

---

RAPPORT

# DSHP-metoden for detaljert konsekvensvurdering av dambrudd

---

KUNDE

Energi Norge AS

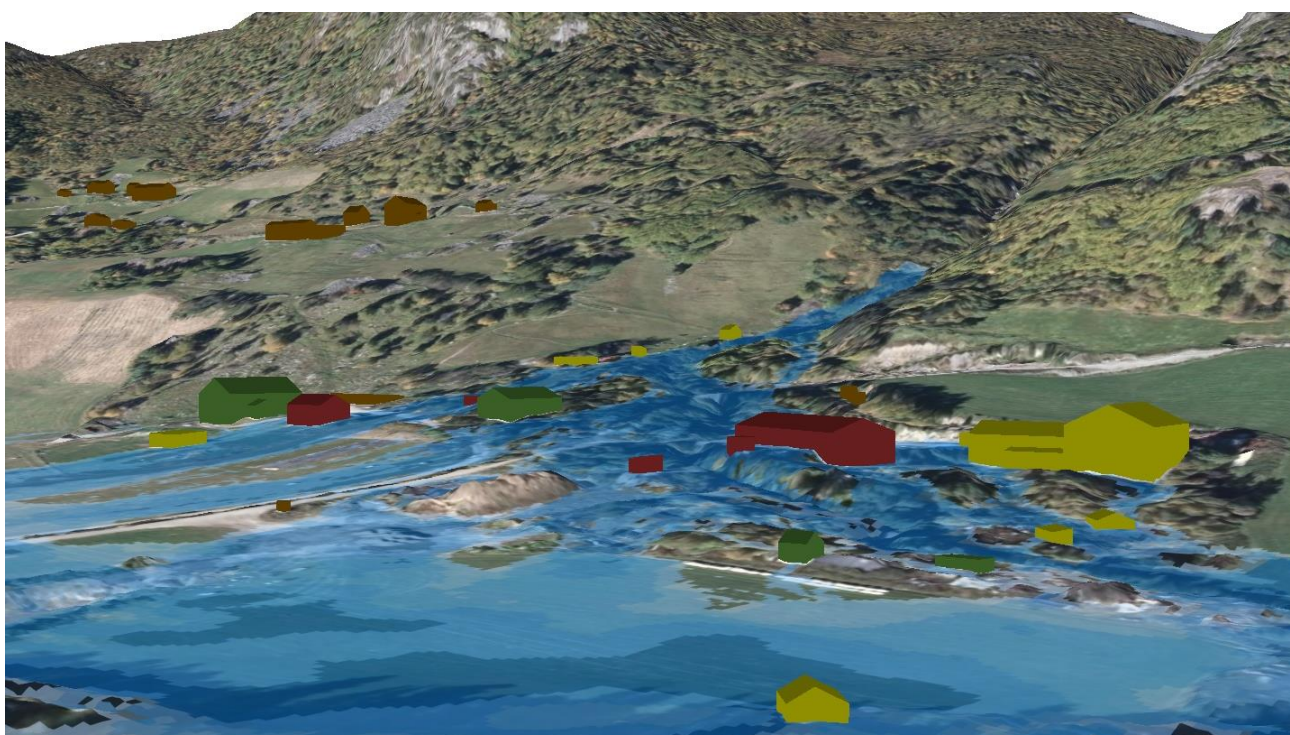
EMNE

Klassifisering av vassdragsanlegg

DATO: / REVISJON: 02. mars 2020 / 01

DOKUMENTKODE: 418326-RIVass-RAP-002

---



Multiconsult

This report has been prepared by Multiconsult on behalf of Multiconsult or its client. The client's rights to the report are regulated in the relevant assignment agreement. If the client provides access to the report to third parties in accordance with the assignment agreement, the third parties do not have other or more extensive rights than the rights derived from the client's rights. Any use of the report (or any part thereof) for other purposes, in other ways or by other persons or entities than those agreed or approved in writing by Multiconsult is prohibited, and Multiconsult accepts no liability for any such use. Parts of the report are protected by intellectual property rights and/or proprietary rights. Copying, distributing, amending, processing or other use of the report is not permitted without the prior written consent from Multiconsult or other holder of such rights.

## RAPPORT - DSHP-metoden for detaljert konsekvensvurdering av dambrudd

OPPDRAAG	<b>Damsikkerhet i helhetlig perspektiv – forbedret underlag ved klassifisering av dammer</b>	DOKUMENTKODE	418326-RIVass-RAP-002
EMNE	Klassifisering av vassdragsanlegg	TILGJENGELIGHET	Åpen
KUNDE	<b>Energi Norge AS</b>	OPPDRAAGSLEDER	Øyvind Pedersen
KONTAKTPERSON	Einar Kobro	FORFATTERE	Christian Almestad Øyvind Pedersen Geir Helge Kiplesund
		ANSVARLIG ENHET	10105070 Hydrologi Oslo

### SAMMENDRAG

Dette dokumentet er en delrapport i FoU-prosjektet Damsikkerhet i helhetlig perspektiv (DSHP), delprosjekt *forbedret underlag ved klassifisering av dammer*. Rapporten beskriver DSHP-metoden for detaljert vurdering av konsekvenser ved dambrudd som ble utviklet som en del av prosjektet. Gjennom bruk av gode grunnlagsdata, dambruddsbølgeberegninger med 2-dimensjonal hydrodynamisk modellering og GIS-verktøy, gir metoden et forbedret grunnlag for å vurdere konsekvensklasser iht. damsikkerhetsforskriften. Bygninger og midlertidige oppholdssteder kategoriseres i forskjellige tilstandskategorier for å differensiere mellom grad av berøring før og etter dambrudd. Metoden skal ikke erstatte bruk av skjønn i forbindelse med klassifisering, men kan brukes som et verktøy til hjelp for en riktigere vurdering av skadeomfanget ved dambrudd, der det er tvil om klassen.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	02.03.20	Endelig rapport	Christian Almestad/Øyvind Pedersen	Geir Helge Kiplesund	Øyvind Pedersen
00	12.12.19	Første utkast	Christian Almestad/Øyvind Pedersen	Geir Helge Kiplesund	Øyvind Pedersen

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Om klassifiseringsprosessen</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>DSHP-metode for detaljert vurdering av konsekvenser ved dambrudd</b>	<b>3</b>
3.1	Bakgrunn	3
3.2	Metodebeskrivelse	4
3.3	Forutsetninger	4
3.3.1	Terrengmodell	5
3.3.2	Kartgrunnlag	5
3.3.3	Terrengforhold	5
3.3.4	Hydrodynamisk modellering	5
3.3.5	Følgeskader	6
3.3.6	Øvrig datagrunnlag	6
3.4	Tilstandskategorier for bygninger	6
3.4.1	Midlertidige oppholdssteder	8
3.5	Steg 1: Modellere dambrudd	8
3.5.1	Viktige momenter ved DBBB	8
3.5.2	Begrensinger ved DBBB	9
3.5.3	Nødvendig eksport av resultater	10
3.6	Steg 2: Identifisere hva som er berørt	10
3.7	Steg 3: Beregne antall boenheter	11
3.7.1	Inndata	11
3.7.2	Tilstandskategorisering av bygninger og midlertidige oppholdssteder	11
3.7.3	Stigehastighet	13
3.7.4	Beregning av boenheter basert på tilstandskategorier	14
3.8	Steg 4: Vurdere øvrige konsekvenser	14
3.9	Presentasjon av resultater	15
<b>4</b>	<b>Referanser</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>19</b>

## 1 Innledning

Dette dokumentet er en delrapport i FoU-prosjektet *Damsikkerhet i et helhetlig perspektiv (DSHP)*, delprosjekt *forbedret underlag ved klassifisering av dammer*.

Rapporten beskriver en ny metode for detaljert vurdering av konsekvenser av dambrudd, heretter referert til som DSHP-metoden. Rapporten inkluderer en beskrivelse av prosessen for klassifisering av dammer og hvor DSHP-metodikken er tenkt brukt. Bakgrunn for prosjektet, bruksområder, forutsetninger og begrensninger ved metoden gjennomgås, og implementering av metoden forklares steg for steg.

DSHP-metoden har til hensikt å være et verktøy til hjelp for en riktigere vurdering av skadeomfanget ved et potensielt dambrudd, uten at det medfører mye ekstra arbeid sammenlignet med eksisterende praksis. Med DSHP-metoden ønsker vi å skape et felles rammeverk for dameiere, konsulenter og NVE i tilfeller der det er tvil om riktig klassifisering. Selv om metoden i utgangspunktet er utviklet for klassifisering av dammer, er det også mulig å anvende den til andre formål som f.eks. til hjelp ved beredskapsplanlegging eller til å estimere økonomiske konsekvenser av et dambrudd.

Metoden er utviklet med tanke på at den skal kunne benyttes innenfor dagens lovverk og forskrifter. Det er ikke meningen at metoden skal erstatte dagens praksis for alle klassifiseringstilfeller, men heller være et supplerende hjelpemiddel i de tilfellene der det er tvil om klassifiseringen og der det er nødvendig med et mer detaljert grunnlag. Mer utfyllende informasjon om utviklingen av metoden kan finnes i sluttrapporten for DSHP-prosjektet [1].

