

# Enkel klassifisering av dammer og trykkrør

Oppdatert 20.05.2020

Dette er en trinnvis veiledning for klassifisering av trykkrør og små dammer, og er i hovedsak ment for anleggseiere uten vassdragsteknisk kompetanse. Stegene under gir konkrete anbefalinger for hvordan trykkrør og små dammer kan klassifiseres på en enklest mulig måte, uten behov for avanserte beregninger eller bruk av eksterne rådgivere. Utdypende veiledning om klassifisering for alle typer vassdragsanlegg er gitt i veileder om klassifisering av vassdragsanlegg. Denne veiledningen tar for seg de viktigste stegene ved klassifisering av dammer og trykkrør, og gir konkrete anbefalinger for hvordan du kan klassifisere slike vassdragsanlegg på en enklest mulig måte. Utdypende veiledning om klassifisering for alle typer vassdragsanlegg er gitt i [veileder om klassifisering av vassdragsanlegg](#).

Alle vassdragsanlegg er underlagt forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg ([damsikkerhetsforskriften](#)), og skal klassifiseres i én av fem konsekvensklasser:

Konsekvens-klasse	Boenheter	Infrastruktur og samfunnsfunksjoner	Miljø og eiendom
4	> 150		
3	21 - 150	Skade på sterkt trafikkert veg eller jernbane, eller annen infrastruktur med spesielt stor betydning for liv og helse	Stor skade på spesielt viktige miljøverdier eller spesielt stor skade på fremmed eiendom
2	1 - 20	Skade på middels trafikkert veg eller jernbane, eller annen infrastruktur med stor betydning for liv og helse	Stor skade på viktige miljøverdier eller stor skade på fremmed eiendom
1	Midlertidig oppholdssted tilsvarende < 1 permanent boenhet	Skade på mindre trafikkert veg eller annen infrastruktur med betydning for liv og helse	Skade på miljøverdier eller fremmed eiendom
0	Ubetydelige konsekvenser		

Tabell 1 – Klassifiseringskriterier iht. kapittel 4 i damsikkerhetsforskriften. Én enebolig tilsvarer 1 boenhet, og én hytte/fritidsbolig tilsvarer 0,08 boenheter. Øvrige bygningstyper regnes om til boenheter som angitt i kapittel 4.5 i [NVEs veileder for klassifisering av vassdragsanlegg](#).

Klassifiseringen avgjør hvilke krav som stilles til både anlegget og eier av anlegget.

Klassifisering innebærer å vurdere hvor stor skaden kan bli dersom vassdragsanlegget bryter sammen eller skades, eller om en flomluke ikke åpnes. Hvis du er ansvarlig (eier) for et vassdragsanlegg, og det ikke finnes vedtak om konsekvensklasse fra NVE, må klassifisering gjennomføres i henhold til [damsikkerhetsforskriften, kapittel 4](#).

Klassifisering kan variere mye i omfang og kompleksitet, fra en enkel kontroll av anleggets dimensjoner, til kompliserte hydrauliske beregninger. For å sikre at du starter i riktig ende, og forsøker å klassifisere ut ifra enkle vurderinger først, anbefaler NVE at du følger stegene under.

## Steg 1 - Dokumentasjon

Første steg ved klassifisering av vassdragsanlegg er å fremskaffe nødvendig dokumentasjon for å kunne vurdere bruddkonsekvensene til anlegget. Krav til minimumsdokumentasjon ved klassifisering er gitt i [damsikkerhetsforskriften § 4-3](#):

- Målsatte tegninger/skisser av dam
- Dimensjoner av vannvei/trykkrør, inkl. statisk vanntrykk ved kraftstasjon
- Volum av oppdemt magasin
- Kart og foto som viser vassdragsanlegget og området som kan bli berørt ved brudd, svikt eller feilfunksjon
- Vurdering/beskrivelse av konsekvenser ved brudd, svikt eller feilfunksjon, basert på befarings og eventuelle beregninger

