratte elve- og bekkeløp, også der det vanligvis ikke er permanent vannføring.
<b>Flomsone</b>	Se <i>flomflate</i>
<b>Flomsonekartlegging</b>	Kartlegging av reell fare for flom der området som er utsatt vises som en flomsone.
<b>Flomvannstand</b>	Vannstand ved flom. Som "høyeste vanlige flomvannstand" regnes vannstanden ved den høyeste flom som erfaringsmessig kan påregnes i gjennomsnitt hvert tiende år.
<b>Flomveg</b>	Lavpunkt-/strekninger i terreng eller bebygde områder hvor vannet kan avledes ved flom
<b>Flomverk/ flomvoll</b>	Konstruksjon langs vassdrag med for å hindre oversvømmelse og utgraving under flom eller i forbindelse med isgang. Består av flomsikre fyllinger mot elv, bekk eller innsjø.
<b>Gjentaksintervall, T</b>	Et mål for hvor mange år det i gjennomsnitt er mellom hver gang en bestemt flomvannføring/hendelse overskrides. Omtales også som returperiode
<b>Hydraulisk konstruksjon</b>	En konstruksjon i eller langs vassdraget som kan påvirke flomforholdene, som f.eks. bru, kulvert, dam m.m.
<b>Hydraulisk kontroll</b>	Tverrsnitt som hindrer nedstrøms vannstand å innvirke oppstrøms. Overgang fra under- til overkritisk strømning $F=1$
<b>Hydraulisk modell</b>	Elve- eller innsjømodell som beregner hydrauliske forhold (vannstand, vannhastighet, m.m.)
<b>Hydrologi</b>	Læren om vannets kretsløp, forekomst og bevegelse
<b>Hydrologisk modell</b>	<u>Forenklet representasjon av sammenhenger i vannets kretsløp, med den hensikt å forstå, forutsi og forvalte vannressurser på en bedre måte</u>
<b>Intensitet – varighet – frekvens, IVF</b>	Intensitet – varighet – frekvens (IVF) kurver gir et estimat av dimensjonerende verdier for korttidsnedbør for ulike varigheter og returperioder.
<b>Isdam</b>	Betegnelse på oppstuede ismasser (sørpeis, sarr) i elver. Isdammer kan føre til at vannstrømmen i elva reduseres eller blokkeres. Se også Bunnisdam
<b>Isgang</b>	Det at isen i elver og innsjøer brytes opp pga. økt vannføring, og føres med strømmen nedover

	vassdraget. Kan forårsake skader på bropillarer etc. Forekommer oftest på våren eller når en isdam har løst, gjerne etter en plutselig økning i vannføringen. Kan føre til oversvømmelse.
<b>Kalibrering</b>	Modellens parameter/geometri justeres slik at de beregnede verdiene samsvarer med de observerte
<b>Klimapåslag</b>	Prosentpåslaget en må legge til dagens dimensjonerende flomvannsføringsverdi med for å få et mål for fremtidig dimensjonerende flomvannsføringsverdi.
<b>Konsentrasjonstiden, TC</b>	Konsentrasjonstiden til et felt er den tid det tar for vannet å bevege seg gjennom dreneringssystemet fra de fjerneste delene av feltet til utløpet.
<b>Kulminasjonsverdi/momentanflom</b>	Kulminasjonsverdi/momentanflom den høyeste faktiske verdien av en flomhendelse, dvs. verdien der flommen kulminerer.
<b>Kulvert</b>	Førings- eller transportveg med kvadratisk eller rundt tverrsnitt, utvendig omfylt med løsmasser. Små kulvert kalles også stikkrenner.
<b>Kvikkleire</b>	Kvikkleire er et sprøbruddmateriale med omrørt skjærfasthet mindre enn 0.5 kPa. Det er marin leire som er blitt hevet over havnivå og har mistet sitt opprinnelige saltinnhold ved utvasking. Ved tilstrekkelig mekanisk påvirkning blir leira flytende
<b>Kvikkleireskred</b>	Et flomlignende skred av omrørt marin leire og/ eller kvikkleire.
<b>Løsmasse</b>	Ikke-konsoliderte masser som ligger over fast fjell. Dette kan være avsetning av stein, grus, sand, silt, leire, jordsmonn med høyt innhold av organisk materiale (orv), samt masser som er deponert av mennesker. Ofte beskrives løsmassene med utgangspunkt i hvordan de ble dannet, f.eks. marin leire, morene og forvitningsmateriale.
<b>Løsmasseskred</b>	Fellesbetegnelse for alle skred i løsmasser.
<b>Mannings tall</b>	Mannings (ruhets) tall er empiriske verdier som brukes for å beregne friksjonstap i frispelstrømning med Manning's formel. I engelsk litteratur brukes vanligvis $n = 1/M$
<b>Middelflom</b>	Gjennomsnittet av den største vannføringen hvert år eller hver sesong
<b>Middelflom, QM</b>	Middelflommen er gjennomsnittet av den største vannføringen hvert år eller hver sesong.
<b>Middelvannføring</b>	Midlere (gjennomsnittlige) vannføring i en gitt referanseperiode (som regel 30 år). Middelvannføringen bestemmes ut fra observasjoner i feltet eller ut fra avrenningskart for gjeldende klimaperiode. Eventuelt kan man benytte den lengste tilgjengelige dataserien man vurderer kan være representativ for feltet.

