

1 FORMÅL

Formålet med VA/Miljø-bladet er å gi en veiledning til kommuner og VA-konsulenter om prinsipper og løsninger ved håndtering av overvann i byer. Ved å bruke disse prinsippene vil skader i form av kjelleroversvømmelser og andre vannskader minke. Videre vil forurensningsutslippene til vannforekomster reduseres, bybildet og rekreasjonsmulighetene forbedres og det biologiske mangfoldet i byene styrkes.

Det fins mange forskningsrapporter, VA/Miljø-blad og veiledninger om dette emnet som har et betydelig omfang og stor fordypning på enkeltelementene. Dette VA/Miljø-bladet gir en helhetlig, overordnet og sammenfattende, men likevel konsentrert beskrivelse av problemstilling, virkemåter og tekniske løsninger. Det fungerer også som en innføringsportal til feltet lokal håndtering av overvann (LOD).

2 BEGRENSNINGER

Avløpssituasjonen varierer svært mye fra felt til felt og er avhengig av en lang rekke spesielle og lokale forhold. I enkelte områder og kommuner kan det tenkes at lokal overvannshåndtering (LOD) ikke er det mest effektive og økonomiske alternativet, og at derimot konvensjonelt ledningsnett er beste løsning sett utfra økonomi og funksjonalitet. Videre hvis LOD vurderes som et godt alternativ, som det vanligvis er, kan det tenkes at et bestemt LOD-element passer meget bra i et område, men ikke i et annet område. For å få gode overvannsanlegg bør det være et nært samarbeid mellom byggherre, ingeniører, landskapsarkitekter og entreprenør.

3 FUNKSJONSKRAV

Ved bruk av LOD-løsninger må faren for vannskader vurderes nøye. Problemer som kan oppstå er for eksempel:

- Iskjøving og andre frostrelaterte problemer. Snø og is kan forhindre den planlagte funksjon i LOD-anlegget. Problemet må kompenseres med tilpassede løsninger.
- Veier, parkeringsområder og fortau må kunne bli godt nok drenert ved sterke regn.
- Infiltrasjonskapasiteten i grunnen må være høy nok til å få bort tilstrekkelig overvann, hvis infiltrasjonsløsninger velges.
- Forsumpning av arealer og dårlig drenering av fundamenter, som gir fuktige forhold, må unngås. Vanninntrenging, skader på bygninger og sopp og råte må ha høyt fokus.

- Erosjon av veier, gangstier og andre områder må ikke oppstå som følge av overvann på ville veier.

LOD-anlegg bør ha et sandfang umiddelbart før innløpet, for at ikke dette skal fylles med sedimenter, rusk og rask. Sandfanget bør tømmes minst en gang per år.

4 LØSNINGER

4.1 GENERELL BESKRIVELSE AV PROBLEMSTILLINGEN

Overvann skapes i store mengder ved sterke regnskyl. Det trengs store investeringer for å ta hånd om overvannet, og store skader kan oppstå hvis overvannsmengdene overstiger det ledningssystemet og overflatene er dimensjonert for å tåle.

Flere forhold har medført at overvannsmengdene og skadene ved oversvømmelser og oppstuvninger har økt meget sterkt de siste årene.

Klimaforverringen har kommet mye sterkere enn forventet med kraftigere regnintensiteter og mye hyppigere ekstremregn.

Fortettingen i mange byer har økt sterkt de siste årene, noe som medfører at områder der overvannet kunne infiltreres til grunnen, eller holdes tilbake i vegetasjon eller renne av langsomt i åpne områder, erstattes at tette flater som tak, fortauer, veier, parkeringsplasser etc.

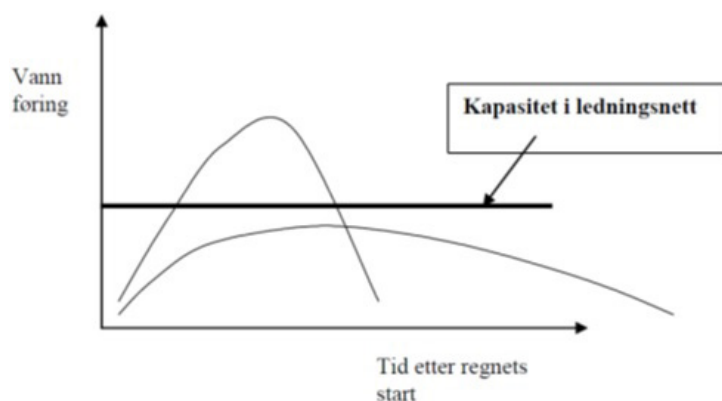
Begge disse drivkreftene vil fortsette å utvikle seg videre i negativ retning i de kommende årene.

Byenes avløpsnett for mottak av overvann; d.v.s. fellesavløpssystemet og overvannsledningene i separat-systemet, ble dimensjonert for mye lavere regnintensiteter og fortettinger enn det man ser nå. Oppdimensjonering av dette avløpsnettet er ofte ikke økonomisk riktig, da man kan avhjelpe problemene med lokal overvannsdisponering (LOD).

Figur 1 viser problemet og løsningen som prinsippskisse. Det oppstår en vannføring etter regnet. Vannføringskurven kalles et hydrogram. Toppen av hydrogrammet ligger over kapasitetsgrensen til avløpssystemet. Man kan tenke seg at den delen av vannføringen som ligger over kapasitetsgrensen forårsaker oppstuvninger med kjelleroversvømmelser, overflommende gater og plasser, økede forurensningsutslipp i regnvannsoverløp, etc.

Ved å håndtere deler av overvannet på overflatene og fordrøye dette lokalt, kan man beholde ledningsnett-et slik det er og likevel senke overvannsføringen i ledningsnett til under kapasitetsgrensen, slik som vist i figur 1. Dette gjøres ved å bruke flere teknikker. Dette er:

- Infiltrasjon av mest mulig overvann til grunnen, slik at totalt avstrømmet overvann i ledningsnett kan minke.
- Holde tilbake mest mulig overvann på overflatene, i åpne dammer og i vegetasjonen der.
- Fordrøye (lagre midlertidig) overvann i f.eks. lukkede mindre magasiner i grunnen (plastkassetter, rørmagasin, tanker eller steinmagasin).
- Frakte den delen av overvannet som ikke lar seg infiltrere i stor nok grad, eller holdes tilbake på overflaten eller i mindre magasin, videre i åpne trygge flomveier gjennom feltet.



Figur 1. Prinsippskisse av overvannsføring etter et sterkt regn, kapasitet i avløpssystemet og en redusert vannføringskurve som kan nås ved bruk av overflatehåndtering av noe av overvannet.

De nevnte løsningene over er deler av den såkalte treleddsstrategien. Ved å kombinere flere ulike løsninger minker overvannsmengdene i ledningsnett slik at kapasitetsgrensen ikke overskrides og problemene dermed unngås.

