

 Trondheim kommune	VA - Norm	
	Planlegging og dimensjonering av overvannshåndtering	Vedlegg 5
		Sist revidert 15.12.2022 Side: 1 av 18

1 Bakgrunn

Det er store utfordringer knyttet til håndtering av overvann. Med overvann forstås alt vann som renner av på overflaten som følge av regn og snøsmelting. Klimaendringer gir kraftigere og hyppigere regnskyl, samtidig som boligfortetting over tid har økt andel tette flater på bekostning av permeable dekker og vegetasjon. Dette gir mer overflate avrenning med økt risiko for oversvømmelser. Kapasitetsproblemer i ledningsnett gir økte forurensningsutslipp til resipienter via overløp og økt fare for kjelleroversvømmelser. Utfordringsbildet inkluderer også endringer i vannbalanse og grunnvannsnivå og økt belastning på vannmiljø i form av økt transport av partikler og forurensinger til vannforekomstene.

1.1 Mål med overvannshåndteringen

Trondheim kommune har satt seg en rekke mål som er relevante i forbindelse med overvannshåndteringen.

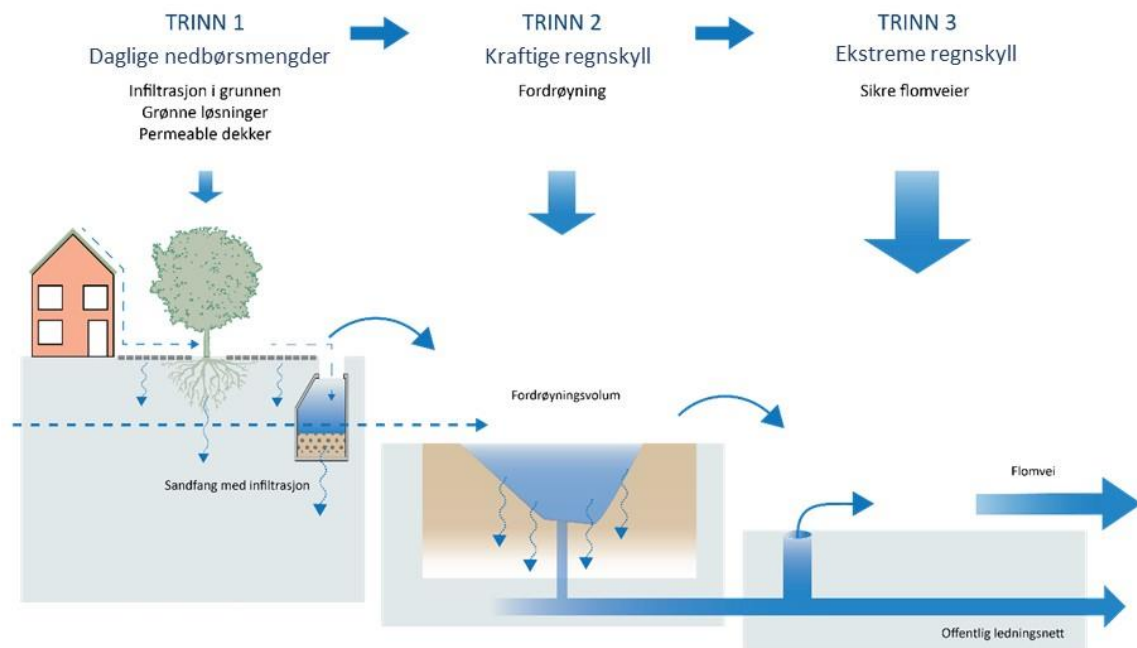
- Avløpshåndteringen skal ha tilstrekkelig kapasitet, både i forhold til forventet klimaendring og byvekst.
- Lokal overvannshåndtering skal utformes slik at det bidrar til bedre bymiljø og naturmiljø
- Det skal tilrettelegges for sikre flomveier
- Eksisterende bekker skal bevares så nært opptil sin naturlige form som mulig. Bekkelukking tillates ikke. Lukkede vannveier bør åpnes og restaureres der mulig
- Innsjøer, vassdrag, grunnvann og kystvann skal ha god kjemisk og fysisk vannkvalitet og god økologisk tilstand, i henhold til vanddirektivet

1.2 Normen gjelder for

Trondheim kommunes VA-norm med tilhørende vedlegg gjelder for anlegg som kommunen skal eie og overta for drift og vedlikehold, og for tilknytning til kommunale anlegg. Innholdet i dette vedlegget vil også fungere som en veileder i beregninger og valg av løsninger for å oppfylle krav til overvannshåndtering der man ikke skal knytte seg kommunale anlegg.

1.3 Hovedprinsipp for håndtering av overvann

Overvann skal håndteres i henhold til tre-trinns strategien. Figur 1 viser en skissemessig framstilling av tre-trinn strategien. Hvilke løsninger som velges og hvordan de dimensjoneres må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Vann ut fra et trinn vil gå inn i neste trinn.



Figur 1 Skjematisk fremstilling av tre-trinns strategien for håndtering av overvann

1.3.1 Trinn 1

Trinn 1 omfatter lokal overvannshåndtering basert på naturens prinsipper for vannhåndtering. Vann holdes tilbake i forsenkninger og jordmasser, brukes av vegetasjonen, fordampes eller infiltrerer i grunnen. Løsninger som ivaretar eller styrker naturmangfoldet og bymiljø er å foretrekke. Trinn 1 skal dimensjoneres til å håndtere «daglige» nedbørshendelser, og gjelder alle arealplaner og tiltak etter pbl § 20-1 bokstav a og l.

Trinn 1 vil bidra med å:

- Redusere det totale volumet av overvann som kommer inn på avløpssystemene
- Heve/ beskytte vannkvalitet i vassdrag
- Dempe/forsinke avrenning
- Tilrettelegge for økosystemtjenester
- Ivareta/etterligne naturlig vannbalanse

Dette gjøres ved å:

- Redusere bruken av tette flater
- Føre vann fra tette flater til permeable flater
- Holde vann tilbake i forsenkninger og jordmasser
- Utnytte potensiale for infiltrasjon i grunn eller i øvre jordlag
- La vegetasjonen forbruke vannet
- Rense forurenset overvann før dette føres videre til resipient

Trondheim kommunes norm for blågrønn faktor skal følges, men er ikke en erstatning for vurderinger og beregninger knyttet til overvannstiltak.

1.3.2 Trinn 2

Trinn 2 omfatter lokal overvannshåndtering i form av fordrøyningsvolumer. Trinn 2 skal dimensjoneres til å håndtere kraftige regnskyll, og gjelder for alle utbygginger der man har fellessystem eller uvirksomt separatsystem nedstrøms. Trinn 2 skal også inkluderes i andre utbygginger dersom det er stort skadepotensiale nedstrøms i separatsystem, bekkesystemer eller lignende.