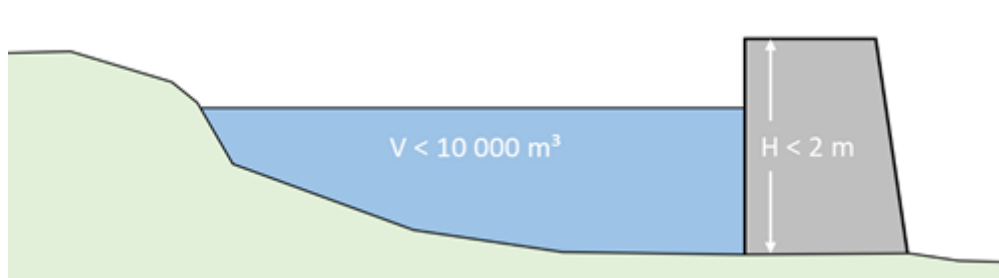
Dokumentasjonen i de to siste punktene er ikke nødvendige for å klassifisere anlegg som oppfyller kriteriene for automatisk plassering i konsekvensklasse 0, som omtalt i neste steg.

Dersom dokumentasjonen er av eldre dato, mangler, eller gir forskjellig informasjon (skisse/tegning, foto og kart ikke stemmer overens), må anlegget beføres for å anskaffe og/eller bekrefte dokumentasjonen.

## Steg 2 - Automatisk plassering i konsekvensklasse 0

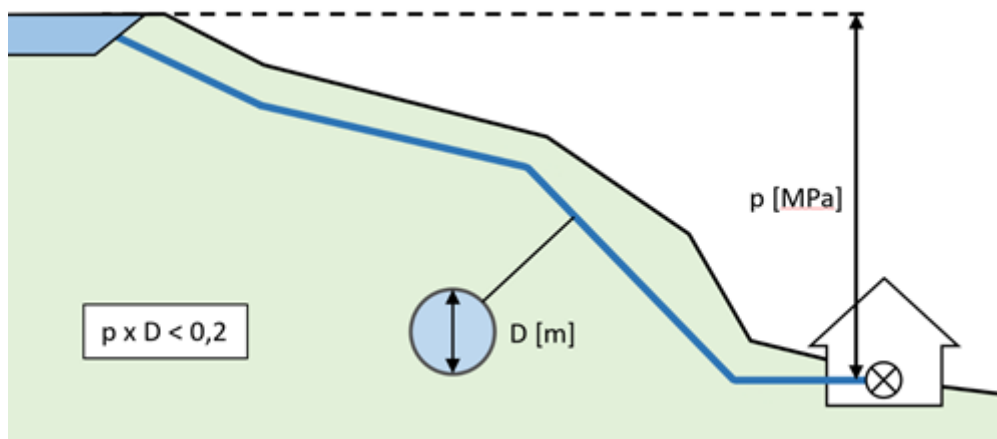
De minste dammene/trykkrørene kan plasseres direkte i konsekvensklasse 0 uten nærmere vurdering av bruddkonsekvenser. **Automatisk plassering** i konsekvensklasse 0 er bestemt av følgende kriterier i [damsikkerhetsforskriften § 4-1](#):

- Dammer med høyde mindre enn 2 meter **og** oppdemt magasinivolum mindre enn 10 000 m<sup>3</sup>:



Figur 1: Kriterier for automatisk plassering av dammer i konsekvensklasse 0

- Trykkrør der produktet av vanntrykk [MPa] og diameter [m] er mindre enn 0,2 (1 MPa tilsvarer 100 m vanntrykk/fallhøyde):



Figur 2: Kriterier for automatisk plassering av trykkrør i konsekvensklasse 0

Dersom dammen eller trykkrøret oppfyller kriteriene for automatisk plassering i konsekvensklasse 0 er det ikke nødvendig å sende inn klassifiseringssøknad til NVE, og du kan se bort fra de resterende stegene i veiledningen. NVE anbefaler likevel å lage et notat som dokumenterer at kriteriene er oppfylt, med dokumentasjon som angitt i steg 2, og som oppbevares for eventuell framtidig kontroll fra NVE.

### Steg 3 - Enkel klassifisering med minimumsdokumentasjon

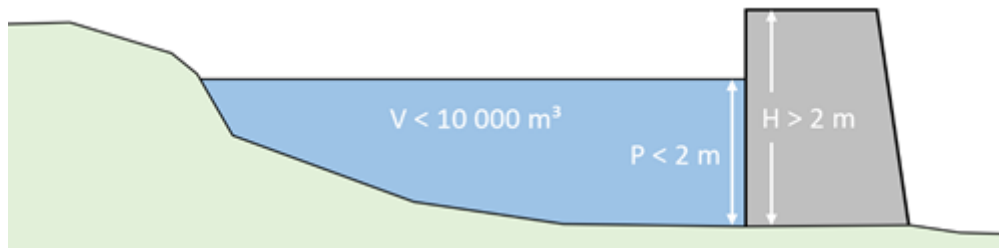
For anlegg som ikke kan plasseres automatisk i konsekvensklasse 0 som beskrevet i steg 2, må det gjøres konkrete vurderinger av mulige bruddkonsekvenser. I første omgang må du vurdere om den pålagte minimumsdokumentasjonen i steg 1 er tilstrekkelig til å foreslå konsekvensklasse.