Man kan tenke seg at overvannhåndteringen i et felt skal basere seg på tre bærebjelker:

- Avløpsledningsnett.
- Overflatehåndteringen med de to første leddene i treleddsstrategien.
- En åpen og trygg flomvei gjennom feltet til en robust resipient.

Villarreal, E. m.fl. (2004) har analysert en etterinstallering med LOD-tiltak i et allerede utbygd område i Malmø med blokkbebyggelse på 20572 m², som hadde ca. 50 % tette flater.

LOD-tiltakene var grønne tak, åpne dammer og åpne renner. Disse kan til sammen holde tilbake et 10-års regn. Når det eksisterende avløpsnett også har kapasitet for et 10-års regn, tilsvarer disse to bærebjelkene til sammen et regn på mer enn ett 200-års regn.

Dersom det skulle komme et «monsterregn», må åpne flomveier ta unna det som overstiger kapasiteten til LOD-anleggene og avløpsnett. Ett 10-årsregn med varighet 30 minutter på Blindern er på 23 mm, mens et tilsvarende 60 minutters regn er på 30 mm. Det betyr at et fordrøyningsvolum for et 10-års regn høyt opp i feltet med konsentrasjonstid på 30 minutter, trenger 23 m³ for 1 dekar tette flater, mens lenger ned i samme feltet med en konsentrasjonstid på 60 minutter trengs 30 m³ for tilsvarende fordrøyning. Det vil si at kravet til fordrøyning for samme gjentakintervall, øker med feltets størrelse oppstrøms tiltaket.

Tabell 1. Renseeffekt for LOD-anlegg (Scottish Environmental Protection Agency 1997).

Type LOD-anlegg	Parameter					
	Partikulært materiale	P	N	BOF	Metaller	Bakterier
Liten "våt" dam uten fordrøyning	60 - 80	40 - 60	20 - 40	20 - 40	20 - 40	Ukjent
Stor "våt" dam uten fordrøyning	80 - 100	60 - 80	40 - 60	40 - 60	60 - 80	Ukjent
"Tørr" dam	30 - 75	10 - 60	10 - 60	24 - 60	30 - 90	50 - 90
"Våt" dam Oppholdstid 9 h	60 - 80	20 - 40	20 - 40	20 - 40	40 - 60	Ukjent
"Våt" dam Oppholdstid 24 h	80 - 100	40 - 60	20 - 40	40 - 60	60 - 80	Ukjent
"Våt" dam Oppholdstid 24 h etterfulgt av våtmark	80 - 100	60 - 80	40 - 60	40 - 60	60 - 80	Ukjent
Infiltrasjon fra terreng, gresskledd stripe med bredde 6 m	20 - 40	0 - 20	0 - 20	0 - 20	20 - 40	Ukjent
Infiltrasjon fra åpne gresskledd grøfter	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	0 - 20	Ukjent
Infiltrasjonsdammer	80 - 100	60 - 80	60 - 80	80 - 100	80 - 100	80 - 100
Lukkede infiltrasjonsgrøfter	80 - 100	60 - 80	60 - 80	80 - 100	80 - 100	80 - 100

Mange masteroppgaveprosjekter ved NMBU (f.eks. Buhler, L. 2013) har vist at en etterinstallering av LOD-tiltak i eksisterende byområder fullt ut kompensere for de klimaforverringene som har vært og som vil komme, uten at man trenger å utvide kapasiteten i det eksisterende avløpsnett.

Overvannsforurensninger og overløpsforurensninger forårsakes av overvannet. Overvannsforurensninger fra overvannsledningen i separatsystemet har normalt ikke så store mengder av næringsstoffer og organisk stoff at dette vanligvis utgjør store problemer.

Derimot er det tungmetaller og organiske mikroforurensninger som utgjør et stort problem.

Særlig er det overvannsavrenning fra sterkt trafikkerte veier som gir den betydeligste kilden. Overvannet er en dominerende kilde til miljøgiftutslipp i byområder. (Lindholm, O. 2016).

Ved bruk av lokal overvannshåndtering (LOD) minker man utslippene av miljøgifter, samtidig som flomfaren minker. Noen renses effekter for LOD-anlegg er vist i tabell 1 og i VA/Miljø-blad nr. 75 for overvannsdammer (Åstebøl 2007). Renseeffektene for overvann kan bli betydelige.

Forurensningsutslipp fra regnvannsoverløp i fellesavløpssystemer forårsakes av overvann. Her er det normalt næringssalter, organisk stoff og bakterier som er hovedproblemet. Rett etter store utslipp etter sterke regn, kan elver og fjorder bli meget sterkt forurenset, slik at bading ikke er tilrådelig på noen dager. Overløpsutslipp er ofte en bys største vannforurensningsproblem og er kostbart å redusere.

4.2 STATLIG REGELVERK AV INTERESSE FOR HÅNDTERING AV OVERVANN

Det fins et statlig regelverk for å bidra til en god håndtering av overvannet. Utdrag av dette er vist nedenfor:

Teknisk forskrift (TEK 17) med hjemmel i Plan- og bygningsloven har bl.a. følgende krav:

§ 13-11. Overvann. Terrenget rundt byggverk skal ha tilstrekkelig fall fra byggverket dersom ikke andre tiltak er utført for å lede bort overvann, inkludert takvann.

§ 15-8. *Utvendig avløpsanlegg med ledningsnett. Overvann og drensvann*

(1) Overvann og drensvann skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt for å sikre vannbalansen i området og unngå overbelastning på avløpsanleggene.

(2) Bortledning av overvann og drensvann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper ved dimensjonerende regnintensitet.

(3) Byggverk skal sikres mot oversvømmelse som følge av høy vannstand eller overtrykk i avløpsledning. Sjenerende lukt skal ikke forekomme.

Teknisk forskrift har også en egen vegledning som er av viktighet i denne sammenheng.

Vannressursloven § 7 gir hjemmel til å pålegge infiltrasjon av overvann til grunnen.

§ 7. *Vannets løp i vassdrag og infiltrasjon i grunnen.*

Utbygging og annen grunnutnyttning bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen. Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen, dersom dette kan gjennomføres uten urimelige kostnader.

Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning i kommunene.

Klima- og miljødirektoratet har laget forslag til «Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning i kommunene» i henhold til plan- og bygningsloven § 6-2 annet ledd. Forslaget omfatter mange aspekter ved klima og energiplanlegging. De delene som er av særlig interesse for overvannshåndtering er følgende utdrag:

Å ta hensyn til klimaet og endringer i dette er avgjørende for å sikre en bærekraftig utvikling. Hensynet til klimatilpasning virker sammen med andre overordnede og tverrsektorielle mål for samfunns- og arealutvikling. Klimatilpasning er et sektorovergripende hensyn, som krever samordning og samarbeid på tvers av sektorer og mellom statlige, fylkeskommunale og kommunale organer.

Når konsekvensene av klimaendringene vurderes, skal høye alternativer fra nasjonale klimaframskrivninger legges til grunn. Dette er nærmere forklart i de fylkesvise **klimaprofilene** som er utarbeidet. **Klimaprofilene** vil være en viktig del av kunnskapsgrunnlaget.