Trinn 2 vil bidra med å:

- Redusere risiko for kjelleroversvømmelser
- Redusere overløpsdrift og forurensning av vannforekomster
- Redusere belastning på vassdrag, avløpsnett og flomveier

Dette gjøres ved å:

- Etablere volumer for midlertidig tilbakeholdelse av vann

Trinn 2 omfatter også videre transport av overvann i offentlig ledningsnett, bekker og/eller grøfter fram til resipient/ renseanlegg.

1.3.3 Trinn 3

Trinn 3 omfatter flomveien som tas i bruk når kapasiteten i trinn 1 og trinn 2 er oversteget, eller vannet ikke klarer å finne veien inn i ledningsnett. Trinn 3 skal dimensjoneres til å håndtere ekstreme regnskyll. Vurderinger knyttet til trinn 3 skal inkluderes i alle arealplaner og tiltak som kommer i berøring med aktsomhetsområder for flom, vist på Trondheim kommunes aktsomhetskart for klimarelatert risiko.

Trinn 3 vil bidra med å:

- Sikre liv og helse
- Redusere overvannsskader

Dette gjøres ved å:

- Sikre plass for, og tilrettelegge arealer, slik at vannet kan renne på terrengoverflaten

1.3.4 Overvannshåndtering i anleggsområder

Overvann fra anleggsområder skal ikke føre til økt partikkelavrenning, eller annen miljøforringelse i resipient eller offentlig avløpsnett. Nødvendige avbøtende tiltak for å unngå dette skal iverksettes.

1.4 Bakgrunn for krav som stilles til overvannshåndtering

Krav til overvannshåndtering er hjemlet en rekke steder. En liste over de mest sentrale av de nasjonale rammebetingelsene er gitt her:

- Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) § 27 omhandler tilknytning til infrastruktur, § 28 omhandler krav til byggegrunn og § 29 omhandler krav til tiltaket.
- Byggteknisk forskrift (TEK17) med veilednings kapittel 7 omhandler sikkerhet mot naturpåkjenninger og § 15-8 omhandler utvendige avløpsanlegg med ledningsnett, overvann og drencvann.
- Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven) § 7 omhandler vannets løp i vassdrag og infiltrasjon i grunnen.

- Forurensingsloven omhandler vern av ytre miljø mot forurensning
- Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning kapittel 4 omhandler klimatilpasning.
- Statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging kapittel 4.7 omhandler hvilke hensyn som skal vurderes.
- Forurensningsforskriftens § 15A-4 omhandler påslipp til kommunalt avløpsnett
- Vannforskriften omhandler helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene.

Kommuneplanens arealdel 2022-34 (høringsforslag per november 2022) har en rekke bestemmelser som er relevante for overvannshåndteringen:

- § 12.1 omhandler overvannshåndtering og stiller krav om at overvannshåndteringen skal baseres på tre trinns strategien og oppfylle Trondheim kommunes norm for blågrønn faktor.
- § 12.2 omhandler blågrønn faktor
- § 12.3 omhandler ivaretagelse av vassdrag med tilhørende sidearealer
- § 16.1 omhandler tiltak mot klimarelatert risiko.
- § 17.1 omhandler krav til utarbeidelse av overordnet plan for teknisk infrastruktur i planforslag og teknisk plangodkjenning av avløpsanlegg.
- § 22 omhandler beskyttelse av omgivelsene i bygge- og anleggsfase.

1.5 Sentrale veiledere og rapporter

Norsk Vann rapport 162/2008, Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering (https://va-kompetanse.no/wp-content/uploads/rapport162_2008.zip)

Norsk Vann rapport 193/2012 Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem (<https://va-kompetanse.no/butikk/a-193-veiledning-i-dimensjonering-og-utforming-av-va-transport-system-kun-digital/>)

Norsk Vann rapport B27/2021. Forurensninger i overvann fra urbane flater – vannmiljøsmål og rensiltak (<https://norskvann.no/ny-rapport-forurensninger-i-overvann-fra-urbane-flater-vannmiljomal-og-rensetiltak/>)

NVE Veileder Nr. 4/2022. Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar (https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_04.pdf)

NVE Veileder Nr 7/2015. Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt (https://publikasjoner.nve.no/veileder/2015/veileder2015_07.pdf)

SVV Rapport UTB 2007/2. Rensing av overvann i byområder (<https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/193196>)

2 Metoder for overvannsberegninger

Ledningsanlegg, bekker og flomveier dimensjoneres i utgangspunktet for spissavrenning, mens avskjærende ledningssystem, overløp, fordrøyningsanlegg, infiltrasjonsanlegg og andre lokale overvannstiltak dimensjoneres for volumavrenning.

Ved dimensjonering av overvannsmengde må det blant annet tas høyde for mulige fremtidige endringer i:

- tilknyttede arealer (dersom nedbørsfelt endrer seg som følge av utbygging)
- andel tette flater (økt urbanisering)

- klima (forventet større nedbørsmengder)

Ved planlegging og prosjektering av anlegg skal det alltid vurderes risiko for og konsekvens av hendelser som overstiger dimensjonerende avrenning.

For relativt små og enkle nedbørsfelt kan overvannsmengde beregnes ved bruk av den rasjonelle metode. I denne norm er det valgt en øvre grense på 50 ha for bruk av den rasjonelle metode. Dersom feltet/feltene har uregelmessig utforming og/eller vesentlig ulike konsentrasjonstider eller avrenningskoeffisienter, må bruk av alternative metoder vurderes (tid-areal metoden, summasjonskurvemetoden). For vurderinger knyttet til flomveier kan den rasjonelle metode være uegnet, og det vil i mange tilfeller være hensiktsmessig å benytte modellering også for arealer som er mindre enn 50 ha.

For større nedbørsfelt ($A > 50$ ha) skal hydrauliske/hydrologiske datamodeller benyttes. Slike modeller må også benyttes for arealer mindre enn 50 ha er hvor en har spesielle forhold, kompliserte nedbørsfelt eller hvor konsekvenser ved feildimensjonering vil være store. Dette må avklares i tidlig planfase gjennom kontakt med VAR Utvikling og forvaltning hos Kommunalteknikk.

Generelt skal overvannssystem og fellessystem dimensjoneres i henhold til NS EN-752 «Utendørs avløpssystemer Forvaltning av avløpssystemer». Denne VA-norm gjelder foran NS EN-752.

Alle beregninger skal utføres av personell med tilfredsstillende kompetanse innenfor fagfeltet og alle nødvendige beregninger skal dokumenteres.

2.1 Forenklete beregninger, den rasjonelle metode

2.1.1 Den rasjonelle formel

For små, homogene felt ($< 0,5 \text{ km}^2$) kan man benytte den rasjonelle metode for beregning av overvannsmengder og for dimensjonering av ledninger.