<b>Nedbør- avløpsmodeller, NA</b>	Nedbør- avløpsmodeller simulerer respons på nedbør og evt. snøsmelteforløp og omregner dette til vannføring (flom) i et gitt felt.
<b>Nedbørfelt</b>	Et område som har et felles utløpspunkt for sitt avløp. Utløpspunktet er naturlig definert f.eks. ved utløp i fjord, innsjø eller der to elver møtes.
<b>Nedbørintensitet</b>	Blir vanligvis vist i en intensitet-varighet-frekvens (IVF kurver). Kurvene viser hvor mye nedbør (mm) du kan forvente innen en bestemt tidsperiode (varighet). Kurvene er relatert til sannsynlighet (gjentakintervall).
<b>Nedstrøms kontroll/ utløpskontrollert</b>	Lokal vannstand/ vannføring påvirkes av nedstrøms tverrsnitt
<b>Normalstrømning</b>	Strømning med lik helning på bunn, vannoverflate og energilinje
<i>normalvannstand</i>	<i>Vannstand ved middelvannføring.</i>
<b>Oppstuvning</b>	Forhøyet vannstand som følge av redusert kapasitet i elveløpet nedstrøms.
<b>Overvann</b>	Overflateavrenning som følge av nedbør eller smeltevann.
<b>PMF (påregnelig maksimal flom)</b>	Påregnelig maksimal flom. Beregnes etter spesielle regler
<b>PQRUT</b>	Nedbør-Mengde-Routing. Metode for å beregne avrenning ut fra nedbør.
<b>Påregnelig maksimal flom, <math>Q_{PMF}</math></b>	Påregnelig maksimalflom er den største flomstørrelsen som kan opptre ved en kombinasjon av de mest ugunstige meteorologiske og hydrologiske forhold. $Q_{PMF}$ benyttes for eksempel ved kontroll av dammers sikkerhet i ulykkesgrensetilstand.
<b>Påregnelig maksimal nedbør, PMP</b>	Påregnelig maksimal nedbør er den teoretisk største nedbøren som er fysisk mulig for et gitt nedbørfelt til en gitt tid på året.
<b>Regnflom</b>	Flomvannføringer som kommer som følge av regn alene.
<b>Risiko</b>	Kombinasjon av sannsynlighet/muligheten for og konsekvens av at hendelse/situasjon inntreffer
<b>Risikoanalyse</b>	En systematisk gjennomgang av et system i den hensikt å beregne systemets evne til å motstå uønskede hendelser
<b>Sannsynlighet</b>	I hvilken grad det er trolig at en uønsket hendelse vil inntreffe
<b>Sediment</b>	Faste partikler som er erodert fra bergarter eller biologisk materiale, og som er eller har blitt utsatt for transport.
<b>Sediment-/massetransport</b>	Transport av alle typer faste partikler i vann som bunnlast, suspendert last eller svevelast
<b>Sikkerhetsmargin</b>	Påslag i beregnet vannstand som følge av usikkerhet i hydraulisk modell. Brukt i NVEs flomsoner fra 2001-2021.