I kommuneplanens samfunnsdel og andre relevante planer bør kommunen, basert på lokale forhold, vurdere hvordan endringer i klima kan påvirke blant annet samfunnssikkerhet og kritisk infrastruktur.

Kommuneplanens arealdel må brukes aktivt for å oppnå en samlet arealdisponering som ivaretar hensynet til et klima i endring. Arealer som vurderes tatt i bruk til utbyggingsformål kan være utsatt for farer, som for eksempel flom og skred. For å kunne forebygge tap av liv, helse, kritisk infrastruktur og andre materielle verdier er det nødvendig at det, gjennom risiko- og sårbarhetsanalyser tidlig i planprosessen, vurderes om klimaendringer gir endret risiko og sårbarhet for slike hendelser. Ved planlegging av nye områder for utbygging, fortetting og transformasjon, skal det vurderes hvordan hensynet til et endret klima kan ivaretas.

Det bør legges vekt på gode helhetlige løsninger, som også bidrar til økt kvalitet i uteområder. Planer skal ta hensyn til behovet for åpne vannveier, overordnede blågrønne strukturer, og forsvarlig overvannshåndtering. Naturbaserte løsninger, eksisterende (våtmarker, naturlige bekker mv.) eller nye (grønne tak og vegger, kunstige bekker og basseng mv.) bør vurderes. Dersom andre løsninger velges, skal det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort.

I forslaget fastslås det at de såkalte klimaprofilene skal brukes ved vurderinger av konsekvenser ved klimaendringene. Dette er anslag for hvor mye sterkere

regnintensiteter man skal dimensjonere for enn det dagens regnintensitetskurver viser (IVF-kurver). Det er gitt en anbefaling på å bruke en klimafaktor på 1,4 for sterke regn som har regnvarighet mindre enn 3 timer. Det vil si at man legger til 40 % på de regnintensitetene som dagens IVF-kurvet viser. Klimaprofilene kan finnes for alle fylker på www.klimaservice-senter.no.

4.3 DIMENSJONERINGSPRINSIPPER

De tre overordnede målene for overvannshåndteringen er å:

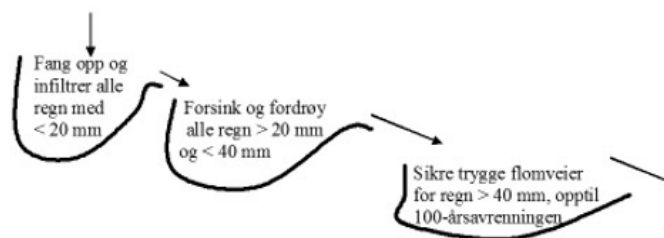
- Forebygge vannskader, som f.eks. kjelleroversvømmelser, og minke forurensingsutslipp.
- Bruke overvannet som en ressurs til positive bidrag i bybildet og til rekreasjon.
- Styrke biologisk mangfold av flora og fauna i bymiljøet.

4.3.1 TRELEDDSTRATEGIEN FOR OVERVANN

Figur 2 viser prinsippet for treleddsstrategien for overvann. Den er viktig for å kunne være bevisst på hvordan de ulike elementene i LOD-systemet kobles sammen og hvordan samvirket mellom de er. Nedbørmengdene i figur 2 er bare ment som eksempler og dette må tilpasses lokalt. Figuren indikerer at nedbøren bør primært fanges opp lokalt nær bygninger, parkeringsplasser, næringsbygg etc. og infiltreres på egen tomt tilsvarende en nedbørmengde på ca. 20 mm nedbør. Dersom det regner mer enn 20 mm nedbør forutsettes det at dette ledes videre på en trygg måte og fordrøyes og forsinkes på overflatene, f.eks. i åpne dammer. Figuren indikerer at regn opptil 40 mm bør kunne tas hånd om av de to første leddene i treleddsstrategien.

Dersom det regner mer enn 40 mm i det aktuelle regnskyll, forutsettes det at overskuddet fra ledd nr. to ledes ut i åpne trygge flomveier med utslipp til bekk, innsjø, fjord, havner, e.l.

Enkelte kommuner sier at første ledd, som er håndtering av nedbør på eget utbygningsområde, skal kunne ta vare på et 20-årsregn, før det blir avrenning fra området til andre ledd. (På Blindern i Oslo viser IVF-kurven at et 20-årsregn med varighet på 15 minutter gir 20 mm nedbør.)



Figur 2. Treleddsstrategien for håndtering av overvann. (Lindholm, O., m.fl. 2005)

4.3.2 DIMENSJONERENDE REGNINTENSITETER

Tabell 2 viser forslag til dimensjonerende gjentakintervall lansert i Norsk Vanns overvannsveileder. (Lindholm, O., m. fl. 2008). Tabellen er ment å skulle gi retningslinjer for de gjentakintervall for dimensjonerende regn som avløpsledningsnett skal dimensjoneres for.

Når LOD-tiltak etterinstalleres i allerede utbygde felt eller installeres i nye felt i samvirke med ledningsnett, kan man tolke tabell 1 slik at ledningsnett sammen med LOD-tiltakene skal kunne tåle de gjentakintervall som tabell 1 viser i en samlet funksjon. Fordelingen av nødvendig kapasitet på ledningsnett, første ledd og andre ledd av LOD, må bli en lokal tilpasning i hvert enkelt tilfelle.

Det tredje leddet i treleddsstrategien; åpen trygg flomvei, bør analyseres for å kunne ta et hundreårsregn. Eventuelt kan man trekke fra de regnmengdene som ledningsnett og de to leddene i LOD-systemet klarer. Dette må også bli en kommunal vurdering for det aktuelle feltet, avhengig av skadepotensialet i feltet og områder nedstrøms, samt av hvilken grad av sikkerhet man vil betale for. Utgangspunktet for slike analyser av optimalt dimensjonerende gjentakintervall er å finne ut hva som er en samfunnsmessig best balanse mellom skader, sett over f.eks. 100 år, og kostnadene ved anlegg, drift og vedlikehold. Slike optimaliseringsanalyser er nærmere beskrevet i VA/Miljø-blad nr. 85. (Endresen 2008). Disse optimaliseringsanalysene vil erstatte bruk av tabell 2 som selvsagt blir en meget grov tilnærming hvis den blir brukt for alle områder.

Man bør følge anbefalingen fra klimaprofilene om å bruke en klimafaktor på minst 1,4 for sterke regn som har regnvarighet mindre enn 3 timer. Det vil si at man legger til minst 40 % på de regnintensitetene som dagens IVF-kurver viser.

Tabell 2. Norsk vanns anbefalte minimums gjentakintervall for dimensjonerende regn.