Rasjonelle formel: $Q = K \cdot \Phi \cdot I \cdot A$

Q: Beregnet vannføring (l/s)

K: klimafaktor

Φ : avrenningskoeffisient

I: nedbørsintensitet fra IVF kurve ved valgt varighet (l/s*ha)

A: nedbørsfeltets areal (ha)

Ved bruk av den rasjonelle formel blir fremgangsmåten for beregning av overvannsmengder i et punkt som følger:

1. Anslå fornuftig verdi for avrenningstid på overflaten t_s (se kap. 2.1.4).
2. Anslå fornuftig verdi for vannhastigheten v i ledningen (bruke gjerne Colebrooks formel).
3. Beregn tiden $t_l = l/v$ i ledningen.
4. Beregn konsentrasjonstiden $t_k = t_l + t_s$ og sett regnvarigheten lik denne.
5. Velg gjentaksintervall (for eksempel lik 20 år).
6. Gå inn i IVF kurve med varighet lik t_k og valgt gjentaksintervall og les av tilhørende regnintensitet I (se kap. 5.1).

7. Beregn midlere avrenningskoeffisient Φ (se kap. 2.1.3)
8. Sett klimafaktor (se kap. 0)
9. Beregn vannmengden $Q = K * \Phi * I * A$.
10. Finn ledningsdiameter ved hjelp av en friksjonsformel, for eksempel Colebrooks formel.
11. Finn vannhastigheten ved hjelp av delfyllingsdiagram og sammenlign denne med verdien antatt i pkt. 2. Hvis det er et stort gap mellom antatt og beregnet verdi, gjenta beregningene.

2.1.2 Tilknyttet areal

Nedbørfeltets areal som bidrar med avrenning i det punktet man beregner må bestemmes. Kartstudie må suppleres med feltbefaring, spesielt i områder med lite fall. Plassering av grøfter og sluk kan ofte ha stor innvirkning på nedbørfeltets grenser. Forhold som kan påvirke arealets størrelse må vurderes, for eksempel tiltak for avskjæring av delarealer, fremtidig tilknytning av nye arealer med mer.

2.1.3 Avrenningskoeffisient

Avrenningskoeffisienten er avhengig av overflatens permeabilitet og beskaffenhet, fallforhold, nedbørsintensitet og nedbørsvarighet. Det må også tas hensyn til at en ved vinterforhold kan ha frosset eller isdekket overflate som gir avrenning tilsvarende tette flater. Ved ikke å anvende avrenningskoeffisienter lavere enn 0,3 vil en normalt også ta høyde for vintersituasjonen. Valg av avrenningskoeffisienter må ta høyde for en eventuell fremtidig endring i arealets overflatetype. En fremtidig utbygging kan medføre økt andel tette flater og dermed høyere avrenningskoeffisient.

Avrenningskoeffisienter kan benyttes som angitt i Tabell 1 nedenfor, men må vurderes ut fra lokale forhold. Det må blant annet tas hensyn til deltakende tette flater, arealstørrelse, arealets fallforhold og grunnforhold.

Tabell 1: Retningsgivende verdier for avrenningskoeffisient (Φ).

Type areal	Avrenningskoeffisient Φ
Tette flater (tak, asfalterte plasser/veger og lignende.)	0,9
Grønne overflater på terreng	0,3
Permeable dekker med mulighet for infiltrasjon (grus, belegningsstein med åpne fuger, gressarmering mm)	0,5
Grønne overflater over konstruksjoner	
Vekstmedium > 80 cm	0,3
Vekstmedium 40-80 cm	0,3
Vekstmedium 10-39 cm	0,4
Vekstmedium 3-9 cm	0,5

Vekstmedium 0-3 cm	0,7
Permanent vannspeil	0
Overflate rennende vann	1

Midlere avrenningskoeffisient beregnes etter formelen:

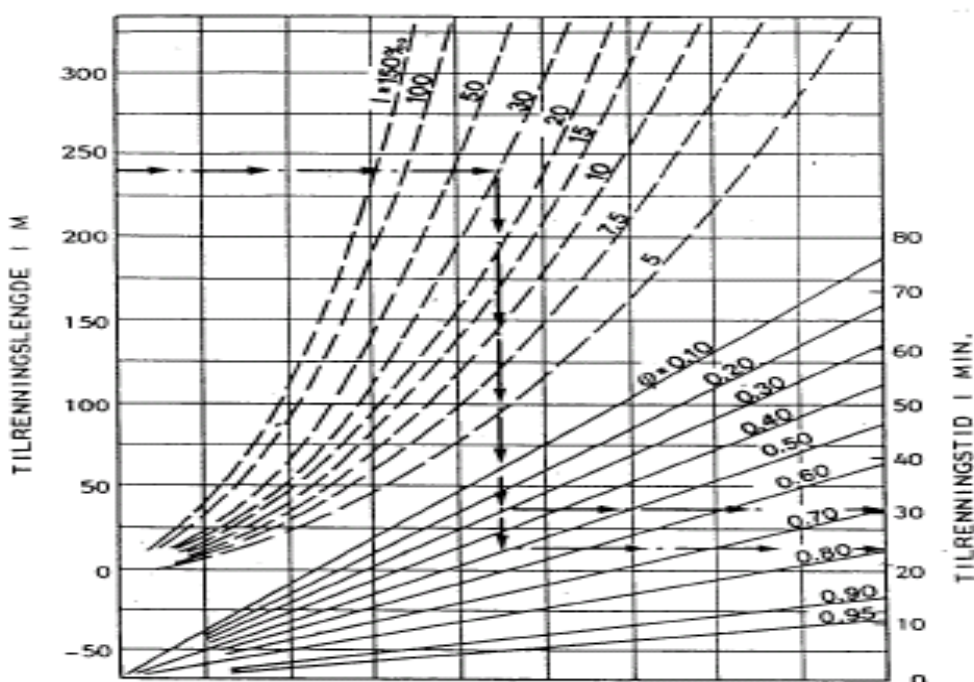
$$\Phi_{\text{midl}} = (\Phi_1 A_1 + \Phi_2 A_2 + \dots + \Phi_n A_n) / (A_1 + A_2 + \dots + A_n)$$

Midlere avrenningskoeffisient mindre enn 0,4 kan være problematisk.

2.1.4 Konsentrasjonstid

Konsentrasjonstid er den lengste tiden det tar for vann som faller på bakken i nedbørfeltets fjerneste punkt å nå fram til det punkt hvor vannmengde skal beregnes.

Konsentrasjonstiden (t_k) består av avrenningstid på overflaten (t_s) og strømmingstid i ledninger, kanaler, grøfter o.l. ($t_l = l/v$). Konsentrasjonstid (t_k) kan bestemmes med bruk av nomogrammer og/eller formler. Figur 2 viser diagram for beregning av tilrenningstid for avrenning på overflaten.



Figur 2 Diagram for beregning av tilrenningstid for avrenning på overflaten (fra TA-550, SFT, 1979). Eksempel viser tilrenningslengde 240 m, fall $I=30\%$, Φ er 0,30 og 0,50. Tilrenningstiden blir hhv. 30 og 25 min.

Tilrenningstid for et areal velges aldri mindre enn 3 minutter. I områder med blanding av tette og permeable flater kan tilrenningstiden for permeable randområder være uinteressant.