<b>Sikkerhetspåslag</b>	Påslag i vannføring som følge av usikkerhet i flomberegning og hydraulisk modell.
<b>Spesifikk vannføring, q</b>	Vannføring uttrykt i l/s·km <sup>2</sup>
<b>Stikkrenne</b>	se <i>kulvert</i>
<b>Terskel</b>	Markert påbygning, heving eller forsterkning i elveprofilen på tvers av elveleiet, med konstant eller varierende høyde/dybde.
<b>Tilløpsflom</b>	Tilløpsflom er flom fra uregulert felt, tillagt avløpsflom fra eventuelle oppstrøms magasin og overføringer. Tilløpsflom er dermed flom til magasin, innsjø eller sted i vassdraget hvor selvreguleringen i alle oppstrøms magasin/innsjøer og nedbør på magasin/innsjø er medregnet.
<b>Tilpassing av modell</b>	se <i>kalibrering</i>
<b>Topografisk kart</b>	Et overflatekart som beskriver landformen ved hjelp av linjer (koter), trukket mellom punkter som ligger i samme høyde over havet. I tillegg gir kartet oversikt over blant annet vann, vassdrag, bebyggelse, veier og stier, jernbane og skogs- og landbruksområder.
<b>Tverrprofil</b>	Tverrsnittet av elvens geometri der vannstanden beregnes i en 1D-modell.
<b>T-års flommen, QT</b>	En flom med gjentaksintervall T år. Det betyr at det er sannsynlighet på 1/T for at flommen skal overskrides et hvilket som helst år
<b>T-års nedbør, PT</b>	Nedbør med gjentaksintervall T år
<b>Vannføring</b>	Transportert vannmengde per tidsenhet forbi et punkt. Ofte uttrykt i m <sup>3</sup> /s eller l/s.
<b>Vannføringskurve</b>	Vannføringskurve beskriver sammenhengen mellom vannstanden og vannføringen for et punkt i en elv eller innsjø
<b>Vannlinjeberegning</b>	Beregning av vannstand langs et vassdrag med en hydraulisk modell.
<b>Vannskille</b>	En linje som danner grensen mellom vann som flyter til ulike elver eller dreneringsområder. Et vannskille danner grense mellom nedbørfelt.
<b>Vannstand</b>	Nivå på vannflate
<b>Vannstandsprofil</b>	Vannstand fra en 2D-modell presentert på kart som en linje, der den høyeste vannstanden langs linjen presenteres.
<b>Vassdrag</b>	Som vassdrag regnes alt stillestående eller rennende overflatevann med årssikker vannføring, med tilhørende bunn og bredder inntil høyeste vanlige flomvannstand. Selv om et vassdrag på enkelte strekninger renner under jorden eller under isbreer, regnes det i sin helhet som vassdrag. Som vassdrag regnes også vannløp uten årssikker vannføring dersom det atskiller seg tydelig fra omgivelsene

<b>Vassdrags- hydraulikk</b>	Læren om de naturlovene som gjelder for vannets bevegelse i kanaler og elver med fri overflate, og de metoder og parametere som benyttes for å beskrive og beregne strømmen og dens virkninger på omgivelsene
<b>Vekstkurve</b>	Beskriver forholdet mellom middelfloppen og en flom med et vilkårlig gjentakintervall T
<b>Årsikker vannføring</b>	Vannføring som ved middeltemperatur over frysepunktet ikke tørker ut av naturlige årsaker oftere enn hvert tiende år i gjennomsnitt