Dimensjonerende regnskyllhyppighet* (1 i løpet av "n" år)	Plassering	Dimensjonerende oversvømmelseshyppighet** (1 i løpet av "n" år)
1 i løpet av 5	Områder med lavt skadepotensiale (utkantområder, landkommuner etc.)	1 i løpet av 10
1 i løpet av 10	Boligområder	1 i løpet av 20
1 i løpet av 20	Bysenter/industriområder/forretningsstrøk	1 i løpet av 30
1 i løpet av 30	Uderganger/områder med meget høyt skadepotensiale	1 i løpet av 50

* Ledningsnett skal bare fylles til topp av rør ved dimensjonerende regnskyll hyppighet.

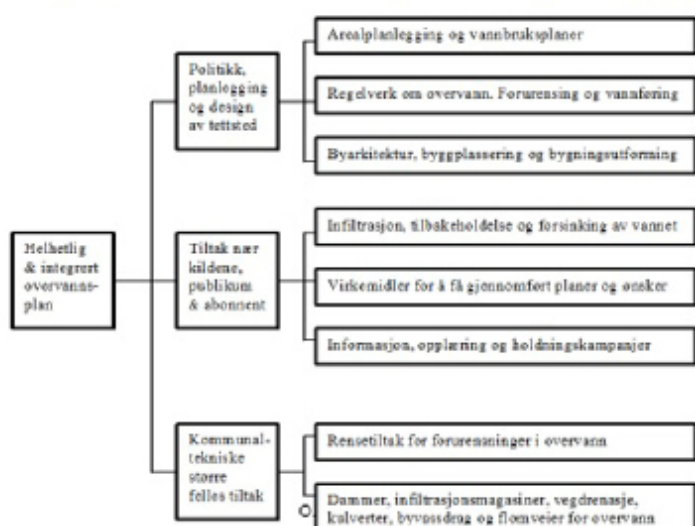
** Oversvømmelseshyppigheten skal normalt regnes til kjellernivået (90 cm over topp rør).

Man bør også vurdere om man skal dimensjonere for en sommerregnsituasjon, eller en vintersituasjon der marken er frosset og all nedbør gir avrenning. I en slik vintersituasjon må man i så fall bruke IVF-kurver med vinterregn og ikke de vanlige IVF-kurvene som i hovedsak består av kraftige sommerregn. Høstsituasjonen kan også vurderes, da man kan få langvarige høstregn som fyller opp alle groper og grunnvannet står svært høyt. Dette kan gi meget høye avrenningskoeffisienter.

4.3.3 KOMMUNALE STRATEGIER OG PLANPROSESSER

Når man planlegger en kommunal strategi for overvann er det viktig å involvere alle relevante etater i planleggingen så tidlig som mulig. I en kommune kan f.eks. følgende sektorer vedta å samarbeide om overvannsløsningene: bymiljøetaten, eiendoms- og byfornyelsesetaten, plan og bygningsetaten, vegetaten, vann- og avløpsetaten, etc. I mange kommuner kan disse funksjoner være sammenslått i noen få etater. Hver fagdisiplin har viktige bidrag i overvannsstrategien. Figur 3 viser en prinsippskisse for en bred og helhetlig strategi for lokal overvannshåndtering. Den illustrerer hvor omfattende og variert man kan takle overvannsproblemet.

Eksempel på struktur i helhetlig overvannsplanlegging



Figur 3. Prinsippskisse for en bred og helhetlig strategi for lokal overvannshåndtering.

Noen byer har innført bruk av såkalt «Blågrønn faktor» i planleggingen av grønne områder og åpne overvannstiltak. (Framtidens byer 2014). Det er utviklet et plansystem med et Excel ark der man kan beregne sin blågrønne faktors størrelse (BGF). Verktøyet er kvantitativt og kan sikre et fastsatt minimumsnivå for innslaget av blågrønne overvannstiltak. Dette er tiltak i 1. og 2. ledd i 3-leddsstrategien.

Man kan også poengtere at tiltakene bør sees på som en arbeidsdeling mellom offentlig og privat sektor, der privat sektor både er privatpersoner og næringsliv. Tabell 3 viser en mulig oppgavefordeling mellom offentlig og privat sektor.

Plansystemet

Ved å delta i fylkeskommunale planer eller interkommunale planer, kan det tenkes at vassdragssystemer kan utvikles slik at overvannsproblemene minker i den enkelte kommune, eller at man lettere kan finne gode løsninger.

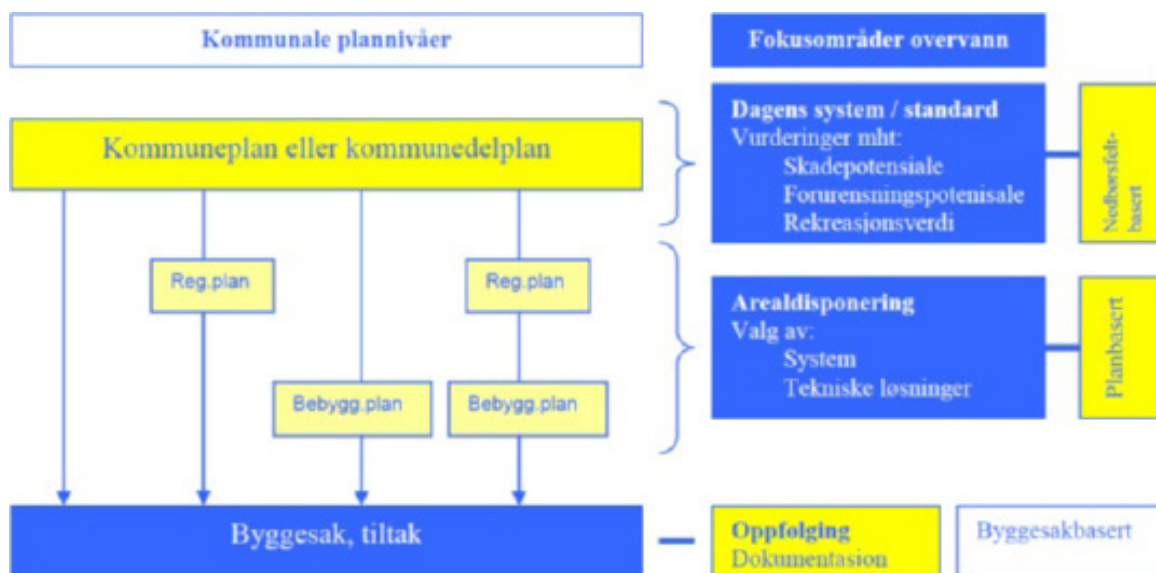
Det er viktig at overvannsprinsippene forankres på høyeste kommunale nivå i kommuneplanens samfunnsdel og arealdel. I arealdelen kan det avsettes hensynssoner hvor flomfare kan oppstå, hvor man skal bruke bestemte tekniske løsninger som f.eks. fordrøyning, overvannrensning, flomveier, frie vannspeil, båndlegging av områder for grønne og blå strukturer, m.m.

Hvis det er hensiktsmessig kan en egen kommunedelplan for overvann og tilhørende emner utvikles. Alternativt kan overvannsprinsippene legges inn i f.eks. kommunedelplanene for avløpssystemer og for grøntstrukturer, hvis dette finnes.