NVE har utarbeidet enkle klassifiseringskjemaer som kan benyttes for å sikre at kravene til minimumsdokumentasjon blir oppfylt. Husk i så fall å legge ved tilleggsdokumentasjon som angitt på skjemaene. Klassifiseringskjemaer med veiledning er tilgjengelig på [NVEs nettsider](#).

Dersom dette er tilstrekkelig til å fastsette anleggets konsekvensklasse, skal du sende en begrunnet klassifiseringssøknad til NVE sammen med minimumsdokumentasjonen som er angitt i steg 1. NVE behandler søknaden og treffer vedtak om konsekvensklasse.

Eksempler der anlegg kan klassifiseres med utgangspunkt i minimumsdokumentasjon:

- Dammer med *vanntrykk*  $P < 2$  m og oppdemt magasinvolum mindre enn 10 000 m<sup>3</sup> kan som hovedregel foreslås plassert i konsekvensklasse 0 uten nærmere begrunnelse, se figur 3 (dammer som marginalt overskrider kriteriene for automatisk plassering i konsekvensklasse 0).
- Det er innlysende at ingen bygninger, infrastruktur eller miljøverdier ligger så nært anlegget eller vassdraget nedstrøms at de kan bli berørt ved brudd, svikt eller feilfunksjon (konsekvensklasse 0 – ubetydelige bruddkonsekvenser), se figur 4.
- Infrastruktur eller et tydelig avgrenset antall bygninger ligger så nært anlegget eller vassdraget nedstrøms at det er innlysende at de kan bli berørt ved brudd, svikt eller feilfunksjon, se figur 5.



Figur 3: Kriterier for å søke om konsekvensklasse 0 uten nærmere vurderinger.



Figur 4: Eksempel på tilfelle der det er opplagt at dammen har ubetydelige bruddkonsekvenser (konsekvensklasse 0). Det er ingen bygninger, infrastruktur med betydning for liv og helse eller viktige miljøverdier mellom dammen og sjøen. Blå pil markerer hvor vannet vil renne ved dambrudd.



Figur 5: Eksempel der dambrudd kun kan berøre to hytter før vannet renner ut i sjøen. To hytter er mindre enn én boenhet (én hytte tilsvarer 0,08 boenheter), og tilsier derfor konsekvensklasse 1. Kraftstasjonen, som tilhører anleggseier, telles normalt ikke med ved klassifisering. Blå pil markerer hvor vannet vil renne ved dambrudd.

## Steg 4 - Klassifisering med utgangspunkt i enkle beregninger

Dersom minimumsdokumentasjonen i steg 1 ikke er tilstrekkelig til å fastslå konsekvensklassen, er det behov for å utføre enkle beregninger. Det utføres ulike beregninger for dammer og trykkrør, og med ulike metodikk, så veien videre er inndelt i ulike steg for de to anleggstypene.

Ved klassifisering av både dammer og trykkør kan det være nyttig å estimere vannføringen i vassdraget ved middelflom ( $Q_m$ ), og eventuelt også begynnende skadeflom, som referanseverdier ved vurdering av bruddvannføring:

- En middelflom opptrer ca. annethvert år, og medfører ingen skader langs vassdraget
- Vannføringen ved begynnende skadeflom kan baseres på kjente observasjoner, dersom dette foreligger. Alternativt kan det antas at en teoretisk begynnende skadeflom tilsvarer vannføringen ved en flom med ti års gjentakintervall ( $Q_{10}$ )

Både middelflom og teoretisk begynnende skadeflom ( $Q_{10}$ ) kan estimeres i kartverktøyet [NEVINA](#).