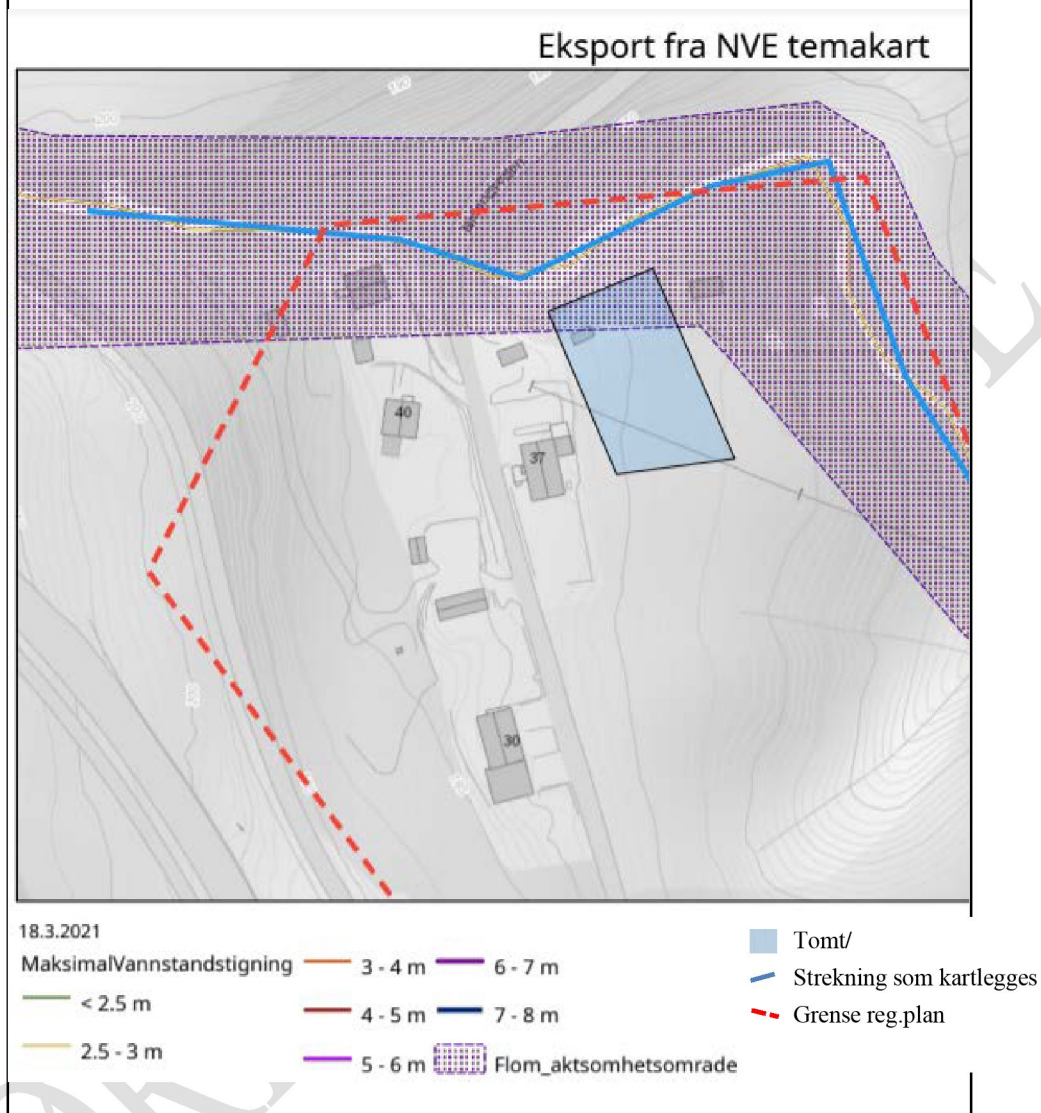
HØRINGSUTGAVE

## Vedlegg 6 – Bestilling av flomfareutredning for reguleringsplan og byggesak

Er det hensiktsmessig med en slik bestillermal? Er den dekkende?