## 2 Om klassifiseringsprosessen

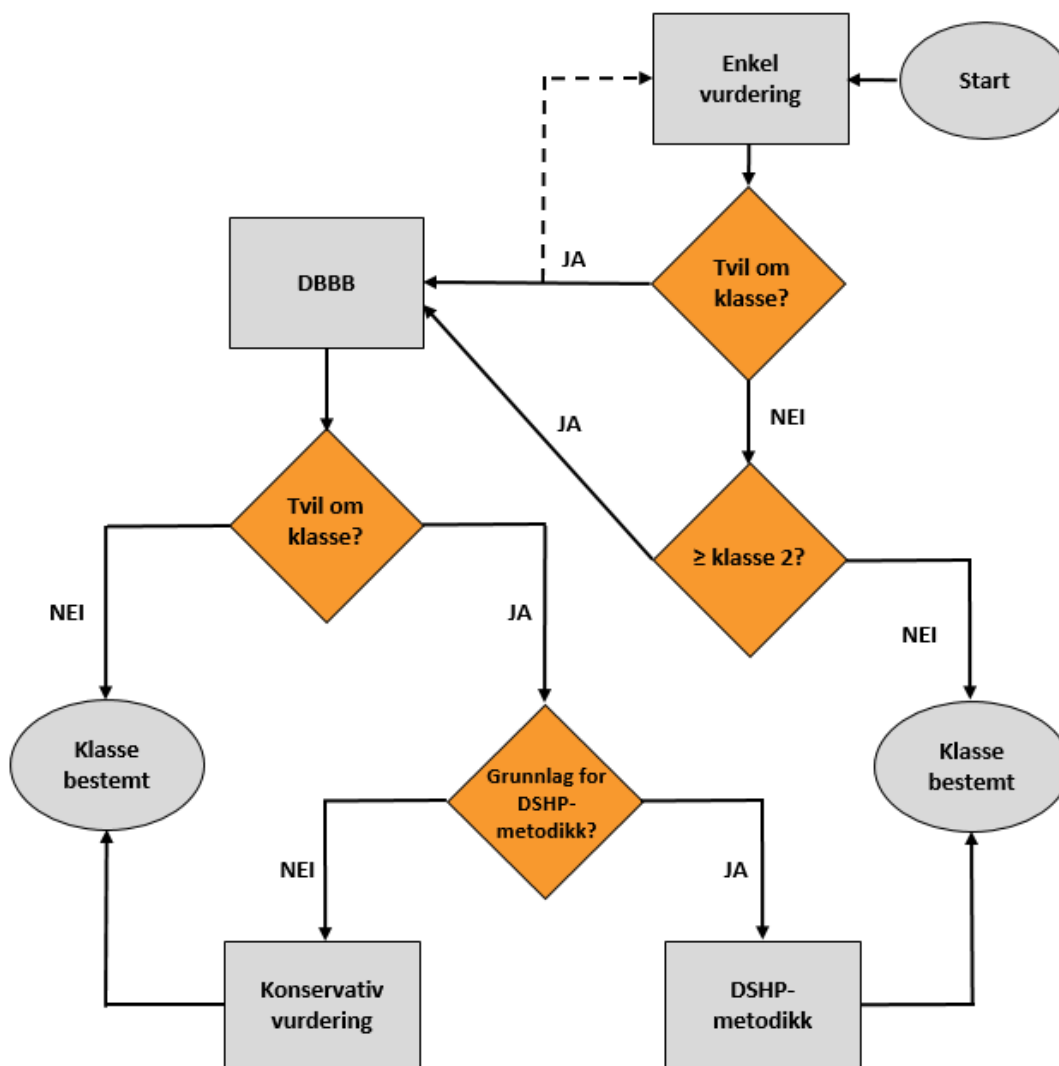
Før DSHP-metoden brukes til klassifisering, bør det vurderes om det er nødvendig å bruke metoden, eller om det er mer hensiktsmessig å bruke enklere metoder. For å kunne foreta den vurderingen må man ha forståelse av damsikkerhetsforskriften, oversikt over klassifiseringsprosessen og kjennskap til relevante veiledere.

Sentralt regelverk og veiledere i forbindelse med klassifisering av damanlegg i Norge, som refereres til i denne rapporten er:

- Lov om vassdrag og grunnvann [2], heretter omtalt som vannressursloven
- Forskrift av 18.12.2009 om sikkerhet ved vassdragsanlegg [3], heretter omtalt som damsikkerhetsforskriften
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sin Veileder for klassifisering av vassdragsanlegg [4], heretter omtalt som klassifiseringsveilederen
- NVE sine Retningslinjer for dambruddsbølgeberegninger [5], heretter omtalt som retningslinjer for DBBB

I følge damsikkerhetsforskriften skal alle vassdragsanlegg klassifiseres i en av fem konsekvensklasser, hvorav anlegg hvor brudd, svikt eller feilfunksjon kan medføre fare for skade på mennesker, miljø eller eiendom skal klassifiseres i konsekvensklasse 1 – 4. Anlegg med ubetydelige konsekvenser settes i klasse 0. Det stilles i damsikkerhetsforskriften forskjellige konstruksjons- og driftsmessige krav til anlegg som avhenger konsekvensklassen. Det er kun konsekvensene som bestemmer klassen, og ikke sannsynligheten for konsekvenser [4]. Den ansvarlige for anlegget, f.eks. dameieren, skal fremme begrunnet forslag til konsekvensklasse til NVE. NVE fatter vedtak om konsekvensklassen som kan påklages til olje- og energidepartementet. Forslag om konsekvensklassen skal medfølge ved søknad

om konsesjon og det skal foretas ny vurdering av konsekvensklassen dersom det er forhold på eller ved anlegget som forventes å ha betydning for konsekvensene. Videre skal det også gjøres en ny vurdering etter utførte DBBB, tekniske planer, flomberegninger, hovedtilsyn og revurderinger.



Figur 2-1: Flytskjema til hjelp ved valg av metode for klassifisering

Figur 2-1 viser et flytskjema over hvilke vurderinger som kan gjøres ved klassifisering av damanlegg, og hvor DSHP-metoden passer inn i dette. Enkle vurderinger av klassen innebærer typisk overslagsberegninger av bruddvannføring fra dammen, og kan involvere alt fra enkle betraktninger ut ifra kart og foto, håndberegninger og beregninger av kapasiteten til elveløp og kritiske punkt. I praksis brukes resultatene fra DBBB ofte til klassifisering av damanlegg i konsekvensklasse 2 eller høyere. For slike anlegg stiller damsikkerhetsforskriftens §7-3 krav til å utføre DBBB i beredskapssammenheng. Dette innebærer at klassen til dammer som er skjønnsmessig plassert i en klasse  $\geq 2$  etter en enkel vurdering, kan endre klasse etter utførte DBBB. NVE kan også stille krav om å utføre DBBB eller andre relevante beregninger hvis det er tvil om klassen. I motsetning til vurdering av konsekvensklasse stilles det i damsikkerhetsforskriften kvalifikasjonskrav til utførende av DBBB.

Som det fremkommer av flytskjemaet i Figur 2-1 anbefales det å benytte DSHP-metoden i de tilfellene der det er tvil om konsekvensklasse etter at DBBB er utført, og der grunnlaget er tilstrekkelig for at metoden vil kunne gi rimelige resultater. Nødvendige minstekrav til grunnlaget for at DSHP-metoden kan brukes er forklart i kapittel 3.3. Det er selvfølgelig mulig å benytte metoden for alle tilfeller der grunnlaget er tilstrekkelig, men hvis det ikke hersker tvil om konsekvensklassen etter man har utført enklere vurderinger vil det medføre unødvendig ekstraarbeid.

### 3 DSHP-metode for detaljert vurdering av konsekvenser ved dambrudd

#### 3.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for utvikling av DSHP-metoden er at gjeldende praksis noen ganger fører til resultater som ikke stemmer overens med det som oppfattes som de reelle konsekvensene ved brudd. Dette henger sammen med forenklinger som vanligvis gjøres i forbindelse med klassifisering med DBBB. Sentralt her er at NVE legger til grunn at boenheter normalt telles med dersom vann når frem til grunnmuren til en bygning. Bakgrunnen for denne tilnærmingen er, ifølge klassifiseringsveilederen, at beregningsmetodikken som brukes ofte er heftet med ganske stor usikkerhet. Denne forenklingen fører likevel noen ganger til u hensiktsmessige resultater fordi:

- Det gjøres ikke forskjell på omfanget av konsekvenser, en bygning som opplever en liten vannstand og stillestående vann likestilles med en bygning som opplever konstruksjonssvikt. Det er åpenbart mye større fare for liv og helse der det er store hastigheter og vanndybder.
- Det gjøres ikke forskjell på størrelsen på bygninger, og bestandigheten mot konstruksjonssvikt.
- Det tas ikke hensyn til ankomsttid og stigehastighet til bruddbølgen.
- Det gjøres ingen forskjell med tanke på tid til varsling og mulighet til evakuering.
- Konsekvenser som skyldes dimensjonerende flom kan trekkes fra ved opptelling av boenheter. Siden det ikke gjøres forskjell på i hvilken grad bygninger er berørt kan dette i praksis føre til at bygninger som er lite berørt ved dimensjonerende flom, men opplever store hastigheter og dybder ved brudd, ikke teller ved klassifisering. (Merk at konsekvenser ved middelflom vanligvis ikke skal trekkes fra, siden middelflom opptrer så ofte at bygninger normalt ikke skal bli berørt).