Valg av konsentrasjonstider skal baseres på følgende:

- Normalt vil den største vannmengden forekomme når regnets varighet settes lik konsentrasjonstiden til hele feltet som bidrar til avrenningen.
- Det kan være felt hvor avrenningen blir større når for eksempel kun de tette flatene bidrar, fordi en kortere regnvarighet gir en høyere intensitet. Dette vil avhenge av feltets utforming og størrelse. I slike tilfeller kan dimensjonerende regnvarighet være kortere enn konsentrasjonstiden.
- Tillatt påslipp etter fordrøyning fastsettes for å unngå overbelastning av nedenforliggende systemer. Det er derfor viktig at konsentrasjonstiden som benyttes for fastsetting av videreført vannmengde tilsvarer konsentrasjonstiden til hele avløpssystemet, ikke bare konsentrasjonstiden til den aktuelle utbyggingen.
- Ved dimensjonering av fordrøyning skal nødvendig volum vurderes for alle regnvarigheter (se kap. 3.2).

2.2 Hydrauliske datamodeller

2.2.1 Dimensjonering av ledningsnett

For nedbørsfelt større enn 50 ha (0,5 km²), for mindre nedbørsfelt med kompliserte avrenningsforhold, eller der konsekvenser ved feildimensjonering er store, skal det benyttes data baserte simuleringsmodeller ved beregning av overvannsmengder og dimensjonering av ledningsanlegg.

Trondheim kommune har avløpsmodeller for en del avløpsfelt (MIKE Urban eller MIKE+). Prosjekterende kan få tilgang til disse ved å ta kontakt med Avdeling VAR utvikling og forvaltning hos Kommunalteknikk. Modellene er av ulik årgang og kan ha behov for oppdatering og eventuelt kalibrering før de kan benyttes til beregninger. Andre typer programvare, som for eksempel, EPAs SWMM kan også benyttes.

NS-EN 752 anbefaler at nivå av sikring mot oversvømmelse vurderes særskilt. Ledningssystem dimensjoneres først som for mindre anlegg, deretter benyttes simuleringsmodell for å kontrollere at sikring mot oversvømmelse er i henhold til gjentakintervall for dimensjonerende oversvømmelseshyppighet.

2.2.2 Vurdering av flomveier, bekker og overvannsflom

For å kunne vurdere de totale konsekvensene ved store avrenningshendelse må også avrenningen på terreng vurderes. Dette krever som regel bruk av analyse/modelleringsverktøy. Krav til detaljering av modell vil være avhengig av hva resultatene skal brukes til.

Flere ulike modelleringsverktøy kan benyttes til slike analyser, som for eksempel MIKE, SWMM og HEC-RAS. Valg av verktøy skal sees i forhold til hva som skal modelleres. Valg av verktøy skal begrunnes.

For nedbørsfelt som er dominert av naturområder har NVE en rekke verktøy som kan benyttes for å beregne flomvannmengder slik som formelverk for små nedbørsfelt, PQRUT og flomfrekvensanalyser basert på målestasjoner. NVEs veileder 7/2015 oppsummerer disse verktøyene. For nedbørsfelt med større andel urbane områder vil disse verktøyene ikke være godt egnet alene, men de kan fungere som referanseverdier for sammenligning med andre metoder. Det kan være nyttig å kontrollere beregningsresultater mot avrenningsdata for Sagelva hydrologiske forsøksfelt ved Jonsvatnet, hvor NVE har en målestasjon som måler avrenning fra nedbørsfelt på henholdsvis 1,8 km², 3,4 km² og 8 km². Nedslagsfeltet består av

skog og myr men ved store flomhendelser er den beregnede avrenningskoeffisienten svært høy. Dette gjelder spesielt for kombinerte regn- og snøsmeltehendelser. Avløpsdataene viser at både spesifikk flom og beregnet avrenningskoeffisient avtar med økende feltstørrelse. Måledata kan lastes ned fra <https://sildre.nve.no/>.

For urbane områder vil best resultat oppnås om man kan se på en kombinasjon av overflateavrenning og vannstrømmer i ledningsnett. For beregning av overflateavrenning benyttes nedbør-avløpsmodeller og/eller en hydraulisk overflatemodell. Dersom det finnes ledningsnettmodell for området som skal analyseres bør overflate modelleringen kobles til ledningsnettmodellen. Dersom det ikke finnes ledningsnettmodell må man vurdere om det er tilstrekkelig å anta kapasitet i ledningsnett, eller om det bør etableres en fullstendig eller en forenklet ledningsnettmodell.

3 Krav til dimensjonering

3.1 Dimensjonering av lokal overvannshåndtering med naturbaserte metoder (trinn 1)

Trinn 1 skal dimensjoneres til å håndtere daglige nedbørshendelser, og gjelder alle arealplaner og tiltak etter pbl § 20-1 bokstav a og l. Hovedprinsippet er at avrenning fra alle tette flater skal via et trinn 1 tiltak før det går videre til neste trinn i overvannshåndteringen.

Trinn 1 skal håndtere de små vannmengdene fra de tette flatene. Håndteringen skal skje basert på naturens prinsipper for vannhåndtering ved at vann holdes tilbake i forsenkninger og i jordmasser, brukes av vegetasjonen og infiltrerer i grunnen. Eksempler på slike løsninger kan være regnbed (forsenkede plantebed), andre terrengforsenkninger, blå/grønne tak, åpne vannløp og dammer, gatetrær, bruk av permeable dekker med mer.

Trinn 1 skal dimensjoneres for 5 mm og varighet over 10 min for alle tette flater.

Dette tilsvarer et regn med gjentakintervall på ca. 6 måneder ved kommunens nedbørmålestasjoner, og kan utgjøre totalt opp mot ca. 90% av all årsnedbør i volum. Kravet stilles kun til tette flater, da permeable dekker er et trinn 1 tiltak i seg selv som forventes å kunne håndtere disse vannmengdene uten å medføre avrenning.

Volumbaserte løsninger skal dimensjoneres for et volum tilsvarende 5 mm * areal tette flater.

Infiltrasjonsbaserte løsninger skal dimensjoneres for en nedbørshendelse med intensitet 5 mm/10 min.

Ved begrenset infiltrasjonskapasitet i grunnen, skal man etablere drenering som samler opp overvann under/etter tiltaket og føre dette til neste steg i overvannshåndteringen.

Infiltrasjonen vil da foregå i de øvre jordlagene. Effekten vil likevel være god da man vil få en betydelig forsinkelse av flomtoppen.

3.1.1 Blågrønn faktor

Trondheim kommune innfører av krav om blågrønn faktor for alle plan- og byggetiltak i forbindelse med revisjon av kommuneplanenes arealdel. Dimensjonering av lokal overvannshåndtering ved trinn 1 skal dokumenteres med VA-tekniske beregninger, i tillegg til at man viser at man oppfyller krav til blågrønn faktor.