## Steg 4A - Dammer

Klassifisering av dammer gjøres med utgangspunkt i dammens bruddvannføring, som kan beregnes etter følgende formel:

$$Q_{brudd} = 1,3 \times H^{1,5} \times L$$

Der:

$Q_{brudd}$  er bruddvannføringen [ $m^3/s$ ]

$H$  kan settes lik vanntrykket fra laveste punkt i fundamentet til HRV (nivå overløpsterskel) [m]

$L$  er lengden av bruddåpningen [m]

For små dammer regnes normalt  $L$  lik lengden av dammen målt langs damkronen, dvs. at hele dammen regnes å bryte sammen. For øvrig viser vi til tabell 5-1 i [NVEs retningslinjer for dambruddsbølgeberegninger](#) for beregning av bruddåpning.

Neste steg er å kontrollere om dammens konsekvensklasse kan avklares ut ifra en enkel sammenligning mot kjente flomstørrelser i vassdraget (se steg 4):

1. Sammenlikne bruddvannføringen ( $Q_{brudd}$ ) med middelflom ( $Q_m$ ):
  - a.  $Q_{brudd} < Q_m$  tilsier klasse 0 (ubetydelige bruddkonsekvenser)
  - b.  $Q_{brudd} > Q_m$  tilsier behov for ytterligere vurderinger
2. Sammenlikne  $Q_{brudd}$  med begynnende skadeflom, typisk  $Q_{10}$  eller observerte verdier:
  - a.  $Q_{brudd} <$  begynnende skadeflom tilsier *som regel* klasse 0
  - b.  $Q_{brudd} >$  begynnende skadeflom tilsier som regel behov for ytterligere vurderinger
3. Sammenlikne  $Q_{brudd}$  med kjente kapasiteter til veg- og jernbanekulverter, lysåpning under bruer og andre kritiske snitt i vassdraget nedstrøms dammen. Dersom  $Q_{brudd} <$  kapasiteten, kan man anta at bruddbølgens kryssing av veg/jernbane ikke medfører skade.

Dersom punkt 1-3 ikke gir entydig svar på hva som blir berørt av bruddvannføringen, kan man estimere vannstanden i områder med bebyggelse og infrastruktur ved hjelp av stasjonære vannlinjeberegninger, og med utgangspunkt i den maksimale bruddvannføringen. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 4.3.2 i [NVEs veileder for klassifisering av vassdragsanlegg](#). Merk at det kreves kunnskap i vassdragshydraulikk for å kunne utføre slike beregninger.

Et siste alternativ er å utføre dambruddsbølgeberegninger for å fastsette konsekvensklassen. Det vil da kreves bruk av NVE-godkjent fagansvarlig innen fagområde V (hydraulikk og flomavledning),

og beregningene skal utføres i henhold til [damsikkerhetsforskriften § 7-3](#) og [tilhørende retningslinjer](#). Se også kapittel 4.3.1 i [NVEs veileder for klassifisering av vassdragsanlegg](#).

## Steg 4B - Trykkrør

Trykkrør klassifiseres med utgangspunkt i tre ulike situasjoner:

- a) Kastlengden til en vannstråle fra en liten sprekk eller et hull på røret
- b) Kastlengden fra et fullstendig rørbrudd
- c) Vannføringen fra et fullstendig rørbrudd

Kastlengder:

I de fleste tilfellene er det selve vannstrålen fra bruddet som er utslagsgivende for klassifiseringen av trykkrør. NVE anbefaler derfor å begynne med å beregne horisontale kastlengder fra både fullstendig rørbrudd og en liten sprekk eller et hull:

a) Horizontal kastlengde fra en liten sprekk eller et hull på trykkrøret:

$$S = \frac{h}{2}$$

Der:

$S$  er horisontal kastlengde [m]

$h$  er trykkehøyde ved bruddstedet [m]

b) Horizontal kastlengde fra fullstendig rørbrudd:

$$S = 0,08 \times v^2$$

Der:

$S$  er horisontal kastlengde [m]

$v$  er vannhastigheten ut av bruddåpningen [m/s],

og beregnes ved følgende formel:

$$v = \sqrt{\frac{h \times 2g \times D}{D + (f \times L)}}$$

Der:

$h$  er trykkehøyde ved bruddstedet [m]

$g$  er tyngdeakselerasjonen, 9,81 m/s<sup>2</sup>

$D$  er rørets innvendige diameter [m]