Forenklingene i dagens praksis kan dermed føre til både under- og overestimering av konsekvenser ved dambrudd, og resultere i u hensiktsmessig klassifisering av dammer. Klassifiseringsveilederen åpner derfor også for at NVE kan godta en mindre konservativ vurdering der det er spesielt godt kartgrunnlag, beregningsmodellen er god (2D-modell), og stedlige forhold tilsier det. Spesielt er følgende nevnt i veilederen:

- *«Der vannstandsstigningene og vannhastighetene beregningsmessig blir beskjedne, f.eks. ved oppstuvning og utflyting av vann over et større område, kan omfanget av konsekvenser vurderes å bli mindre omfattende enn om beregningene viser store og raske vannstandsstigninger og store vannhastigheter. Det samme kan gjelde industribygninger/områder der det arbeider kun mennesker som har lett for å evakuere dersom området utsettes for vann med lav hastighet og liten vanndybde»*

- «NVE vil også kunne akseptere at det legges en mindre konservativ vurdering til grunn ved angivelse av antall boenheter der en bruddvannføring bare vil berøre den nederste delen av en eller flere boligblokker med mange leiligheter, og der blokken(e) er solid fundamentert. Her behøver bare leiligheter som fysisk blir berørt telles med. Samme betraktning kan legges til grunn for andre fleretasjes bygninger der mennesker oppholder seg, f.eks. hotell.»

Denne typen skjønsmessige vurderinger har også vært gjeldende praksis i forbindelse med klassifisering, men bruken og vurderingene er til dels sporadiske, og avhengig av enkeltkonsulent, dameier, og forvalter på saken. DSHP-metoden er ment som et verktøy som spesielt kan brukes til hjelp for å vurdere tvilstilfeller ved klassifisering når grunnlaget er godt. Metoden angir terskelverdier for når bygninger bør regnes som berørt og ikke, og kan ses på som en konkretisering av gjeldende praksis. Hensikten med verktøyet er å få til en mer enhetlig bruk av klassifiseringsregelverket og riktigere klassifisering i tvilstilfeller. DSHP-metodikken skal ikke erstatte skjønsmessige vurderinger, men kan brukes som et verktøy for en riktigere vurdering.

Det er viktig å få frem at formålet med å beregne antall boenheter er å anslå faren for liv og helse for mennesker som oppholder seg i områder som kan bli berørt av dambruddet. Det vil si at boenheter også er et overslag over mennesker som oppholder seg rundt berørte bygninger, og ikke nødvendigvis inne i bygningene. Likevel er det slik at faren for liv og helse totalt vil være større dersom det er store hastigheter og dybder, og videre dersom det er fare for konstruksjonssvikt.

### 3.2 Metodebeskrivelse

Metoden baseres på data fra litteraturen og retningslinjer og praksis fra utvalgte andre land, spesielt USA, Canada og Australia, i tillegg til gjeldende regelverk og praksis for klassifisering i Norge. Grunnlaget for metoden er nærmere beskrevet i sluttrapporten [1].

Det er lagt vekt på at den skal være enkel å benytte og at den skal kunne utnytte eksisterende teknologi og informasjon. Spesielt har det vært en betydelig utvikling i bruk av 2-dimensjonal beregningsprogramvare og geografiske informasjonssystemer, sammen med forbedringer i tilgjengelige terreng- og kartdata, som kan utnyttes ved klassifisering.



Figur 3-1: Steg-for-steg beskrivelse av klassifisering etter DSHP-metoden

Metoden innebærer fire kronologiske steg som vist i figuren over. Hovedprinsippet i metoden er å sammenligne de hydrauliske forholdene i vassdraget før og under dambruddet, og vurdere i hvilken grad bygninger, infrastruktur og andre verdier berøres. Det gis anbefalinger til terskelverdier for vanndybde, vannhastighet og stighastighet for å kategorisere tilstanden før og etter brudd. Metoden legger spesielt vekt på beregning av boenheter, men resultatkartene som lages kan også brukes til hjelp ved vurdering av andre kriterier for bestemmelse av klasse.

I de følgende delkapitlene forklares forutsetninger for metoden, tilstandskategorisering av bygninger og hvordan metoden konkret anvendes steg for steg.

### 3.3 Forutsetninger

De samme tekniske forutsetningene som er lagt til grunn i klassifiseringsveilederen og retningslinjer for DBBB brukes som grunnlag for metodikken. Dette innebærer en konservativ tilnærming der man



ikke tar hensyn til sannsynligheten for brudd, men kun konsekvensene av bruddbølgen i områdene nedstrøms dammen. Det stilles likevel strengere krav til datagrunnlag og modell ved bruk av DSHP-metoden sammenliknet med standard DBBB. Det vil blant annet si at DBBB må være utført med godt grunnlag og med riktig modell. Krav til grunnlaget er beskrevet under.

### **3.3.1 Terrengmodell**

Terrengmodellen må være basert på laserdata med kvalitet tilsvarende det som brukes i nasjonal detaljert høydemodell (NDH). Laserdataene må ha en oppløsning på minimum 2 pkt. per m<sup>2</sup>. Laserdata skal suppleres med batymetriske oppmålinger og tverrprofiler, dersom det forventes at geometrien under vann har vesentlig betydning for beregningen. Terrengmodellen skal i utgangspunktet suppleres med data for bygninger. Dette kan gjøres enten ved å blokkere ut grunnflaten til bygg, legge inn høyden på tak, eller ved å legge inn en så høy ruhet i modellen at det i praksis ikke blir gjennomstrømning over grunnflaten. Det må legges spesiell vekt på at viktige kritiske snitt er inkludert og områder med bebyggelse er godt beskrevet. Dette inkluderer at terrengdata må kvalitetssikres og modifiseres med tanke på å representere faktiske hydrauliske forhold. Eksempelvis kan terrengmodeller fra laserdata inneholde feil der vegetasjon, bruer, bygninger o.a. obstruerer laseren. Det må vurderes om det er behov for supplerende oppmålinger.

### **3.3.2 Kartgrunnlag**

Digitale kartdata som brukes i analysen må ha tilsvarende detaljering som felles kartdatabase (FKB) A- eller B-standard. Metoden forutsetter tilgang til data i Matrikkelen.

### **3.3.3 Terrengforhold**

Usikkerhetene i resultatene fra 2-dimensjonale hydrauliske modeller øker med vassdragets bratthet. Hvis bygningene og infrastrukturen som skal vurderes ligger i et bratt vassdrag vil metoden få redusert verdi grunnet betydelige usikkerheter i beregnede vannstander og hastigheter. Metoden bør derfor ikke benyttes der bebyggelsen ligger langs bratte vassdrag. Grensen for hva som er for bratt til å utføre beregningen avhenger av en rekke forhold, og må vurderes av fagansvarlig hydrauliker i hvert enkelt tilfelle.

### **3.3.4 Hydrodynamisk modellering**

Metoden er avhengig av og bygger på resultater fra DBBB. Der det er bebyggelse, infrastruktur eller annet som skal vurderes med metoden, skal bruddbølgen simuleres i en 2-dimensjonal hydrodynamisk modell. Bruddbølgen kan simuleres 1-dimensjonalt i områder uten bebyggelse. Både for 1- og 2-dimensjonale modeller må det gjøres en dynamisk (ikke stasjonær) beregning. Det stilles strengere krav til programvare og modelleringspraksis ved bruk av DSHP-metoden sammenliknet med retningslinjer for DBBB. Følgende krav skal være oppfylt for DBBB for å bruke metoden:

- Programvaren som brukes skal være bredt anerkjent simuleringsprogramvare på hydrodynamiske simuleringer.
- Modellen skal kunne løse en full formulering av St.Venants likninger (gruntvannslikningene) i 2 dimensjoner. Forenklinger som diffusiv-bølge er normalt ikke tilstrekkelig.
- Modellen skal ha et robust numerisk oppsett som kan håndtere abrupte overganger mellom over- og underkritisk strømning.

- Valg av grensebetingelser, tidssteg, beregningsnoder (mesh) og numeriske parametere skal dokumenteres og valgene skal begrunnes.
- Valg av ruhetsparameter skal dokumenteres og begrunnes.
- Det skal dokumenteres at modelloppsettet gir rimelige resultater.
- Usikkerheten i modellresultatene skal vurderes og tas hensyn til når resultatene brukes til klassifisering. En konservativ vurdering bør legges til grunn.
- Modellen skal kontrolleres av NVE godkjent fagansvarlig i fagområde V – hydraulikk og flomavledning.