3.1.2 Rensing av overvann

Der overvannstiltaket vil kunne påvirke vannkvalitet eller miljøtilstand i vassdraget negativt, skal det etableres rensertiltak. Avrenning fra forurensende arealbruk må gå via relevante rensertiltak før det føres til resipient. Eksempler på forurensende arealbruk er avrenning fra veier, gater, plasser, fortau, terminalområder, industriarealer og lignende. Ved planlegging av slike arealer skal det alltid vurderes behov for rensing av overvann. I de fleste tilfeller vil det være naturlig å dimensjonere rensertiltak i forbindelse med dimensjonering av trinn 1 løsningene.

3.2 Dimensjonering av lokal overvannshåndtering i form av fordrøyning (trinn 2)

Lokal overvannshåndtering i form av fordrøyning skal etableres dersom det er fare for overbelastning av nedstrøms ledningsnett. Det gjelder alle utbygginger som er tilknyttet fellessystem eller uvirksomt separatsystem nedstrøms. Det gis unntak fra krav til fordrøyning der det kan dokumenteres at det ikke er kapasitetsproblemer på det kommunale nettet eller nedstrøms resipient. Fordrøyning skal også etableres dersom det er stor skadepotensiale ved overbelastning av nedstrøms separate overvannssystem eller nedstrøms naturlige resipienter. Fordrøyning kan utformes både som åpne og lukkede anlegg.

Fordrøyningsanlegg dimensjoneres i to steg. Først bestemmes tillatt videreført vannmengde, før nødvendig fordrøyningsvolum kan beregnes.

3.2.1 Tillatt videreført vannmengde

Fordrøyningsvolumer skal ivareta hensynet til hele det nedstrøms avløpssystemet. Maksimalt tillatt videreført vannmengde skal derfor beregnes basert på den verst tenkelige situasjonen for hele nedbørsfeltet. Dette er når hele feltet bidrar med avrenning, beregnet ved å benytte en regnvarighet lik konsentrasjonstiden til hele avløpsfeltet.

Mye av dagens avløpssystem ble dimensjonert med det som tilsvarte et 20 års regn ved dimensjoneringstidspunktet. Dette regnet tilsvarende ca. et 10 års regn på dagens IVF kurve. Andelen tette flater var den gang lavere og tilknyttet areal har i mange tilfeller økt. For å ta høyde for dette setter vi avrenningskoeffisient for før situasjonen lav ($\Phi=0,3$).

Tillatt videreført vannmengde beregnes lik avrenning ved:

- Et 10 års regn på dagens IVF kurve
- En avrenningskoeffisient lik 0,3
- Regnvarighet lik konsentrasjonstiden til hele avløpsfeltet

Tillatt videreført vannmengde til kommunalt nett kan økes dersom det kan dokumenteres at nedstrøms system har større kapasitet.

I bestemte områder kan kommunen bestemme at overvann ikke skal føres til kommunal ledning. Dette er for eksempel aktuelt i områder med for liten kapasitet på kommunal ledning.

Ved utslipp til andre resipienter (ikke kommunalt nett) må det gjøres en egen vurdering av nedstrøms systems kapasitet (for eksempel kapasitet og erosjonsfare i bekkeprofiler).

3.2.2 Dimensjonering av nødvendig fordrøyningsvolum

Det finnes ulike metoder for å beregne nødvendig fordrøyningsvolum. Her beskrives regnenvelopmetoden som kan gjøres i et enkelt regneark. Andre metoder kan benyttes dersom det er mer hensiktsmessig.

Fordrøyningsvolum skal dimensjoneres for å kunne ta imot et dimensjonerende nedbør med gjentaksintervall 20 år (for IVF kurve se kap. 5.1) med klimapåslag (se kap. 0).

Regnenvelopmetoden:

1. Dimensjonerende nedbør hentes fra IVF kurve for Trondheim (se kap. 5.1). Klimapåslag benyttes som beskrevet i kap. 0.
2. Det benyttes en beregnet midlere avrenningskoeffisient for situasjon etter utbygging (se kap. 2.1.3)
3. Beregn tilløpsvolum V_{inn} (avrenning fra feltet) ved alle nedbørvarigheter på IVF kurva.
4. Beregn utløpsvolum V_{ut} ved å benytte tillatt videreført vannmengde (se kap. 3.2.1). Vurder hvilken effektivitetsfaktor som skal benyttes for vannføringsregulatoren (se tekst under).
5. Beregn nødvendig fordrøyningsvolum $V_{fordrøyning}$ ved ulike regnvarigheter. $V_{fordrøyning} = V_{inn} - V_{ut}$.
6. Bestem maksimalt nødvendig fordrøyningsvolum, kontrollerer at dimensjonerende varighet er høyere en konsentrasjonstiden til feltet som føres til fordrøyningsmagasinet.

Vannføringen ut i fra bassenget må kontrolleres ved hjelp av en regulator, primært et virvelkammer. Regulatoren eller virvelkammerets effektivitetsfaktor påvirker samspillet mellom volum og videreført vannmengde. Denne settes normalt til 0,7 som tilsvare det teoretiske forholdet mellom maks og midlere avrenning over trykkehøyden for et strupet utløp. Dersom det kan fremlegges god dokumentasjon på at effektivitetsfaktoren til vannføringsregulatoren er høyere enn dette kan en annen effektivitetsfaktor benyttes og fordrøyningsvolumet optimaliseres. Dette kan gjøres ved å analysere fylling/ tømning av magasinet over tid.

Lokal overvannshåndtering med naturbaserte metoder (trinn 1) og fordrøyningsanlegg skal dimensjoneres samlet slik at påslipp til kommunalt nett ikke overstiger tillatt videreført mengde ved et 20 års regn. Vannmengder utover dette skal kunne føres trygt ut av området på overflaten til nedstrøms flomvei.

3.3 Dimensjonering av offentlig ledningsnett eller annen transportvei for overvann (trinn 2)

Transportsystemet for overvann skal håndtere en dimensjonerende regnskyllhyppighet på 20 år med klimapåslag, eventuelt dimensjonerende oversvømmelseshyppighet med 30 år i fremtidig klima.

Det skal ikke oppstå oppstuvning i ledningsnettet for dimensjonerende regnskyllhyppighet, eventuelt det skal ikke oppstå oppstuvning til kjellernivå/marknivå for dimensjonerende oversvømmelseshyppighet.

I områder hvor oversvømmelse medfører relativt små konsekvenser kan dimensjonerende regnskyllhyppighet benyttes. Da skal ledningsanlegg dimensjoneres for fylt ledning, slik at oppstuvning ikke forekommer ved dimensjonerende regnskyllshyppighet. I områder hvor oversvømmelser vil medføre større konsekvenser skal normalt dimensjonerende

oversvømmelseshyppighet benyttes. I slike tilfeller skal beregninger fortrinnsvis utføres med bruk av datamodeller, se kap. 2.2.