All arealbruk og tekniske tiltak skal fastlegges i detalj i dels områdereguleringsplaner og dels i detaljreguleringsplaner. Planene skal ivareta arealbehov til overvannstiltak. Disse reguleringsplanene må være i overensstemmelse med vedtakene på alle høyere nivåer.

Tabell 3. Typer tiltak mot klimaeffekter sortert på offentlig og privat sektor.

Offentlig/privat	Sektor	Tiltak
Offentlig ansvar	Administrasjon og planlegging	Inkludere klimaendringer i langtidsplanleggingen for relevante samfunnssektorer og i arealplaner. Utføre tilleggsutredninger i risikoområder i byplanleggingen og beredskapsplanleggingen med tanke på sterke regn.
	Utredninger og kommunikasjon	Kartlegge oversvømmelsesrisiko og lokale effekter p.g.a. store regn. Utrede behov for sanering av regnvannsavløp og lokal overvannshåndtering. Utvikle systemer for varsel for ekstreme regn. Informere beboere om farer. Kartlegge behov for tiltak.
	Teknisk- og økonomiske tiltak	Forbedre håndteringen av regn- og overflatevann. Vurdere bruk av avgiftslettelser ved nyttige tiltak vedrørende overvannshåndteringen.
	Krav og reglement	Endringer i arealplaner og andre kommunale planer. Retningslinjer for håndtering av overvann på ulike nivåer i byplanleggingen. Endringer i sanitærreglementet og VA-normen.
Privat ansvar og næringsliv		Tegne dekkende forsikringer. Bygge forsvarlig i soner med flomrisiko. Forbedre håndteringen av overvann på egen tomt. Heve elektriske kontakter, sikringsskap, elektriske innretninger og verdifulle gjenstander i kjellere. Montere tilbakeslagsventil.



Figur 4. Overvannsvurderinger i kommunale planer. (Fredrikstad kommune 2007)

Saksbehandlingen på byggesaker må sørge for at bestemmelsene i reguleringsplanene følges opp nøyaktig og at byggetillatelsene kun gis med krav om at bestemmelsene blir fulgt.

I den enkelte kommunes sanitærreglement og VA-norm bør alle de relevante delene av kommunens overvannsregelverk fastsettes. F.eks. at takvann og overflatevann primært skal infiltreres til grunnen eller fordrøyes lokalt og at takvann ikke skal tilføres kommunens ledninger uten tillatelse fra kommunen, etc.

Fredrikstad kommune (2007) har følgende illustrerende krav til overvann i utbygningsområder:

- Naturområder som skal bygges ut skal maksimalt ha 10 l/s ha i avrenning ved et 25-års regn (Denne avrenningen tilsvarer avrenning fra naturområde før utbygning).
- Utbygning av byområder og boligområder etc. skal ikke føre til økt spissavrenning.
- Mindre nedbør, inntil 20 mm, skal søkes fanget opp og infiltrert innenfor bebyggelsesområdet.
- Nedbør som tilsvarer en ett-års flom skal infiltreres i eget område.
- Det skal anlegges eller avsettes områder for flomveier. Flomveien skal dimensjoneres for 100-års flom (for små felt kan 100-års regn legges til grunn, men dette skal avklares med Fredrikstad kommune).

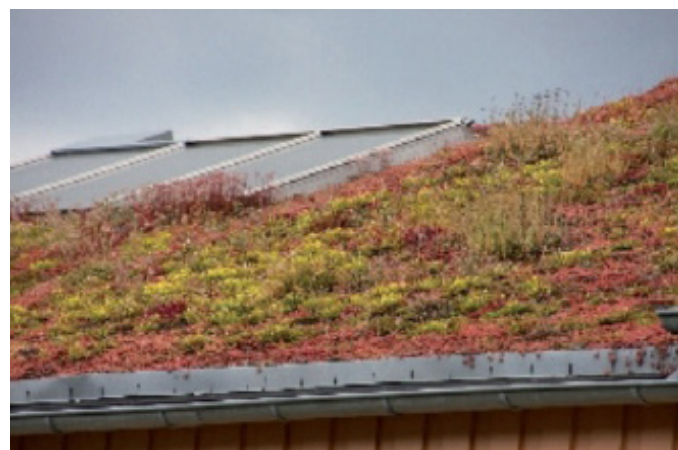
Som eier av det offentlige avløpsnett kan kommunen kreve at en utbygger søker om tillatelse for påslipp av overvann til nettet. Kommunen kan etter grundige forhåndsundersøkelser i det enkelte tilfelle gi tillatelse til en bestemt begrenset mengde påslipp, gitt som en angitt mengde liter per sekund. Hvis det dimensjonerende regnet gir større avrenning enn dette, må utbygger selv fordrøye eller infiltrere det overskytende overvannet på egen tomt.

4.3.4 TEKNISKE ELEMENTER FOR LOKAL OVERVANNSHÅNDTERING (LOD)

Tekniske løsninger som er mye brukt i første leddet i treleddsstrategien, er f.eks. grønne tak, regnbed, infiltrasjon på gressflater, belegningsstein med permeable fuger og andre permeable flater, tønner for oppfangning av takvann, nedgravde steinmagasin, rørmagasin, tanker, plastkassetter og små dammer. Grønne tak, regnbed o.l. er viktige tiltak, men virkningen er størst i små felt. Langt oppe i et avrenningsområde (d.v.s. i små nedbørfelt) kreves mindre tiltak/fordrøyningsvolum, mens lenger ned i området (d.v.s. i større felt) kreves større tiltak/fordrøyningsvolum.

Grønne tak

Grønne tak kan ha forskjellige planter i vekstlaget. Hensikten med et grønt tak er at jordlaget og plantene skal suge opp og bruke en del av regnvannet til fordampning og lede til en forsinkelse av en del av det resterende regnvannet. Resultatet er at mindre regnvann renner av fra taket og at avrenningstoppe dempes. Man skiller mellom intensive grønne tak (vekstlag på 2-4 cm over et 8-15 cm lag med vekstmedium) og ekstensive grønne tak (3-8 cm vekstlag inklusiv beskyttelse- og drenglaget).



Figur 5. Eksempel på et grønt tak. (Holm, E. 2013)

Planteartene som brukes mest er av sedumtypene. Det er viktig at takkonstruksjonen tåler vektbelastningen ved grønne tak. De letteste grønne takene med 3 cm vekstlag og et 1-2,5 cm dreislav veier ca. 50 kg/m² med full vannmetning. Slike tak brukes ofte på eksisterende tak. På nye tak anvendes ofte 3 cm vekstlag og et 8 cm dreislav som veier ca. 130 kg/m² med full vannmetning. Ved enda tykkere vekst- og jordlag kan vekten være 200-300 kg/m².