### 3.3.5 Følgeskader

Områder med fare for følgeskader på grunn av blant annet erosjon, massetransport eller sedimentering må markeres med faresoner som kan brukes i GIS-analysen i DSHP metoden. Vurdering av faresoner for følgeskader skal gjøres i forbindelse med DBBB.

### 3.3.6 Øvrig datagrunnlag

For øvrig grunnlag, f.eks. konstruksjoner i vassdraget, damtegninger etc. kan det forutsettes samme krav til grunnlag som i retningslinjer for DBBB.

## 3.4 Tilstandskategorier for bygninger

I DSHP-metoden introduseres det tre tilstandskategorier som beskriver i hvilken grad bygninger, og personer som oppholder seg i og rundt bygninger, berøres av de lokale strømningsforholdene (Figur 3-2). Formålet med tilstandskategoriene er primært å beregne boenheter med tanke på klassifisering. Sekundært kan tilstandskategoriene også gi et overblikk over hvor konsekvensene ved brudd blir størst, og hvor evakuering er mulig. Dette tenkes å kunne ha formål i beredskapssammenheng. Terskelverdiene for kategoriene er satt ut fra internasjonal vitenskapelig litteratur og praksis. Grunnlaget for kategoriene inkluderer bl.a. fysiske forsøk på stabilitet for mennesker og bygninger strømmende vann [6], terskelverdier for skade på bygninger ([7], [8], [9]), empiriske data for dødsfall ved dambrudd [10], samt veiledere og metodikk fra andre land (f.eks. [11], [12] i tillegg til tidligere nevnte kilder). For en detaljert diskusjon av terskelverdiene og en gjennomgang av hele grunnlaget vises det til sluttrapporten [1]. Terskelverdiene som brukes er vanndybde og vanndybde ganger vannhastighet, heretter kalt DV-tall.

Det bemerkes her at faren for tap av menneskeliv i praksis alltid vil være til stede ved et dambrudd, og likeså i flomsituasjonen før dambruddet. Dette gjelder uansett størrelse på dambruddsbølgen, og om bruddbølgen når bygninger eller ikke. Tilstandskategoriene forsøker å skille mellom situasjoner hvor faren for liv kan anses som svært liten, der det må ekstraordinære omstendigheter til for å føre til tap av liv, og en situasjon hvor faren for liv anses som høy og reell. Denne distinksjonen er viktig med tanke på riktigst mulig klassifisering.



### Kategori C

Bygninger står ovenfor store skader eller fare for konstruksjonssvikt. Alle bygninger innenfor faresoner for følgeskader havner i denne kategorien. Stor fare for tap av liv for personer som oppholder seg i og rundt bygninger. Anbefalte terskelverdier for konstruksjonssvikt er gitt i tabell 3.1.

### Kategori B

Bygninger der det ikke er fare for konstruksjonssvikt, men der dybden eller DV-tall overstiger grensen for kategori A. Personer som oppholder seg i høyere etasjer i bygget kan evakueres trygt. Moderat fare for tap av liv for personer i lavere etasjer eller utenfor bygg.

### Kategori A

Svært liten fare for tap av liv. I praksis stillestående vann med en dybde på maksimalt 30 cm. Praktisk grense for områder der vannstandsstigninger og vannhastigheter kan anses å være beregningsmessig beskjedne iht. klassifiseringsveilederen.

Figur 3-2: Tilstandskategorier og terskelverdier

Tabell 3-1: Anbefalte terskelverdier for fare for konstruksjonssvikt

Bygningskategori	Dybde (D)	DV-tall (DV)
Bygning med 1 etasje	1,5 m	3,0 m <sup>2</sup> /s
Bygning med flere etasjer	3,0 m	3,0 m <sup>2</sup> /s
Større bygninger med bærende konstruksjon i stål eller betong	-	10,0 m <sup>2</sup> /s

For bygninger plassert i kategori A er vanddybden og DV-tallet så lavt at faren for tap av liv i kan anses som svært liten. Kategorien innebærer i praksis tilnærmet stillestående vann med maksimal dybde 30 cm. Kategorien vil vanligvis oppfylle formuleringen: «steder der vannstandsstigninger og vannhastigheter beregningsmessig blir beskjedne. f.eks. ved oppstuvning og utflyting av vann over et større område.» i klassifiseringsveilederen. Terskelverdier på 30 – 50 cm vannstand går igjen i internasjonale retningslinjer som nedre grense for hva som regnes som berørt. Bemerk at bygninger i kategori A uansett kan føre til materielle skader, som må vurderes i forhold til kriteriet «skader på miljø og eiendom» iht. damsikkerhetsforskriften.

Kategori B inneholder bygninger der vannstand og DV-tall vurdert opp mot grunnforhold, fundamentering og byggets bærende konstruksjon tilsier at det ikke er fare for konstruksjonssvikt. Personer som oppholder seg i bygningen antas å kunne søke tilflukt i høyere etasjer og evakueres. De fleste boliger i Norge kan antas å være 1 eller 2 etasjes trehus, og terskelverdiene for bygninger med

1 eller flere etasjer i Tabell 3-1 er derfor basert på tall for trehus. Matrikkelen inneholder data om hvor mange etasjer bygningene har, slik at bygningene kan kategoriseres automatisk.

I tillegg til trehus skal større bygninger med flere etasjer, f.eks. hoteller, industribygg og større leilighetsbygg vurderes særskilt, da det kan være aktuelt å bruke andre terskelverdier for svikt. Vedlegg 1 viser en oversikt over hvilke bygninger ut ifra bygningstypekode som kan vurderes særskilt for kategori B.

Kategori C inneholder bygninger som ikke hører hjemme i kategori A eller B, altså bygninger med fare for konstruksjonssvikt. Det vurderes å være stor fare for tap av liv for personer som oppholder seg i eller rundt bygninger i kategori C.

#### 3.4.1 Midlertidige oppholdssteder

Steder for midlertidig opphold som idrettsarenaer, festivalområder o.l. skal iht. dampsikkerhetsforskriften omregnes til boenheter basert på estimert antall persondøgnopphold, og regnes med i forbindelse med klassifisering. Tilstandskategori A og C kan benyttes for midlertidige oppholdssteder, mens tilstandskategori B ikke er relevant.

*Alle utendørs områder for midlertidig opphold der vanndybde og DV-tall er høyere enn terskelverdiene for kategori A plasseres i kategori C.*

### 3.5 Steg 1: Modellere dambrudd

DBBB skal utføres i tråd med krav og anbefalinger i NVEs retningslinjer, og tilleggskrav gitt i kapittel 3.3.4. De samme bruddsituasjonene som i retningslinjene, normalsituasjon (middelflom,  $Q_m$ ) og ugunstig situasjon (dimensjonerende flom,  $Q_{dim}$ ), skal simuleres i et hydraulisk modelleringsprogram. Det kan også være nødvendige å vurdere andre realistiske situasjoner som fører til mindre gunstige bruddforhold. Slike vurderinger må utføres sammen med dameier som har best kjennskap til eget reguleringsanlegg og vassdrag.

#### 3.5.1 Viktige momenter ved DBBB

For å oppnå best mulige resultater må det legges vekt på god faglig praksis ved utvikling av modellen. Under følger viktige momenter som må vurderes nøye og hensyntas.

- **Datagrunnlag.** Utover kartdataene bør det også legges vekt på kvaliteten av det øvrige grunnlaget som tegninger og/eller oppmålinger av damanlegget og andre relevante konstruksjoner i vassdraget, hydrologiske data og data fra matrikkelen (bygningstyper, boenheter etc.). For matrikkeldata bør en være obs på datoen for uttrekk. Ved bruk av eldre matrikkeldata kan man i verste fall overse nye data som kan ha konsekvenser for vurderingen av damanleggets konsekvensklasse.
- **Befaring av vassdrag.** NVEs retningslinjer stiller krav til at den som utfører DBBB foretar en befaring av vassdraget. Befaringen er viktig for at den utførende skal bli kjent med og forstå vassdraget som skal modelleres best mulig. I noen tilfeller kan det være fordelaktig å utføre en innledende simulering av dambruddet før befaringen. Dette kan hjelpe med å identifisere områder som bør tillegges ekstra oppmerksomhet under befaringen, og videre forbedre utviklingen av den hydrauliske modellen og vurderingen av de endelige resultatene.
- **Bruddforløp.** Retningslinjer for DBBB forklarer og stiller krav til hvordan bruddmekanisme, bruddets størrelse og forløp skal beregnes for ulike typer dammer. Bruddforløpet har betydning for bruddhydrogrammet og feilberegning kan både føre til over- eller

underestimering av bruddbølgen og nedstrøms konsekvenser. En typisk utfordring ved beregning av bruddforløp er hvilken damhøyde som skal benyttes da forskjellige kilder kan oppgi ulike verdier. I noen tilfeller kan også tegninger ha forskjellige høydereferanser og en har kun oppgitt damhøyden på luftsiden av dammen.