Ovennevnte verdier er minimumsverdier. Høyere gjentaksintervall må benyttes der skadepotensialet er stort. Dersom oversvømmelser vil medføre store kostnader/alvorlige konsekvenser må det vurderes å benytte lengre gjentaksintervall. Det samme kan sies dersom kostnaden ved å benytte høyere gjentaksintervall er lav.

For spesielle konstruksjoner som flomforebygging, elvekulverter, kritiske underganger og lignende se kap. 3.4.

Det skal benyttes nedbørdata (IVF-kurver) fra målestasjoner i Trondheim kommune som vist i kap. 5.1 og klimafaktorer basert på anbefalinger i Rapport 5/2019 fra Norsk klimaservicesenter og som vist i kap. 0.

3.4 Dimensjonering av flomveier, bekkeløp mm (trinn 3)

Konsekvenser ved ekstreme regn skal beregnes i henhold til NVEs veileder (nr. 4/2022) for 100 års nedbør med klimapåslag.

Akseptable konsekvenser for overvann på overflaten er gitt ved tabell 4-1 i NVEs veileder. Ved overskridelse av grenseverdier i denne tabellen skal areal tilrettelegges for funksjonen det vil ha som flomvei (bekker, terrengforsenkninger, veiarealer med mer). Arealer/traseer til flomvei skal sikres i plan ved bruk av arealformål, hensynssone og/eller linje i kart. Arealer/traseer til flomvei skal prosjekteres med materialer og løsninger som ivaretar funksjonen.

For dimensjonering av erosjonssikring, bekkeløp, kulverter, stikkrenner og lignende skal dimensjoneringsgrunnlaget vurderes spesielt. I slike tilfeller vil andre sentrale myndigheter slik som Statens Vegvesen og NVE stille egne krav. Dette gjelder også byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensning på omgivelsene, hvor anbefalingene i TEK17, kap. 7 benyttes.

Følgende situasjoner skal beregnes. Situasjon med størst konsekvens benyttes:

- Kortvarig intens regn som opptrer på sommeren når man har normal avrenning på overflaten og infiltrasjon. Det benyttes et konstruert nedbør basert på alle varigheter opp til 2 timer.
- Langvarig vinterhendelse med frossen mark og ingen infiltrasjon. Konstruert nedbør basert på alle varigheter fra 2 timer opp til et døgn.

4 Løsninger for håndtering av overvann

Lokal håndtering av overvann inkluderer naturbaserte metoder (trinn 1) og fordrøyningsvolumer (trinn 2). Naturbaserte metoder baserer seg på naturens prinsipper for vannhåndtering. Vann holdes tilbake i forsenkninger og jordmasser, brukes av vegetasjonen, fordampes eller infiltrerer i grunnen. I dette kapittel beskrives kort en del aktuelle metoder for overvannshåndtering. Oversikten er ikke uttømmende.

4.1 Infiltrasjon

Infiltrasjon av overvann er en foretrukket metode for lokal håndtering av overvann, og skal benyttes der grunnforholdene tillater dette. Ved planlegging og dimensjonering av

infiltrasjonsanlegg skal grunnforholdene vurderes av geoteknisk/hydrogeologisk sakkyndig. Et eksempel på områder som er egnet for infiltrasjonsløsninger er Midtbyen.

Aktuelle løsninger for infiltrasjon av overvann kan være regnbed, terrengforsenkninger, permeable dekker, infiltrasjonssandfang eller infiltrasjonsrør lagt parallelt med øvrig ledningsnett.

I områder hvor man kan forvente lav infiltrasjonskapasitet (leire) kan man likevel bygge løsninger som baserer seg på infiltrasjon i de øvre jordlagene (grunn infiltrasjon). Det vil si at man etablerer masser som egner seg for infiltrasjon under for eksempel et regnbed, terrengforsenkninger eller permeable dekker, og at man legger et dreneringssystem under. Dreneringssystemet føres inn på nedenforliggende fordrøyningsbasseng eller kommunalt nett. En slik løsning vil gi en betydelig forsinkelse i avrenningen.

4.1.1 Bruk av infiltrasjonssandfang

I områder med egnede grunnforhold skal infiltrasjonssandfang benyttes i stedet for tradisjonelle sandfang.

4.2 Permeable dekker

Permeable dekker kan benyttes der man har behov for slitesterke overflater, men likevel vil beholde muligheten for vann til å infiltrere ned i de øvre jordlagene, og eventuelt helt ned til grunnvannet. Vannet må kunne finne veien ned gjennom dekket via åpen rom mellom stein eller via fuger mellom belegningsstein. For at dette skal fungere må overbygningen konstrueres uten finstoff (unngå fraksjoner helt ned til null, benytt for eksempel fraksjon 2-5 mm).

Eksempler på permeable dekker kan være:

- Grus, finpukk, singel
- Sand og bark (for eksempel på lekearealer)
- Gressarmerings produkter
- Permeabel belegningsstein
- Belegningsstein med tilpassede fuger
- Permeable asfalt (her må fare for gjentetting og frost vurderes)

4.3 Grønne tak

Grønne tak er flater på tak som er dekket av vegetasjon. Nedbør som ikke tas opp og forbrukes av vegetasjonslaget eller fordamper, vil sige ned i et underliggende dreneringslag og føres til takrenner/taknedløp. Type vegetasjon som kan benyttes avgjøres av tykkelsen og sammensetningen på jordlaget. Ved valg av tykkelse på et grønt tak må man sikre at bygningskonstruksjon har tilstrekkelig bæreevne.

Grønne tak har en rekke fordeler i tillegg til evnen til å tilbakeholde og bruke regnvann. Taket kan være et habitat for insekter, fugler og andre organismer. Takets overflate vil beskyttes mot UV-stråling og dermed kunne få en forlenget levetid. Grønne tak reduserer temperaturvariasjoner lokalt. Dette kan bla. være hensiktsmessig for tak med begrenset isolasjon (lagerbygg, takoverbygg eller lignende) eller for solcellepaneler. Grønne tak kan bidra med en estetisk verdi og det kan gi muligheter for etablering av uterom på tak. Denne type fordeler bør tas med i betraktning når man velger oppbygning, utforming og arter for grønne tak.

4.4 Blågrønne tak

Blågrønne tak er tak som kombinerer vegetasjon med muligheter for magasinering av vann. Dette krever at man etablerer et kontrollert strupet utløp. Et slikt tak vi kunne fungere som en kombinasjon av et trinn 1 (naturbasert overvannshåndtering) og et trinn 2 (fordrøyningsvolum) tiltak.

4.5 Grønne fasader og vegger

Grønne fasader og vegger kan etableres ved bruk av klatreplanter fra bakkenivå eller det kan benyttes løsninger som festes på bygningen. Dersom dette kombineres med et magasin der regnvann samles for senere å brukes av plantene vil dette kunne bidra til overvannshåndteringen.