Et grønt tak kan redusere årlig avrenning (mm/år) fra takflaten på ca. 50 %. Det er for de lave regnintensitetene av tilbakeholdelsen blir stor. En undersøkelse ved Lunds universitet (Bengtsson 2002) viste at enkeltregn med mindre enn 10 mm ble holdt fullstendig tilbake fra et tak med et 3 cm vekstlag. Ved større regnmengder enn dette får man overskuddsvann som renner av fra taket. Dette kan tas hånd om ved å lede overskuddsavrenningen til regnbed, gressarealer, renner eller avløpsledning.

For mer detaljerte beskrivelser av dimensjonering, utførelse og drift av grønne tak vises til VA/Miljø-blad nr. 107 (Holm, E. 2013) og NVE rapport nr. 65 – 2014 (Braskerud, B. 2014).

Regnbed

Regnbed er en utgravd grop med beplantninger av vannkjære planter i f.eks. en hage. De hydrologiske virkningene er fordrøynings av vannet i gropen, samt infiltrasjon av vannet til grunnvannet. Planterøttene suger opp noe vann og fordampes dette. Gropen må ha et romslig volum, slik at mest mulig kan rekke å infiltrere og ikke renne videre fra regnbedet. Som et grovt anslag velges ofte et areal på regnbedet på 5-10 % av det arealet taket har som evt. leder sitt vann til regnbedet. Saksæther & Kihlgren (2012) fant ved en analyse av et boligfelt i Fredrikstad at regnbed av normal størrelse og type kan fange opp et 20-årsregn uten å gi overvannsavrenning fra taket videre. (15 minutters regnvarighet med regnvolum på 18,7 mm). Fordrøyningsvirkningen av regnbed er særlig viktig der det er fjell eller leire i grunnen, fordi infiltrasjonen der er lav.

For nøyaktige anvisninger for planlegging, dimensjonering, utforming, drift og vedlikehold av regnbed vises det til VA/Miljø-blad nr. 106 (Holm, E. 2013) og NVE rapport nr. 3 – 2013 Braskerud, B., m.fl. 2013).



Figur 6. Eksempel på et regnbed. (Holm, E. 2013).

Regnbedet i figur 6 viser taknedløpets vannutkast, en stensatt åpen renne, steinlegging i bunnen av regnbedet som stabiliserer og minker erosjon, beplantningen og utgravningen av jordgropen i hagen.

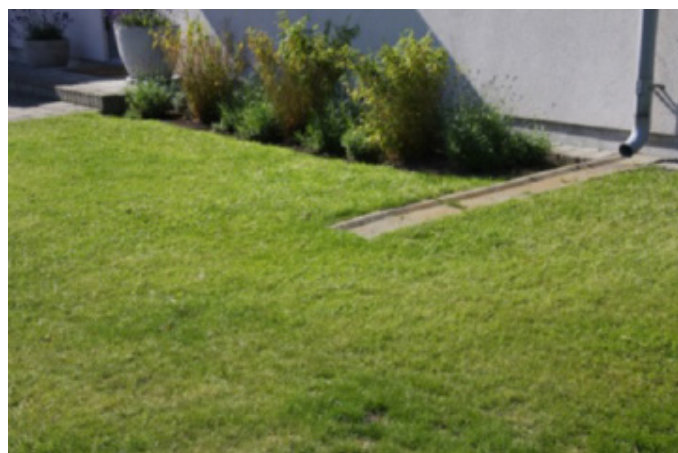
Infiltrasjonsarealer

Infiltrasjonsarealer kan være gressflater, jord- og markområder, steinbelegninger hvor fugene er permeable, m.m. Steinbelegninger med permeable fuger kan infiltrere mer enn et 100-årsregn på sitt eget areal selv etter mange år i drift. For dimensjonering, anlegg og vedlikehold av steinbelegninger vises det til «Veiledning for utforming, bygging og vedlikehold av permeable dekker av betongstein». Interpave 2012.

Fall på infiltrasjonsarealer av gress bør være 2-5 ‰, slik at vannet renner langsomt, og at vannet fordeles og infiltrerer over størst mulig areal. Likeledes må man ikke infiltrere vann nærmere enn ca. 2 meter fra bygninger og ca. 5 meter fra bygninger med kjeller.

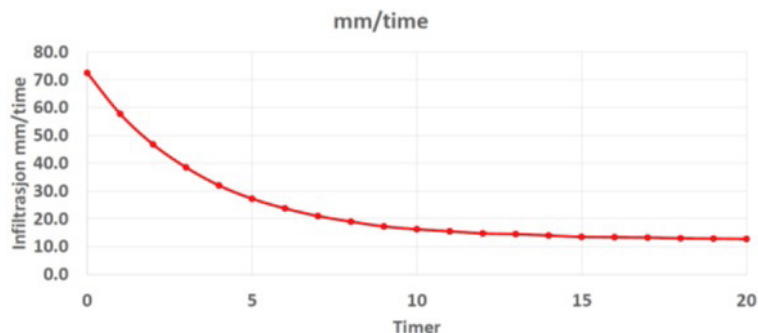
Infiltrasjon på en gressflate behøver normalt et areal på 1,5-2 ganger arealet av tak, parkering, e.l. for å ta opp og infiltrere det meste av regnvannet. Infiltrasjonsevnen til jordmassene der infiltrasjonen skal skje er viktig. Den må måles i flere punkter.

En detaljert anvisning på fremgangsmåten for slike målinger er vist i VA/Miljø-blad nr. 106 (Holm, E. 2013) og VA/Miljø-blad nr. 92 (Endresen, S. 2009). De samme VA/Miljø-bladene gir også beskrivelser av hvordan infiltrasjonsflater kan planlegges, dimensjoneres, utformes og driftes. Figur 7 viser et eksempel på en overflateinfiltrasjon med utløpsrenne på en gressplen.



Figur 7. Takutløp, åpen renne og infiltrasjonsareal. VA/Miljø-blad nr. 106. (Holm, E. 2013)

Infiltrasjonen til grunnen forutsettes ofte i beregninger å følge Hortons ligning. Figur 8 viser et eksempel på hvordan infiltrasjonen er i finsand, ifølge Hortons ligning, som funksjon av tiden etter start av regnet.



Figur 8. Eksempel på infiltrasjonsforløp etter Hortons ligning med startverdi 72 mm/time og sluttverdi på 12,8 mm/time.

Faktaruten under i figur 9 viser hvordan ligningen ser ut, med forklaring på parameterne, samt forslag til startverdien (maksimale infiltrasjonsrater) og sluttverdier (minimale infiltrasjonsrater) for tre ulike jordtyper.

Infiltrasjonsberegningene kan gjøres med f.eks. Hortons infiltrasjonsligning:

$$\hat{f}(t) = f_c + (f_0 - f_c) \cdot e^{-kt}$$

- $\hat{f}(t)$ = infiltrasjonskapasitet ved tiden t (mm/time)

- k = konstant som bestemmer hvor raskt infiltrasjonen avtar (h^{-1}).

(I SWMM er denne satt = 4 som defaultverdi, men vil kunne variere mellom 2 og 7).