- **Ruting gjennom magasin.** Trange tverrsnitt og terskler, samt lengden på magasinet kan ha stor påvirkning på bruddbølgens forløp og størrelse. Hvis en beregner bruddvannføringen ut av magasinet med hydrologisk ruting (level-pool) kan man i uheldige tilfeller overestimere bruddbølgen da man neglisjerer de hydrauliske effektene av magasinets form. Så langt det finnes data eller er mulig å måle opp anbefales det at bruddbølgen simuleres dynamisk ut av magasinet.
- **Trange tverrsnitt i vassdraget.** Tilsvarende som for ruting gjennom magasinet bør en legge vekt på å identifisere og inkludere trange tverrsnitt/innsnevninger i vassdraget i modellen. Dette gjelder spesielt innsnevninger med stort oppstrøms magasiningsvolum som kan føre til oppstuvning og reduksjon av vannføringen, vannstand og hastigheter videre nedstrøms i vassdraget. Skulle man overse viktige tverrsnitt i vassdraget kan man ende opp med å overestimere bruddbølgens størrelse, forplantning og konsekvenser i nedstrøms områder. På samme vis vil man også underestimere oversvømmelse oppstrøms de trange tverrsnittene.
- **Andre konstruksjoner** i vassdraget nedstrøms damanlegget som andre dammer, bruer, kulverter, terskler etc. kan ha stor betydning for vannføringer, vannstander og hastigheter. Ifølge retningslinjer for DBBB skal det fremskaffes passende tegnings- og kartgrunnlag for «andre konstruksjoner enn dammer (dvs. bruer, terskler, kulverter og liknende) som har betydning for strømmingen». Det må derfor legges vekt på å først identifisere og vurdere betydningen til konstruksjonene før en innhenter tegninger, kartdata og/eller oppmålinger.
- **Identifisere områder med fare for følgeskader.** Damsikkerhetsforskriften stiller krav til at fare for følgeskader vurderes. I tillegg stiller forskriften krav til at identifiserte fareområder skal markeres på dambruddskartene.

### 3.5.2 Begrensinger ved DBBB

Ved beregning og simulering i hydrodynamisk programvare for DBBB er det viktig å være klar over følgende begrensninger:

1. Det *forutsettes «rent vann»* i bruddbølgen, dvs. at det ikke tas hensyn til drivgods, sedimenter etc. som transporteres av bølgen gjennom vassdraget.
2. Det *verken vurderes eller tas hensyn til endringer i vassdragets geometri som følge av erosjon* forårsaket av påkjenningene fra bruddbølgen. Hvilke usikkerheter dette introduserer i resultatene mtp. bølgens forløp, dambruddssonens utbredelse og nedstrøms konsekvenser tas ikke hensyn til.
3. Det vurderes eller tas *ikke hensyn til usikkerhetene knyttet til dammers bruddmekanismer og dambruddets forløp*, og hvordan det påvirker bruddbølgen og nedstrøms konsekvenser.

Begrensningene nevnt ovenfor er kjente usikkerheter man generelt står ovenfor ved modellering av dambrudd. Det er imidlertid viktig å være klar over begrensningene til de hydrauliske modellene da begrensningene vil være kilder til usikkerheter i resultatene som igjen forplanter seg inn i DSHP-metoden.

### 3.5.3 Nødvendig eksport av resultater

Når DBBB-simuleringene er ferdigstilte og resultatene kontrollert av fagansvarlig, eksporteres resultatene som kart. Resultatkart må være på et format som kan importeres og konverteres til 2-dimensjonale rasterkart i GIS-programvare. Utover resultatene som er påkrevd i NVEs retningslinjer krever DSHP-metoden at minimum følgende resultatkart eksporteres i rasterformat:

1. *Maksimal vanndybde,  $D_{max}$  [m]*
2. *Maksimal vanndybde x vannhastighet,  $DV_{max}$  [ $m^2/s$ ]*

*Merk at maksimal DV ikke er det samme som maksimal vanndybde ( $D_{max}$ ) multiplisert med maksimal vannhastighet ( $V_{max}$ ) i løpet av hendelsen. En slik antagelse kan være en unødvendig konservativ forenkling siden maksimal vanndybde og hastighet i mange tilfeller ikke vil inntreffe på samme tidspunkt. Hvis programvaren som benyttes til å simulere dambruddet ikke har mulighet til å eksportere DV som et eget resultatkart kan man alternativt beregne dem ved å multiplisere tidsavhengige vanndybde- og hastighetsraster for hvert tidssteg og så hente ut maksimalverdier fra disse.*

Ulike programvarer har innebygde verktøy for postprosessering og mulighet for eksport av en rekke nyttige resultatkart utover vannstand, vanndybde og vannhastighet. Noen eksempler er ankomsttid for bølgefront og -topp, varighet for vanndybder over en angitt terskelverdi, skjærspenning m.m. Med GIS-programvare er det også mulighet for å kombinere og lage en rekke andre nye kart.

### 3.6 Steg 2: Identifisere hva som er berørt

Når resultatene fra DBBB er klare er neste steg å identifisere hva som er berørt og vurdere i hvilken grad dette er berørt. Damsikkerhetsforskriften angir tre kriterier som skal vurderes: 1. boenheter, 2. infrastruktur og samfunnsfunksjoner, 3. miljø og eiendom, som igjen kan deles inn i følgende underkategorier:

#### 1. Boenheter

- Bygninger (Bolighus og andre bygninger der personer oppholder seg over noe tid, f.eks. sykehus, kontor- og industribygg, og utdanningsbygg)
- Midlertidige oppholdssteder (andre steder der personer oppholder seg over noe tid, f.eks. campingplasser, festivalområder etc.)

#### 2. Infrastruktur og samfunnsfunksjoner

- Veier og jernbane
- Annen infrastruktur (f.eks. vann- og strømforsyning, telekommunikasjon)

#### 3. Miljø og eiendom

- Miljøverdier (f.eks. skader på naturverdier eller kulturminner)
- Fremmed eiendom (økonomisk tap hos tredjepart)

Det er viktig å gjøre en vurdering av alle kriteriene, for å unngå uteglemlelse av forhold som er viktig for klassifiseringen. Forutsetningen for at infrastruktur og samfunnsfunksjoner utløser plassering i konsekvensklasse 1-3 er betydningen for liv og helse. Ved vurdering av kulturminner, natur- og miljøverdier må det skilles mellom opprettelige og uopprettelige skader. DSHP-metoden fokuserer på kriteriet om boenheter, men resultatkartene med dybder og DV-tall kan også brukes som grunnlag for vurderinger av de andre to kriteriene.

### 3.7 Steg 3: Beregne antall boenheter

For å beregne berørte boenheter må alle bygninger og midlertidige oppholdssteder (heretter kalt oppholdssteder som samlebetegnelse) som ligger innenfor dambruddsonen vurderes. Konsekvensene vurderes ved å sammenlikne tilstanden til oppholdsstedene før og etter dambruddet. Tilstanden til hvert oppholdssted kategoriseres ut fra to hydrauliske parametere: vanndybde og DV-tall i tilstandskategorier som nærmere beskrevet i kapittel 3.4.

De samme reglene som er gitt i klassifiseringsveilederen brukes for å beregne boenheter, men tilstandskategoriene bestemmer hvilke boenheter som skal telles.

#### 3.7.1 Inndata

Tabell 3-2 viser minstekravene til inngangsdata for å kunne benytte DSHP-metoden til å beregne boenheter. I tillegg til minstekravene er det fullt mulig å supplere med ytterligere resultater fra hydraulisk modell og data fra ulike karttjenester, som kan være nyttig støtte i vurderingen av konsekvensene.

Tabell 3-2: Inndata til beregning av berørte boenheter med DSHP-metoden

<b>Bygninger</b>	Fra matrikkelen: - Bygningsnr. / BygningsID - Byggtypekode - Antall etasjer og kjellere - Antall boenheter  Fra FKB-data: - Shapetema for bygningsavtrykket  Antall personer og oppholdstid per person for bygninger med personopphold unntatt boliger, f.eks. hoteller, skoler og arbeidsplasser
<b>Steder med midlertidig personopphold</b>	Antall personer og oppholdstid per person for andre steder med midlertidig personopphold, f.eks. campingplasser eller steder som besøkes jevnlig av f.eks. badende eller sportsfiskere.  Shapetema som avgrensar områder med personopphold
<b>Fra hydraulisk modell</b>	2-dimensjonale resultatkart for DV-tall og vanndybder som beskrevet i avsnitt 3.5.2.  Ankomsttid for bølgetopp og stigehastighet for representative punkter langs strekningen
<b>Faresoner</b>	Shapetema som avgrensar faresoner for følgeskader

For bygninger som ikke inneholder boliger, men der mange personer oppholder seg deler av døgnet må det innhentes informasjon om antall ansatte og besøkende for å kunne estimere persondøgnopphold. Dette kan f.eks. være forretnings- og industribygg, undervisningsbygg og sykehus. Det samme gjelder for utendørs områder der personer oppholder seg midlertidig deler av året. Se ellers klassifiseringsveilederen for en forklaring av hvordan boenheter skal beregnes for berørte bygninger og steder med midlertidig personopphold.