<b>Bestilling av flomfareutredning for reguleringsplan og byggesak</b>			
Bestillingsskjemaet gjelder flomfareutredning for reguleringsplan og byggesak. Flomfareutredningen skal avklare om byggegrunn tilfredsstiller kravene til sikkerhet i TEK17 § 7-2, og skal utføres i henhold til NVEs veileder <i>Utredning av flomfare</i> .			
<b>Oppdragsgiver</b>			
«Skriv inn navn på oppdragsgiver»			
<b>1. Hva skal bestilles?</b>			
<input type="checkbox"/>	Flomfareutredning		
<input type="checkbox"/>	Uavhengig kontroll <i>Anbefales for alle tiltak i sikkerhetsklasse F3 eller utredninger i områder med storekonsekvenser (flomvoller, tettbebygde områder, bratt og masseførende vassdrag mv.)</i>		
<input type="checkbox"/>	Kontroll av grunnlagsdata for tidligere flomfareutredning		
<b>2. Område</b>			
Det er behov for en flomfareutredning for («kryss av for aktuelle alternativ»)			
<input type="checkbox"/>	reguleringsplan, område spesifisert i kartutsnitt/vedlegg		
<input type="checkbox"/>	hele området for eiendom med gårdsnummer	«gårdsnummer»	og bruksnummer «bruksnummer»
<input type="checkbox"/>	del/deler av eiendommen med gårdsnummer spesifisert i kartutsnitt/vedlegg	«gårdsnummer»	og bruksnummer «bruksnummer»

Kartvedlegg som viser området som skal utredes er lagt ved.  
 Bruk gjerne <https://temakart.nve.no/tema/flomsone> og verktøyene «Tegn i kartet» og «Skriv ut» i menyen til venstre.



### 3. Krav til sikkerhet mot flom

(a) Følgende tiltak er planlagt på eiendommen/planområdet:

«skriv inn beskrivelsen»

*TEK17 §7-2 gir beskrivelse av sikkerhetskrav som gjelder for byggverk plassert i flomutsatte områder. Ved tvil om hvilken sikkerhetsklasse tiltaket faller under, og om det er behov for en flomfareutredning, ta kontakt med kommunen. I reguleringsplaner er det anbefalt at alle sikkerhetsklassene blir tatt med i utredningen. Det vil gjøre det lettere med tanke på mulige endringer i fremtidig bruk og ved nye tiltak innenfor planområdet.*

(b) Følgende sikkerhetsklasse(r) omfattes av flomfareutredningen (velg alle relevante sikkerhetsklasser):

*Klimapåslag bør inkluderes i flomstørrelsen for alle sikkerhetsklasser.*

<input type="checkbox"/>	F1 – Sikkerhetsklasse 1	
<input type="checkbox"/>	F2 – Sikkerhetsklasse 2	
<input type="checkbox"/>	F3 – Sikkerhetsklasse 3	
<input type="checkbox"/>	TEK 17, §7-2, første ledd: <i>Tiltak der konsekvensen av flom er særlig stor, og som ikke skal plasseres i flomutsatt område</i>	
<input type="checkbox"/>	Andre gjentaksintervall. «Spesifiser»	
	<i>Om utførende foretak er uenig med kommunens vurdering, må oppdragsgiver underrettes for å avklare riktig sikkerhetsklasse.</i>	
<b>4. Andre formål med kartleggingen?</b>		
<i>For eksempel: Planlegging av tiltak i vassdrag (f.eks. flomvoller, bruer, fyllinger, masseuttak mv.), kartlegging av flomskred/flom og erosjon, isgang, kritiske punkt m.m.), oppdatering/ajourføring av eksisterende flomsonekart mv.</i>		
«Skriv inn»		
<b>5. Grunnlagsdata</b>		
<b>(a)</b>	<b>Har du flomdata fra området?</b>	
	<p><i>Hvis du har informasjon om tidligere flomhendelser, eller kjenner til andre flomutredninger i vassdraget bør du oppgi dette, da det kan bidra til å redusere ressursbruken og øke nøyaktigheten på flomutredningen. Kommunen og eventuelt regulanter i vassdraget eller andre i lokalbefolkningen kan ha informasjon av betydning.</i></p> <p><i>Eksempler:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidligere flomfareutredninger (f.eks. flomsonekart, flomutredning for dammer i regulerte vassdrag, utredning av kritiske punkt i vassdrag e.l.) som dekker hele eller deler av området du ønsker å kartlegge</li> <li>• Dokumentasjon fra tidligere flomhendelser (bilder, innmålte vannstander og/eller vannføringer, avisoppslag m.m.)</li> <li>• Tidligere flømberegninger fra vassdraget eller nærliggende vassdrag (f.eks. ifm. damanlegg eller andre flomutredninger)</li> </ul>	
<input type="checkbox"/>	Ja	Dokumentasjon i vedlegg «vedlegg nr.»
<input type="checkbox"/>	Nei	
<b>(b)</b>	<b>Har du dokumentasjon av konstruksjoner i/nær vassdraget?</b>	
	<p><i>Hvis det er konstruksjoner i/langsvassdraget som kan påvirke flomsonen, bør dokumentasjon (innmåling, tegninger og/eller bilder) av konstruksjonene fremskaffes, om det er tilgjengelig.</i></p> <p><i>Dokumentasjon er ikke nødvendig, men anbefales siden dette kan redusere ressursbruken i flomfareutredningen.</i></p> <p><i>Eksempler:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulverter, bruer, damanlegg, bygninger, flomsikringsanlegg m.m.</li> </ul>	