4.6 Regnbed

Regnbed består av en beplantet forsenkning i terrenget der overvann kan samles. Vann holdes midlertidig tilbake, infiltrerer ned i regnbedet, lagres i jordmassene og forbrukes av vegetasjonen. Dersom det er liten infiltrasjonskapasitet i grunnen kan man etablere et drencsystem i bunn. Regnbed kan også fungere som et rensetrinn for forurenset overvann. Regnbed kan håndtere relativt store mengder overvann på et begrenset areal. Tiltaket er egnet både i park/ hage arealer og i parkering og vegarealer. Vegetasjon som benyttes må tilpasses lokalt klima, vannkvalitet (det kan for eksempel være behov for salttolerante arter langs veg), ønsket uttrykk og tilgjengelige ressurser for drift og vedlikehold.

4.7 Trær

Trær er viktige for bymiljø og for det lokale klimaet. Trær trenger mye vann for god vekst. Ved å kombinere trær med overvannshåndtering kan man få bedre vekstforhold for trærne, samtidig som man reduserer overvannsmengdene som føres ut av et område. Dette krever at man leder overvannet til trærne og at man etablerer muligheter for å magasinere vann for senere bruk. Slike tiltak må planlegges i detalj av fagkyndige, med blant annet overløp for å unngå drukning av trær. Takvann er spesielt godt egnet for bruk i slike løsninger. Ved forurenset overvann må løsninger vurderes spesielt. Dette gjelder spesielt bruk av overvann fra vegarealer som saltes om vinteren. Dette kan for eksempel løses ved at man etablerer en todelt løsning hvor avrenning fra veg til trær stenges i sesongen det saltes. Trær for overvannshåndtering kan gjerne kombineres med regnbed.

4.8 Våtmark

En våtmark er et eget økosystem som kan ha god renseeffekt på forurenset overvann. Våtmark benyttes for eksempel for å redusere nærings- og partikkelavrenning fra landbruksarealer. Det kreves god kunnskap om økologien for å planlegge slike tiltak.

4.9 Åpne vannveier

Åpne vannveier kan ved å lede vann på overflaten forsinke avrenning, fungere som infiltrasjonsanlegg og redusere partikkelavrenning.

Åpne vannveier kan utformes på flere måter:

- som tradisjonelle grøfter

- som forsenkninger med slake sider (også kalt vadi)
- som renner
- som kanaler
- som bekkeløp.

4.10 Fordrøyningsvolumer

Fordrøyningsvolumer kan etableres både som åpne og nedgravde løsninger. Åpne løsninger kan være permanente dammer, men det kan også være arealer som oversvømmes kun midlertidig.

Alle fordrøyningsvolumer som etableres må ha et system for å kontrollere vannføring ut. Det må etableres sandfang, slamlomme eller lignende ved innløp som skal kunne tømmes. Løsningen som velges må kunne vedlikeholdes. Dette gjelder både at man skal kunne tømme sandfang/slamlomme med maskinelt utstyr og at basseng for øvrig skal kunne rengjøres (for eksempel med spyling).

Ved bruk av åpne dammer som fordrøyningsvolum må dammen ha ekstra kapasitet til å magasinere vann. Utforming skal sees i sammenheng med landskapsutforming, bruken av området for øvrig og vurderinger knyttet til naturverdier.

Midlertidige oversvømmelsesarealer muliggjør en sambruk av arealer. Ved bruk av midlertidige oversvømmelsesarealer må man sørge for at området dreneres helt etter å ha vært i bruk, slik at det igjen kan benyttes til vanlig bruk. Hyppigheten, hvor ofte området blir aktivert, må vurderes opp mot øvrig bruk av arealene.

For nedgravde løsninger er store rør av betong eller plast, eventuelt kassetter av plast mest aktuelt. Kommunale fordrøyningsanlegg skal bygges i henhold til Trondheim kommunes normtegninger. For private anlegg kan alternative utforminger godkjennes så lenge det dokumenteres at de oppfyller avsnitt to ovenfor. Kommunale anlegget skal ha like lang levetid som ledningsanlegget for øvrig, dvs. minst 100 år. Bruk av magasiner av stein eller pukk godkjennes i regelen ikke.

Overløp fra fordrøyningsanlegg skal føres på terreng til nedstrøms flomvei. Plassering av fordrøyningsanlegg må ses i sammenheng med løsninger for flomvei for å forhindre vannskader ved eventuell oversvømmelse av fordrøyningsanlegget.

4.11 Rensing av overvann

Bruk av sandfang vil være et aktuelt rensetrinn for overvann fra mindre trafikkerte arealer. Rensing av overvann i trinn1 kan foregå på vegeterte arealer. Ved behov for egne renseløsninger, bør det legges vekt på å oppnå løsninger som er driftssikre og stabile med hensyn til rensing og kapasitet. Ulike typer infiltrasjonsanlegg, filterløsninger, bassenger, siler eller virvelavskillere kan være aktuelle løsninger.

4.12 Eksisterende vannveier

Eksisterende vannveier skal opprettholdes. Bekkelukking skal godkjennes av NVE. Dette er hjemlet i Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven). Som vassdrag regnes her stillestående eller rennende vann med årssikker vannføring (vannressursloven § 2). Bekkelukking regnes som vassdragstiltak (vannressursloven § 3 og 8). Gjenlagte bekker skal alltid vurderes for mulig åpning når det utføres tiltak som berører disse.

4.13 Gjenbruk av vann

Regnvann kan samles opp og benyttes til andre formål. Det vanligste vil være å benytte dette vannet til vanning, men også gjenbruk som spylevann, toalettvann og lignende er mulig. Dersom oppsamlingen av vann skal ha en positiv nytte i form av å holde tilbake regnvann under regnskyll er det viktig at disse tømmes før neste regn. Løsning for dette må synliggjøres dersom tiltaket skal være en del av den lokale overvannshåndteringen. Det er også viktig å ta hensyn til utfordringer knyttet til frost dersom oppsamlingsvolumet ikke er plassert frostoffritt.

5 Nedbør

I Trondheim er det utplassert 8 målestasjoner for korttidsnedbør. Tyholt ble etablert i 1965 og har vært flyttet to ganger, først til Moholt i 1993 og siden til Voll i 2002. Risvollan har vært i drift siden 1986. Lade, Ranheim, Sverresborg og Saupstad har vært i drift siden 2004, mens målestasjonen ved Høvringen ble etablert i 2018 og Klæbu 2019.