#### 3.7.2 Tilstandskategorisering av bygninger og midlertidige oppholdssteder

For å plassere bygninger, og steder med midlertidig personopphold, i tilstandskategoriene må vanndybden og DV-tallet beregnes for hvert enkelt objekt og eksporteres til en tabell. Beregning av

verdier for hvert enkelt objekt kan utføres med verktøy for romlige analyser i GIS-programvare og resultatkartene for maksimal DV og maksimal vanndybde (se avsnitt 3.5.2).

For hvert enkelt oppholdssted beregnes vanndybde og DV-tall ut fra celleverdiene i resultatkartene innenfor fotavtrykket og i nærheten av oppholdsstedet. I de fleste tilfeller vil det i den hydrauliske modellen benyttes en terrengmodell som inkluderer bygninger, slik at vannet strømmer rundt bygningene og ikke innenfor fotavtrykket. Vanndybde og DV-tall må da beregnes ut fra cellene som ligger inntil fotavtrykket til bygget. Uavhengig av om terrengmodellen inkluderer bygninger eller ikke skal det benyttes en *bufferzone* rundt fotavtrykket til bygninger.

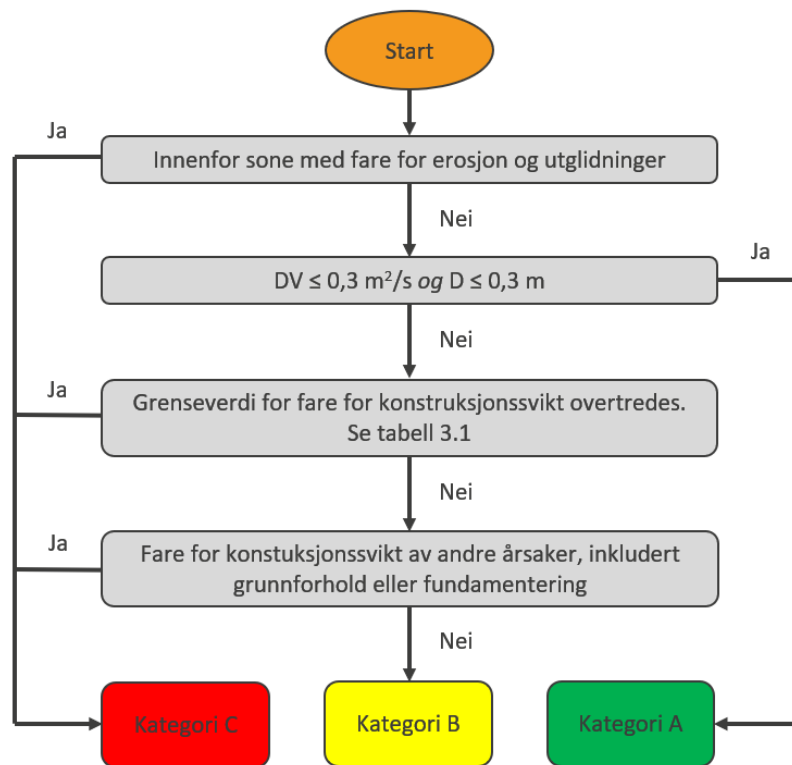
*Bufferzonen skal være minimum 1 meter og alltid større enn cellestørrelsen inntil bygninger.*

Innenfor eller inntil fotavtrykket til et oppholdssted vil det være flere celler som vil ha ulike verdier for vanndybde og DV-tall. Man kan argumentere for å bruke gjennomsnitt, maksimalverdier eller også f.eks. en persentil som representativ verdi. Dersom man bruker gjennomsnitt kan det imidlertid føre til inkonsistente resultater. Eksempelvis kan dybden eller DV-tallet bli lavere etter dambruddet sammenliknet med initialsituasjonen fordi det kan være flere våte celler etter dambruddet, som fører til at antallet celler det tas gjennomsnitt av øker. Maksimalverdier fremstår etter en vurdering av alternativene som den enkleste og mest robuste løsningen. Man bør imidlertid forsikre seg om at det ikke forekommer numeriske feil, som f.eks. kan føre til urealistisk høye hastigheter i resultatene.

*Verdi for vanndybde og DV-tall for hvert enkelt oppholdssted skal settes lik maksimal celleverdi innenfor fotavtrykket tillagt bufferzonen.*

Basert på de beregnede DV-tallene og dybdene for hvert enkelt bygg og midlertidige oppholdssteder plasseres oppholdsstedet i tilstandskategorier jf. kapittel 3.4. Figur 3-3 viser hvordan bygninger kan kategoriseres ved bruk av logikk. De fleste av operasjonene som er vist i flytskjemaet kan implementeres automatisk i GIS-programvare. Det siste punktet «Fare for konstruksjonssvikt av andre årsaker [...]» krever en skjønnsmessig vurdering. Merk at midlertidige oppholdssteder som ikke er i bygninger kategoriseres enten i kategori A eller kategori C, siden konstruksjonssvikt ikke er relevant.





Figur 3-3: Flytskjema for tilstandskategorisering av bygninger og midlertidige oppholdssteder

### 3.7.3 Stigehastighet

Stigehastigheten forteller hvor raskt vannstanden stiger innenfor dambruddsonen. Sett i sammenheng med vanndybde og DV-tall gjenspeiler stigehastigheten faren for liv gjennom å påvirke muligheten for å evakuere ut av dambruddsonen. Det er kun relevant å vurdere stigehastighet for dambruddet, og ikke for initialsituasjonen. Stigehastigheten er tenkt beregnet som en middelvei for et definert område og ikke individuelt for hvert enkelt bygg i dambruddsonen. Stigehastigheten er ikke lineær, men vil variere gjennom dambruddet. Beregningen her er ment å uttrykke gjennomsnittlig stigehastighet i perioden dambruddet merkes, dvs. fra begynnende vannstandsstigning, heller enn f.eks. maksimal stigehastighet.

$$\text{Stigehastighet} = \frac{\Delta H}{\Delta t} = \frac{H_{\text{bølgetopp}} - H_{\text{initialsituasjon}}}{t_{\text{bølgetopp}} - t_{\text{begynnende vannstandsstigning}}} \quad [\text{m/time}]$$

Der  $H$  er vannstanden (moh) og  $t$  er tidspunktet (min) for både begynnende vannstandsstigning og bølgetoppen i det aktuelle tverrprofil.

Stigehastigheten deles inn i tre faregrader: Lav (< 0,6 m/time), middels (0,6-6 m/time) og høy (>6 m/time).

Merk at tidspunkt for begynnende vannstandsstigning ikke er det samme som tidspunktet for start av dambruddet. I mange tilfeller er det lange avstander mellom dammen og de bebygde områdene i

vassdraget, og det kan ta flere timer fra dambruddet starter til bruddbølgen når de bebygde områdene og vannstanden begynner å stige. Det er derfor viktig å identifisere tidspunktet vannstanden faktisk begynner å stige i det aktuelle tverrprofilen, hvis ikke vil en underestimere stigehastigheten. Grensen for hva som regnes som begynnende stigning gjøres skjønnsmessig.

#### 3.7.4 Beregning av boenheter basert på tilstandskategorier

Berørte boenheter beregnes både for initialsituasjonen og ved dambrudd. Det vil si at selv om en bygning er berørt i initialsituasjonen skal den fortsatt medtas i beregningen av boenheter. For eksempel kan en bygning være berørt i tilstandskategori A før brudd og i tilstandskategori C etter brudd. Etter at tilstandskategoriene for bygninger og steder med midlertidig personopphold er bestemt kan følgende regler brukes som utgangspunkt for å bestemme antall boenheter:

1. For bygninger og midlertidige oppholdssteder i kategori C regnes alle boenheter med
2. For bygninger og midlertidige oppholdssteder i kategori A regnes ingen boenheter med
3. For bygninger i kategori B gjøres det en vurdering av hvilke boenheter som skal telles med

For vurdering av antall berørte boenheter for bygningene plassert i kategori B anbefales det at følgende regler benyttes:

1. For bygninger med flere enn to etasjer der det er vurdert å ikke være fare for konstruksjonssvikt eller svikt i fundamentet, telles kun boenhetene i berørte etasjer. En etasje er regnet som berørt dersom vannstandsstigningen når opp til gulvnivå i etasjen.
2. For bygninger der begynnende vannstandsstigning forekommer mer enn 24 timer etter dambruddet og stigehastigheten er lav ( $<0,6$  m/time), regnes ingen boenheter med. (Gjelder bare etter dambrudd, og dersom bygningen var i tilstandskategori A eller uberørt i initialsituasjonen).