- f_c = Infiltrasjonskapasiteten ved slutt (mm/time)

- f_0 = Infiltrasjonskapasiteten ved start (mm/time)

Orienterende verdier for f_0 og f_c (mm/time)

Jordart	f_0	f_c
Sandjord	125	25
Leirjord med organisk stoff	75	4
Leireaktig jord	25	1

Figur 9. Faktarute for Hortons ligning med parameterforklaring og infiltrasjonsrater for tre ulike jordtyper.

Regntønner for oppsamling av takvann

Vann som samles opp fra tak kan f.eks. brukes til hagevanning og grovvask. En regntønne kan være fra 150 til 300 liter.

Dersom taket er på 120 m² vil 240 liter kunne fange opp et regn på 2 mm. Fukttapet, d.v.s. det som binder seg til overflaten uten å renne av, er på ca. 0,5 mm. Det vil si at regntønne vil sørge for at regn mindre enn 2,5 mm ikke gir noe avrenning fra taket og regntønne. Dette høres ikke veldig mye ut, men sammen med andre tiltak gir det et verdifullt bidrag. Figur 10 viser en amerikansk utgave.



Figur 10. Regntønne for takvann. (District of Columbia Water & Sewer Authority)

Dammer for fordrøyning av overvann

Mindre dammer for overvannshåndtering kan inngå i første ledd av treleddsstrategien, mens større dammer inngår i andre ledd av treleddsstrategien.

Det fins tørre dammer, som normalt er tomme når regnet starter, hvor vannet dels infiltrerer via bunnen og sidene i dammen. Når dammen er full og vannføringen inn overstiger infiltrasjonskapasiteten renner overskuddsvannet videre.

Våte dammer har alltid et vannspeil, og det skal ikke skje infiltrasjon til grunnen fra dammen. Når regnet starter stiger vannspeilet og vannet som ligger over

det normale vannspeilet utgjør fordrøyningsvolumet.



Figur 11. Overvannsdam i et boligområde. VA/Miljø-blad nr. 75. (Åstebøl, S.O. 2007)

For beregning av nødvendig damvolum for håndtering av overvann, vises det til VA/Miljø-blad nr. 69 (Lindholm, O. 2015), hvor flere metoder for volumberegninger er vist.

Det vises også til VA/Miljø-blad nr. 70 «Innløps- og utløpsarrangement ved overvannsdammer» (Endresen, S. 2006) for forslag til dimensjonering og utforming av innløps- og utløpsarrangement i dammene, og til VA/Miljø-blad nr. 75 «Utforming av overvannsdammer» (Åstebøl, S.O. 2007) for dimensjonering av dammer for rensing av overvann.

En analyse av Rustadskogfeltet i Ås kommune (Lindholm, O. 2014) viser effekten av dammer. Feltet er på 24,4 ha med 255 rekkehus og eneboliger og har ca. 25 % tette flater. Dettets overvannsnett er dimensjonert for å klare et 20-års regn uten særlige vannskader. Området ble analysert med modellen SWMM og med et 20-årsregn tillagt 50 % for å simulere klimaforverring. (Klimafaktor = 1,5). For å kompensere for denne økede overvannsmengden trengtes 1350 m³ fordrøyning. Dette vil kunne oppnås med dammer som kan bruke 0,5 meters dybde til fordrøyning og som opptok 1,1 % av totalarealet i feltet. Dersom man sprer dambehovet på flere mindre dammer, vil ikke dette være umulig å få til.

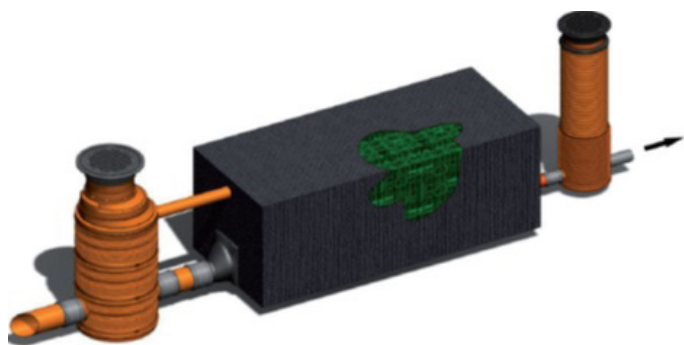
Fordrøyning av overvann i lukkede magasiner

Fordrøyning av overvann i nedgravde og lukkede magasiner kan være en del av første ledd i treleddsstrategien. Det vil da ofte være mindre volumer. Som tiltak i andre ledd vil det ofte være større volumer. De formene som er i bruk er f.eks.:

- Steinmagasin. Dette er i prinsippet en nedgravd grop fylt med grov stein eller grov pukk. Hulrommet mellom steinene utgjør fordrøyningsvolumet, som kan bli opptil ca. 30 % av totalvolumet av gropen.
- Tanker eller rørmagasiner. Dette kan være mindre tanker eller store rør med meget stor diameter, som er satt sammen i en lengde som gir ønsket volum.
- Plastkassetter. Dette er meget store plastkasser som settes sammen som Legobrikker og som tåler store belastninger over seg, som f.eks. personbiler. Effektivt volum kan bli opptil 95 % av totalvolumet.

For beregning av nødvendig fordrøyningsvolum vises det til VA/Miljø-blad nr. 69.

For planlegging, utforming og drift av nedgravde fordrøyningsmagasiner, vises det til VA/Miljø-blad nr. 104.



Figur 12. Fordrøyningsvolum for overvann av plastkassetter. (se VA/Miljø-blad nr. 104)

Åpne renner

Åpne renner kan brukes til å lede overvannet fra tak, vegger og plasser til LOD-anlegg, mellom ulike LOD-anlegg eller direkte til vannforekomst. Selv om overvannet helt eller delvis til slutt ledes inn i en avløpsledning, vil overvannet forsinkes i forhold til hvis det ledes direkte ned til avløpsledningsnettet. Dette demper flomtoppene og dermed vannskadene. Når en renne går gjennom befolkede strøk som vist i figur 13, må man ta hensyn til at folk med barnevogner, rullestoler eller funksjonshemmede har gode muligheter til å passere og ikke skade seg.



Figur 13. Åpen renne i Oslo. (Foto O. Lindholm 2016)

Mannings formel benyttes for å beregne vannhastighet og vannføringskapasitet i renner. Bestemmende faktorer er fall på rennen, bredde og vanndybde i rennen, samt Mannings tall som er et uttrykk for ruheten (friksjonstall) til vegger og bunnen. Hvordan man bruker denne formelen er beskrevet i lærebøker og håndbøker i VA-teknikk eller hydraulikk.

Åpne og trygge flomveier

Det siste leddet i treleddsstrategien er åpne og trygge flomveier.

En flomvei er en kanal eller et område for flomvann på overflaten. Flomveien trer i funksjon når avrenningen er større enn det avløpsnettet og LOD-anleggene er dimensjonert for og ved tilstoppinger i det ordnære systemet.