$f$  er friksjonstallet, og kan settes til 0,015 for de fleste rørtyper

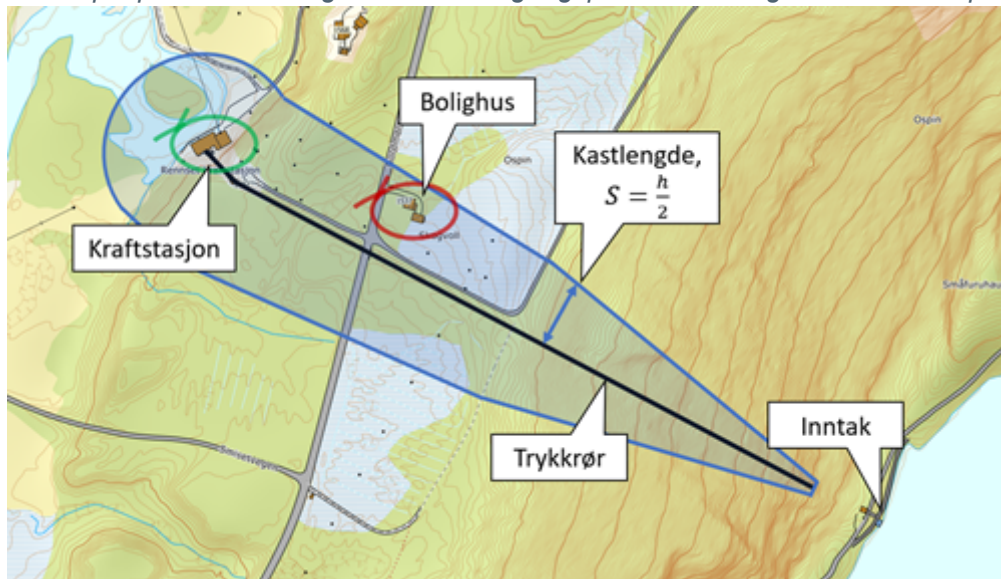
$L$  er rørlengden fra inntaket til bruddpunktet [m]

Man tar deretter utgangspunkt i den største av de beregnede kastlengdene ved et gitt sted, og kontrollerer om det finnes boenheter, infrastruktur, samfunnsfunksjoner, fremmed eiendom eller viktige miljøverdier innenfor denne avstanden fra røret.

- Hytter innenfor kastlengden tilsier konsekvensklasse 1
- Bolighus innenfor kastlengden tilsier konsekvensklasse 2
- Veier og annen infrastruktur må vurderes spesielt, og kan tilsi alt fra konsekvensklasse 0 til 3

Ved oppsummering av bruddkonsekvenser innenfor kastlengden, telles bare de bygningene (og annet) som ligger på en linje ut fra bruddstedet. Ved klassifisering av trykkrør er konsekvensklasse 3 stort sett bare aktuelt dersom bruddstrålen kan berøre en sterkt trafikkert vei eller jernbanelinje.

*Eksempel på klassifisering av rør med utgangspunkt i kastlengde fra mindre sprekk eller hull:*



Figur 6: Trykkrør vil alltid havne i konsekvensklasse 2 dersom det er bolighus innenfor kastlengden ved en mindre sprekk eller et hull på røret, markert med blått. I dette eksempelet kan et rørbrudd berøre et bolighus (1 boenhet), som tilsier konsekvensklasse 2. Et rørbrudd kan også berøre en vei med betydning for liv og helse, men dette tilsvarer konsekvensklasse 1, og er dermed ikke avgjørende for klassifiseringen. Kraftstasjonen, som tilhører anleggseier, telles normalt ikke med ved klassifisering.

### Fullstendig rørbrudd:

Neste steg er å kontrollere om vannføringen fra et fullstendig rørbrudd kan medføre større konsekvenser enn en vannstråle. NVE anbefaler å starte med å vurdere ut fra kart hvorvidt dette faktisk er en aktuell problemstilling eller ikke.