Berørte boenheter mtp. klassifisering beregnes som berørte boenheter etter dambrudd fratrukket berørte boenheter i initialsituasjonen, jf. klassifiseringsveiledningens formulering: «konsekvenser som skyldes initialvannføringene i vassdraget før eventuelt brudd behøver ikke medregnes ved vurdering av konsekvensklasse». Det vil si at dersom en bygning er i klasse A før brudd og i klasse C etter brudd skal alle boenheter telles med uten fratrukk. Dersom en bygning derimot er i klasse C både før og etter brudd telles ingen boenheter med mtp. klassifisering. Hvis bygningen er i klasse B både før og etter brudd skal økningen i berørte boenheter etter brudd telles mtp. klassifisering, f.eks. for eventuelle ytterligere etasjer som er berørt.

Merk at det ved middelflom vanligvis ikke skal være berørte boenheter. Dersom det er berørte boenheter ved middelflom kan dette tyde på at modellen, eller andre forutsetninger, er unøyaktige.

### 3.8 Steg 4: Vurdere øvrige konsekvenser

I DSHP-metoden er kriteriet *boenheter* viet mest oppmerksomhet. Boenheter er sammenliknet med de øvrige kriteriene mye enklere å vurdere kvantitativt. Det er likevel viktig at de øvrige kriteriene ikke uteglemmes eller vurderes for overfladisk.

DSHP-metoden angir ingen spesifikke fremgangsmåter for å vurdere infrastruktur og samfunnsfunksjoner eller miljø og eiendom, men DV- og dybdekart som eksporteres i forbindelse med metoden kan brukes til å bedre grunnlaget for vurderingen. Noen eksempler er farbarhet til veier og fare for trafikanter på veiene, økonomiske konsekvenser, fare for følgeskader m.m. som kan gi et bedre bilde av situasjonen før og etter dambrudd. I forbindelse med DSHP-prosjektet har også muligheter for bruk av metoden til andre formål, spesielt for vurdering av påvirkning av veier, vært vurdert. Disse mulighetene er ikke tatt med i denne versjonen av metoden, fordi de ikke lot seg realisere på en hensiktsmessig måte innenfor gjeldende regelverk.

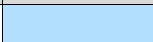




Merk at nyttig informasjon om veinett, trafikkmengde, jernbanenett, naturvernområder og kulturminner er tilgjengelige som digitale karttjenester og kan utgjøre verdifull støtte i vurderingene.

### 3.9 Presentasjon av resultater

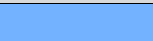




Det er i forbindelse med DSHP-prosjektet utarbeidet et forslag til standard visualisering av resultatkart fra DBBB som benyttes i forbindelse med klassifisering. Relevante kart er dybdekart og DV-kart som også viser berørte bygninger. Det tas utgangspunkt i fargekoder og visualisering som benyttes av NVE i forbindelse med flomsonekartlegging.

Tabell 3-3 til Tabell 3-5 viser fargeskalaene som anbefales benyttet for de forskjellige karttemaene. Temaet for flomdybder er den samme som brukes i NVEs kravspesifikasjoner for flomsoneberegninger.




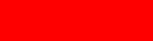
Tabell 3-3: Fargeskala for vanndybde (m)

Klassenavn	RGB-verdier	Symbol
< 0,5	179 – 224 - 255	
0,5 – 1,0	128 – 199 – 255	
1,0 – 1,5	77 – 176 – 255	
1,5 – 2,0	51 – 163 – 255	
> 2,0	10 – 105 - 191	

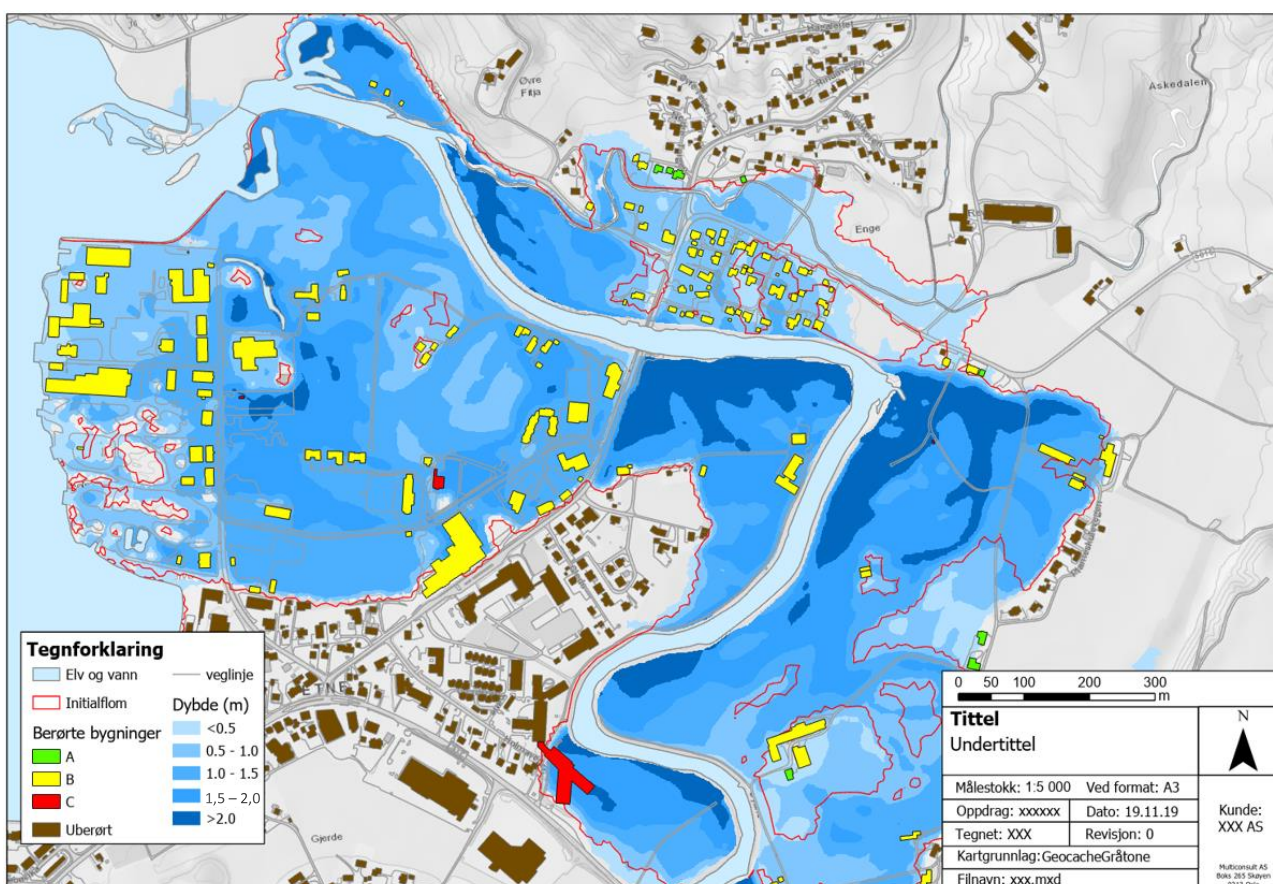
Tabell 3-4: Fargeskala for DV-tall (m<sup>2</sup>/s)

Klassenavn	RGB-verdier	Symbol
< 0,3	115 – 178 - 255	
0,3 – 3,0	170 – 205 - 171	
3,0 – 5,0	255 – 211 - 127	
5,0 – 10,0	255 – 127 - 127	
> 10	223 – 115 - 255	