Oppdaterte IVF kurver for alle 6 stasjoner med 15 år eller mer driftstid ble utarbeidet av Meteorologisk institutt på vegne av Trondheim kommune i 2019. Det var små forskjeller mellom kurvene fra de ulike stasjonene, og kurvene viste ingen klare forskjeller mellom stasjonene som kunne forklares med høyde over havet eller geografisk plassering. Ny IVF-kurve som skal brukes til dimensjonering i Trondheim kommune er basert på et gjennomsnitt av de 6 nye individuelle IVF-kurvene og er vist i Figur 3, Tabell 2 og Tabell 3. Kurven er basert på stasjonene (og periodene): Voll (2002-2018); Risvollan (1987-2018); Lade (2004-2018); Ranheim (2004-2018); Saupstad (2004-2018) og Sverresborg (2004-2018). Digital IVF-kurve kan lastes ned fra kommunens hjemmeside

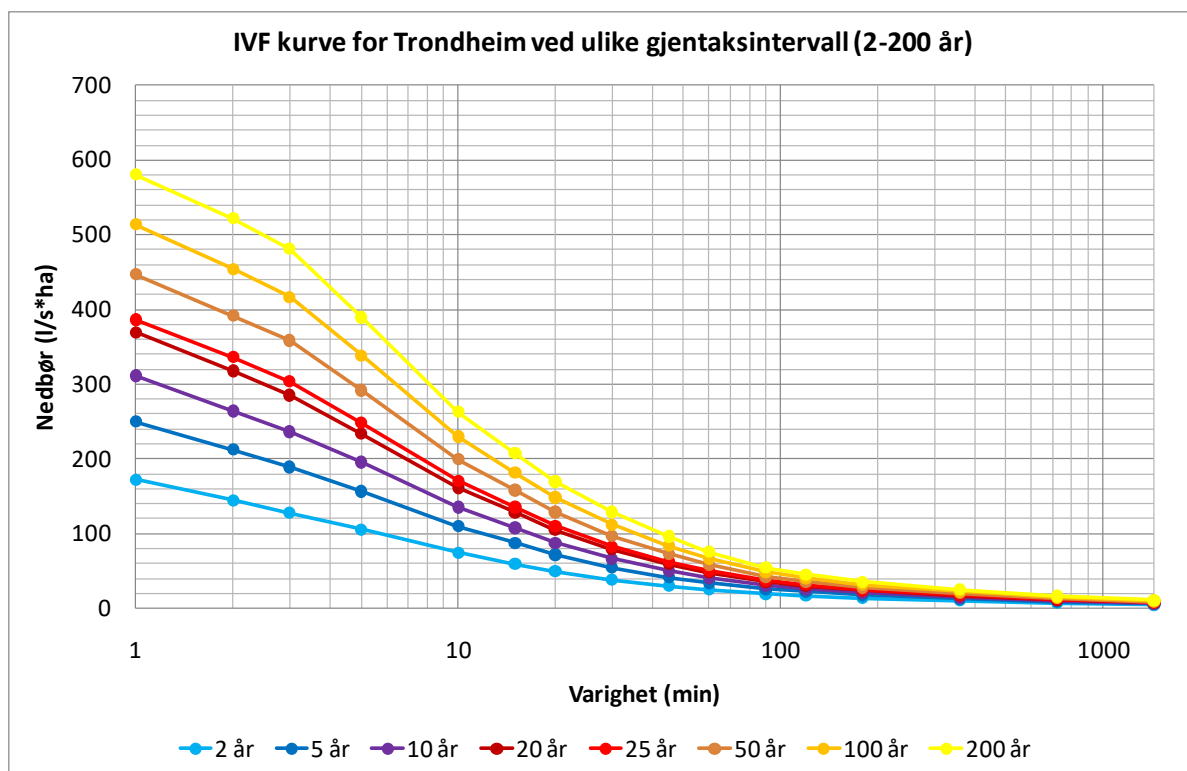
(https://www.trondheim.kommune.no/tema/bygg-kart-og-eiendom/for-leverandorer/prosjekteringsverktoy/#vannavlop_og_renovasjon)

Historiske regndata for alle målestasjoner i Trondheim kommune kan hentes hos Norsk Klimaservicesenter (<https://klimaservicesenter.no/>).

5.1 IVF kurve for Trondheim

Tabell 2. Nedbørintensitet ($l/s \cdot ha$) ved ulike regnvarigheter (1-1440 min) og gjentaksintervall (2-200 år)

	Varighet (min)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2 år	172	144	128	106	75	59	49	38	30	25	20	17	14	10	7	5
5 år	250	213	189	157	110	87	72	54	41	34	26	22	18	13	9	6
10 år	311	264	236	196	136	108	88	66	50	41	31	26	21	15	10	7
20 år	369	318	285	234	162	128	105	79	59	48	36	30	24	17	12	8
25 år	386	336	304	248	171	135	110	83	62	50	37	31	25	18	12	8
50 år	447	392	358	292	199	158	129	97	73	58	43	36	28	20	13	9
100 år	514	454	417	338	230	181	148	112	84	66	48	40	31	23	15	10
200 år	581	522	481	389	263	207	170	129	96	76	55	45	35	25	17	11



Figur 3: IVF-kurver for Trondheim. Kurven er basert på et snitt av utarbeidede IVF-kurver for stasjonene Voll (2002-2018), Risvollan (1987-2018), Lade (2004-2018), Ranheim (2004-2018), Saupstad (2004-2018) og Sverresborg (2004-2018)

Tabell 3 Nedbørsum (mm) ved ulike varigheter(1-1440 min) og gjentaksintervall (2-200 år)

	Varighet (min)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2 år	1.0	1.7	2.3	3.2	4.5	5.4	5.9	6.8	8.1	9.0	10.7	12.4	15.0	22.0	31.0	40.8
5 år	1.5	2.6	3.4	4.7	6.6	7.9	8.6	9.8	11.2	12.3	14.1	16.1	19.3	27.8	38.6	51.2
10 år	1.9	3.2	4.3	5.9	8.1	9.7	10.5	11.9	13.5	14.7	16.6	18.8	22.4	32.1	44.1	58.7
20 år	2.2	3.8	5.1	7.0	9.7	11.5	12.6	14.2	16.0	17.2	19.2	21.7	25.6	36.7	49.8	66.3
25 år	2.3	4.0	5.5	7.5	10.3	12.2	13.2	14.9	16.9	18.1	20.1	22.6	26.7	38.2	51.7	68.9
50 år	2.7	4.7	6.5	8.8	12.0	14.2	15.4	17.4	19.6	20.9	23.0	25.7	30.2	43.2	57.9	77.1
100 år	3.1	5.5	7.5	10.2	13.8	16.3	17.8	20.2	22.7	23.9	26.1	29.1	34.0	48.6	64.6	85.7
200 år	3.5	6.3	8.7	11.7	15.8	18.7	20.4	23.2	26.0	27.3	29.5	32.7	38.1	54.7	71.8	94.9

5.2 Klimapåslag

Ved bruk av klimapåslag skal det benyttes klimafaktorer basert på anbefalinger i Rapport 5/2019 fra Norsk klimaservicesenter og som vist i Tabell 4.

Tabell 4 Klimafaktorer (K) som skal benyttes for Trondheim som funksjon av varighet og gjentaksintervall på nedbør

Varighet	Returperiode < 50 år	Returperiode \geq 50 år
\leq 1 time	1.4	1.5
2-3 timer	1.4	1.4
4-6 timer	1.3	1.4
7-24 timer	1.3	1.3