### **c) Vannføringen fra et fullstendig rørbrudd:**

1. Først må det kontrolleres om det er steder langs rørtraseen hvor det finnes boenheter, infrastruktur, fremmed eiendom eller viktige miljøverdier på strekningen mellom bruddstedet og vassdraget.
2. Deretter må det kontrolleres om det finnes bygninger og infrastruktur, fremmed eiendom eller viktige miljøverdier videre nedover langs vassdraget.
3. Dersom det potensielle skadeomfanget er stort nok til å kunne påvirke konsekvensklassen, må du gå videre med å beregne vannføringen fra et fullstendig rørbrudd:

$$Q_{brudd} = \frac{v \times \pi \times D^2}{4}$$

Der:

$Q_{brudd}$  er bruddvannføringen [ $m^3/s$ ]

$v$  er vannhastigheten ut av bruddåpningen [ $m/s$ ], og beregnes etter formelen over

$D$  er rørets innvendige diameter [ $m$ ]

4. Sammenlikne bruddvannføringen ( $Q_{brudd}$ ) med middelflom ( $Q_m$ ):
  1.  $Q_{brudd} < Q_m$  tilsier klasse 0 (ubetydelige bruddkonsekvenser)
  2.  $Q_{brudd} > Q_m$  tilsier behov for ytterligere vurderinger
5. Sammenlikne  $Q_{brudd}$  med begynnende skadeflom, typisk  $Q_{10}$  eller observerte verdier:
  1.  $Q_{brudd} <$  begynnende skadeflom tilsier *som regel* klasse 0
  2.  $Q_{brudd} >$  begynnende skadeflom tilsier som regel behov for ytterligere vurderinger
6. Sammenlikne  $Q_{brudd}$  med kjente kapasiteter til veg- og jernbanekulverter, lysåpning under bruer og andre kritiske snitt i vassdraget nedstrøms trykkrøret. Dersom  $Q_{brudd} <$  kapasiteten, kan man anta at bruddbølgens kryssing av veg/jernbane ikke medfører skade.

## Steg 5 - Oppsummering av bruddkonsekvenser – forslag til konsekvensklasse

Til slutt må du vurdere anleggets bruddkonsekvenser med utgangspunkt i klassifiseringskriteriene i *Tabell 1*, øverst:

1. Begynn med å telle berørte boenheter – dette er ofte utslagsgivende for endelig konsekvensklasse
2. Vurder deretter de øvrige klassifiseringskriteriene: miljø og eiendom; infrastruktur og samfunnsfunksjoner. Veier må vurderes spesielt, men må ha en viss trafikkmengde og/eller betydning for liv og helse for å være utslagsgivende ved klassifiseringen
3. Vurder om det kan oppstå følgeskader (erosjon/skred/forurensning) på grunn av bruddbølgens varighet og størrelse, og noter aktuelle følgeskader for hvert av de tre klassifiseringskriteriene
4. Summer opp konsekvensene for hver kolonne i tabell 1 og konkluder med forslag til konsekvensklasse

Du må sende inn begrunnet forslag om konsekvensklasse sammen med dokumentasjon som angitt i steg 2, jf. [damsikkerhetsforskriften § 4-3](#). Dersom det er nødvendig med beregninger for å fastsette konsekvensklassen, skal disse også inngå i den vedlagte dokumentasjonen.

Forslaget sendes til NVEs sentrale e-postadresse [nve@nve.no](mailto:nve@nve.no), og merkes med navn på anlegg (dam/trykkrør), plassering (kommune og fylke) og navn på eier.

NVE treffer vedtak om konsekvensklasse basert på de mottatte opplysningene.



## Definisjoner

---

**Dam** = demning/konstruksjon som demmer opp vann, uavhengig av formål.

**Trykkrør** = rør som leder vann i tilknytning til kraftproduksjon.

**Vassdragsanlegg** = samlebetegnelse på dammer, trykkrør og andre vannveier (sluseanlegg, kanaler, mv.). Ofte forkortet til *anlegg*.

## Stegene kort forklart

---

Steg 1 - For å kunne klassifisere et vassdragsanlegg, må du først fremskaffe nødvendig dokumentasjon.

Steg 2 - De aller minste anleggene plasseres automatisk i konsekvensklasse 0 uten behov for nærmere vurderinger.

Steg 3 - Dersom vassdragsanlegget ikke automatisk kan plasseres i konsekvensklasse 0, vil en enkel klassifisering med minimumsdokumentasjon ofte være tilstrekkelig.

Steg 4 - Alternativt kan du forsøke å klassifisere anlegget med utgangspunkt i enkle beregninger.

Steg 5 – Til slutt skal vassdragsanleggets bruddkonsekvenser oppsummeres, og du må sende begrunnet forslag om konsekvensklasse til NVE.