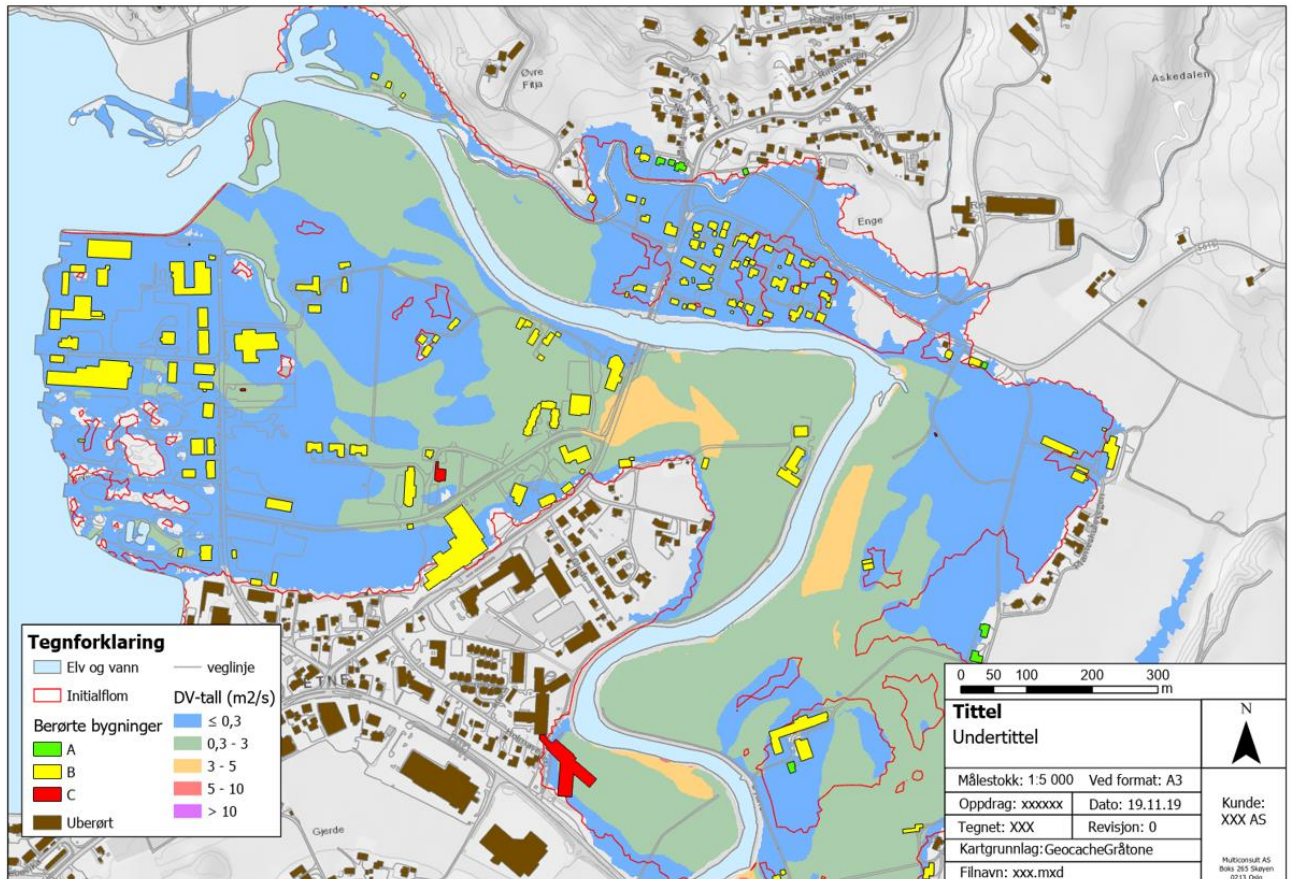
Tabell 3-5: Fargeskala for bygningskategorier

Klassenavn	RGB-verdier	Symbol
Uberørt	115 - 76 - 0	
A	85 – 255 - 0	
B	255 - 255 - 0	
C	255 - 0 - 0	

Figur 3-4 og Figur 3-5 viser eksempler på dybdekart og DV-kart ved bruk av angitte fargeskalaer. Utbredelsen av initialflommen vises med rød linje. Resultatkartene som vises er for situasjonen etter dambrudd, og viser totalverdier (altså ikke endringer mellom initialsituasjon og brudd). Kartene viser i tillegg tema for elv og vannflate og veglinje fra FKB-data. Andre tema kan legges til ved behov, f.eks. høydekoter for vannstand. Kartene skal ha tittelfelt som minst angir målestokk, format, dato, revisjonsnummer og hvem som har laget kartet. Kartene utstyres med målestokk og nordpil. Tegnforklaringen må angi alle relevante tema i kartene, samt tegnforklaring for resultatkart og bygningsskategorier.



Figur 3-4: Eksempel på presentasjon av dybdekart fra DBBB med kategoriserte bygninger etter DSHP-metoden



Figur 3-5: Eksempel på presentasjon av DV-kart fra DBBB med kategoriserte bygninger etter DSHP-metoden

## 4 Referanser

- [1] C. Almestad, G. H. Kiplesund og Ø. Pedersen, «Damsikkerhet i et helhetlig perspektiv - Forbedret underlag ved klassifisering av dammer (418326-RIVass-RAP-001),» Energi Norge, 2020.
- [2] Lov om vassdrag og grunnvann (Vannressursloven), 2000.
- [3] Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften), 2009.
- [4] NVE, Veileder nr. 3/2014 Veileder for klassifisering av vassdragsanlegg, Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.
- [5] NVE, Retningslinjer for dambruddsbølgeberegninger, Norges vassdrags- og energidirektorat, 2009.
- [6] U. o. N. S. Wales, «Flood Hazard. WRL Technical Report 2014/07,» University of New South Wales, Water Research Laboratory, 2014.
- [7] A. B. Becker, W. M. Johnstone og B. J. Lence, «Wood Frame Building Response to Rapid-Onset Flooding,» *American Society of Civil Engineers, Natural Hazards Review*, vol. 12, nr. 2, pp. 85-95, 2011.
- [8] Helsinki University of Technology, «RESCDAM. The Use of Physical Models In Dam-Break Flood Analysis,» Helsinki University of Technology, 2000.
- [9] U.S. Department of Homeland Security, «Dams Sector, Estimating Loss of Life for Dam Failure Scenarios,» 2011.
- [10] U.S. Department of Interior Bureau of Reclamation, «RCEM - Reclamation Consequence Estimating Methodology. Guidelines for Estimating Life Loss for Dam Safety Risk Analysis,» 2014.
- [11] Queensland Government, «Guidelines for Failure Impact Assessment of Water Dams,» State of Queensland, Department of Energy and Water Supply, 2012.
- [12] Ramsbottom et al, «Flood Risk To People Phase 2. FD2324/TR2 Guidance Document,» Department for Environment Food and Rural Affairs UK, 2006.

## 5 Vedlegg

### Vedlegg 1 – Byggtypekoder som kan vurderes særskilt for kategori B

131	Rekkehus
133	Kjede/atriumhus
135	Terrassehus
141	Stort frittliggende bol.bygg på 2 etg.
142	Stort frittliggende bol.bygg på 3 og 4 etg.
143	Stort frittliggende bol.bygg på 5 etg. el. mer
144	Store sammenbygde bol.bygg på 2 etg.
145	Store sammenb. bol.bygg på 3 og 4 etg.
146	Store sammenb. bol.bygg på 5 etg. el. mer.
151	Bo- og servicesenter
152	Studenthjem/studentboliger
159	Annen bygning for bofellesskap
191	Kombinert bolig > annet areal
192	Kombinert bolig < annet areal
193	Boligbrakker
199	Annen boligb.(Eks sekundærbolig reindr.)
211	Fabrikkbygning
212	Verkstedbygning
214	Bygning for renseanlegg
216	Bygning for vannforsyning bl.a. pumpestasjon
219	Annen industribygning
221	Kraftstasjon
223	Transformatorstasjon
229	Annen energiforsyningsbygning
231	Lagerhall
232	Kjøle- og fryselager
233	Silobygning
239	Annen lagerbygning
241	Hus for dyr/landbr.lager/silo
248	Annen fiskeri- og fangstbygning
249	Annen landbruksbygning
311	Kontor- og administrasjonsbygning, rådhus
312	Bankbygning, posthus
313	Mediabygning
319	Annen kontorbygning
321	Kjøpesenter, varehus
322	Butikk/forretningsbygning
329	Annen forretningsbygning
330	Messe- og kongressbygning
411	Ekspedisjonsbygning, flyterminal, kontrolltårn

412	Jernbane- og T-banestasjon
415	Godsterminal
416	Postterminal
419	Annen ekspedisjons- og terminalbygning
429	Telekommunikasjonsbygning
431	Parkeringshus
439	Annen garasje-/hangarbygning
441	Trafikktilsynsbygning
449	Annen veg- og trafikktilsynsbygning
511	Hotellbygning
512	Motellbygning
519	Annen hotellbygning
521	Hospits, pensjonat
522	Vandrer -feriehem
523	Appartement
524	Camping-/utleiehytte
529	Annen bygning for overnatting
531	Restaurantbygning, kafébygning
532	Sentralkjøkken, kantinebygning
533	Gatekjøkken, kioskbygning
539	Annen restaurantbygning
611	Lekepark
612	Barnehage
613	Barneskole
614	Ungdomskole
615	Kombinert barne- og ungdomskole
616	Videregående skole
619	Annen skolebygning
621	Universitet/høgskole m/auditorium, lesesal
623	Laboratoriebygning
629	Annen universitet/høgskole og forskningsbygning
641	Museum, kunstgalleri
642	Bibliotek, mediatek
643	Zoologisk/botanisk hage (bygninger)
649	Annen museum/biblioteksbygning
651	Idrettshall
652	Ishall
653	Svømmehall
654	Tribune og idrettsgarderobe
655	Helsestudio
659	Annen idrettsbygning
661	Kino/teater/opera/konsertbygning
663	Diskotek
669	Annet kulturhus



671	Kirke, kapell
674	Synagoge, moské
675	Kloster
679	Annen bygning for religiøse aktiviteter
710	Sykehus
719	Annet sykehus
721	Sykehjem
722	Bo- og behandlingssenter, aldershjem
723	Rehabiliteringsinstitusjon, kurbad
729	Annet sykehjem
731	Klinikk, legekontor/-senter/-vakt
732	Helse- og sosialsenter, helsestasjon
739	Annen primærhelsebygning
819	Fengselsbygning
821	Politistasjon
822	Brannstasjon, ambulansestasjon
824	Stasjon for radarovervåkning av fly- og/eller skipstrafikk
825	Tilfluktsrom/bunker
829	Annen beredskapsbygning