<input type="checkbox"/>	Ja	Dokumentasjon i vedlegg	«vedlegg nr.»
<input type="checkbox"/>	Nei		
<b>6. Ønsket nøyaktighet på utredningen</b>			
<input type="checkbox"/>	<p><b>Nivå 1:</b> Forenklet kartlegging basert på eksisterende grunnlagsdata. Ikke kalibrert eller befart.</p> <p><i>Aktuelt for større områdeplaner der det stilles krav om senere detaljplan, eller der enkle fagvurderinger/utredninger kan dokumentere at byggverk i sikkerhetsklasse F1/F2 ikke ligger flomutsatt.</i></p>		
<input type="checkbox"/>	<p><b>Nivå 2:</b> Kartlegging basert på eksisterende grunnlagsdata. Befaring, oppmåling av bestemmende snitt. Justering av modell etter en kjent vannlinje (kalibrering eller tilpassing). Flomberegning utført eller kontrollert iht. NVEs veiledere (kap. 7).</p> <p><i>Aktuelt for de fleste reguleringsplaner, byggesaker og dispensasjoner der det foreligger tilstrekkelig grunnlagsdata, eller for ajourføring av eksisterende flomsonekart.</i></p>		
<input type="checkbox"/>	<p><b>Nivå 3:</b> Detaljert utredning med befaring, innmåling av hydrauliske konstruksjoner, elvebunnskartlegging, kalibrering eller tilpassing av modell. Flomberegning utført iht. NVEs veiledere (kap. 7).</p> <p><i>Aktuelt for plan- og byggesaker med store berørte verdier, eller der det ønskes lavest mulig usikkerhet på flomsonen.</i></p>		
<b>7. Leveranse</b>			
<p><i>Digital leveranse (GIS-leveranse) er hovedsakelig aktuelt for offentlige oppdragsgivere i forbindelse med større reguleringsplaner og andre oppdrag der det er nødvendig å presentere flomfaresoner med flere ulike gjentaksintervall. NVE anbefaler at leveransen meldes inn til NVEs innmeldingsløsning.</i></p>			
<b>Ønskes det en digital GIS-leveranse?</b>			
<input type="checkbox"/>	Ja, GIS-leveransen og rapport skal meldes inn til NVE.		
<input type="checkbox"/>	Nei		
<b>8. Eventuell annen beskrivelse av forutsetninger/metodikk</b>			

«Her kan en legge inn beskrivelse av for eksempel ønsket modellverktøy, metodikk (1D/2D, se kap. 8.1), eller andre forutsetninger som skal ligge til grunn»

**Oppdragsgiver ønsker tilbud på dette oppdraget utført i henhold til NVEs veileder *Utredning av flomfare*.**

**Oppdragsgiver legger til grunn at utførende foretak innehar nødvendig kompetanse for å påta seg dette oppdraget, iht. beskrivelse i *Utredning av flomfare*. Egenerklæringsskjema må legges ved tilbudet.**

**Utførende foretak må selv vurdere om det er andre momenter i oppdraget som kan være aktuelt å kartlegge i forbindelse med fareutredningen, og må opplyse oppdragsgiver om dette i forbindelse med tilbudet.**

HØRINGSUTGAVE