Behovet for å etablere åpne trygge flomveier i urbane områder har økt sterkt i de senere årene. Dette skyldes klimaendringer, sterk økning i tette flater, begrenset kapasitet i avløpsledningsnett og det at en økning i kapasiteten til det eksisterende avløpssystemet koster svært mye. Åpne flomveier gir også muligheter for rekreasjon, biologisk mangfold og evt. åpning av tidligere lukkede bekker.

Flomveier kan være bestemte gater i en by. Disse må kunne ta imot en nødvendig mengde vann som beregnes på forhånd. Man må ofte senke gatenivået på kortere strekninger, fortauskanten må kanskje forhøyes, man må lage ledkanter som forhindrer av vannet renner ned i underjordiske garasjer o.l. og man må sette opp kantføringer som leder vannet riktig vei. Man kan kanskje lede flommen over offentlige åpne områder som parker, gangveier, kirkegårder, rekreasjons- og idrettsarealer, etc. hvor vannet kan renne eller stå uten at for store ulemper oppstår. Man må erosjonssikre utsatte områder, sette inn tilbakeslagsventiler på ledninger til utsatte bygninger, gjøre utsatte bygninger flomsikre til f.eks. 1 meter over gatenivå, etc. Det er viktig å informere de berørte naboer om situasjonen og hvordan de skal forholde seg i flomsituasjoner.

Flomveger kan beregnes ved å etablere en digital terrengmodell. Man får da analysert dreneringslinjer i terrenget ved bruk av programvaren i modellen. Dreneringslinjene viser traséene hvor overvann renner i terrenget. Ved analyser av flomveier er GIS-programvare et nyttig verktøy.



Figur 14. Åpen flomvei i en spansk by. (Foto O. Lindholm 2015)

Norsk Vanns rapport nr. 204 – 2014 «Åpne flomveger i bebygde områder» viser hvordan terrengmodeller og GIS-analyser kan benyttes, og praktiske eksempler for dette.

Det er viktig at beregningen gjelder hele nedbørfeltet og at flomveien analyseres helt frem til en sikker resipient. Det er eksempler på at tiltak i øvre deler av en flomvei har medført utilsiktede flomskader lenger nede i avrenningsfeltet. Flomveier skal vanligvis analyseres for og evt. dimensjoneres for nedbør med gjentakintervall på minst 100 år.

Ved beregning av flomveier bør man avklare dimensjonerende flomvannsføring, fallforhold, vanndybder, vannhastigheter langs hele flomveien og flomsonens utstrekning, dvs. sidearealer som settes under vann.



Figur 15. Prinsippskisse av en flomvei med turvei på nærliggende flomsone. (VA/Miljø-blad nr. 93. Endresen, S. 2009)

For planlegging og utforming av flomveier vises det til VA/Miljø-blad nr. 93 (Endresen, S. 2009).

Det vises også til Norsk Vann rapport nr. 204. «Åpne flomveger i bebygde områder». (Røstum, J. m.fl. 2014).

4.4 FORHOLD OG RISIKO SOM KAN PÅVIRKE PLANLEGGINGEN AV OVERVANNSANLEGGENE

NOU 2015:16 «Overvann i byer og tettsteder» foreslår en minimumsstandard for hyppighet av overvannsskader for ny bebyggelse som alle kommuner foreslås å følge:

«Plassering og utforming av nye byggverk skal sammen med lokale overvannstiltak, ledningsnett og avsatte traseer for trygg avledning av overvann sikre at det ikke oppstår skader ved nedbør med 20 års, 200 års eller 1000 års gjentakintervall. En operasjonalisering av dette kan være å definere maksimal avrenning og kritisk nivå for overvann i det enkelte område, som i neste omgang kan nedfelles i reguleringsbestemmelser. Kritisk nivå kan noen steder være laveste kjellernivå, andre steder bakkeplan, eller en angitt høyde over bakkeplan».

- For områder med lavt skadepotensial. Gjelder gjentakintervall på 20 år.
- For områder med middels skadepotensial som de fleste boligområder, skole, barnehage, kontorbygning og industribygg gjelder gjentakintervall på 200 år.
- For områder med høyt skadepotensial som sykehjem, sykehus, brannstasjon, politistasjon, sivilforsvarsanlegg og infrastruktur av stor samfunnsmessig betydning gjelder et gjentakintervall på 1000 år.

For de fleste tettbebyggelser i Norge er grunnen fjell eller tett leire. D.v.s. at infiltrasjons-kapasiteten er liten. Et tiltak som regnbed i slike områder gir liten varig infiltrasjon til grunnvannet. Regnbed i disse områdene er derfor i hovedsak et fordrøyningstiltak hvor en stor del av det midlertidige infiltrerte vannet må dreneres til kommunale ledninger eller kommunale VA-grøfter. Regnbed vil likevel være et viktig tiltak, men det må være klart hvordan drenerings-vannet fra regnbedene transporteres bort uten å gi fuktsskader på bygninger eller setningsskader for VA-ledninger.

Statistikken fra forsikringsselskapene viser at 2/3 av overvannskadene skyldes vanninntrengning, d.v.s. at overvannet trenger inn gjennom grunnmuren eller over grunnmuren. Bare 1/3 av overvannskadene skyldes overvann som kommer fra rørnettet. Noe av vanninntrengningen skyldes dårlig husdrenering, men vanlig husdrenering har ingen mulighet til å håndtere de vannmengder som følger av kravet «Overvannet skal håndteres på egen eiendom». Fordrøyning på egen eiendom kan ofte være beste tiltak. (Mosevoll 2017)

Overvann som føres til kommunale VA-grøfter som f.eks. pukkgrøfter vil ofte presses opp til overflaten igjen et sted langs traséen. Ledningsfundamentet kan da bli skadet og overvannet fra grøftene kan bli presset inn mot bygninger.

En rekke «blågrønne» flomveger kan ha for liten kapasitet fordi den hydrauliske ruheten er stor, og hvis man f.eks. bruker et 200 års gjentakintervall, klimafaktor 1,4 og nedbørfelt større enn

1 -2 km², kan dette kreve flomveger i betong (med Manningstall $M = \text{ca. } 80$), som vist i figur 14, eller bredere flomveier som vist i figur 15.

Kommunale overvannstillatelser er å betrakte som en tildeling av en knapp og verdifull ressurs, som bør reserveres til de tilfeller der man i størst grad reduserer sannsynligheten for kostbare skader.

Henvisninger:		Utarbeidet:	mai 2018	Oddvar Lindholm
/1/	Bengtsson, L. 2002. «Avrinning från gröna tak». Lunds Universitet. VATTEN 2002.	Revidert:		
/2/	Braskerud, B. «Grønne tak og styrtregn». NVE-rapport nr. 65 – 2014.	/15/	NOU 2015: 16 «Overvann i byer og tettsteder».	
/3/	Braskerud, B., Paus, K. og Ekle, A. «Anlegning av regnbed». NVE-rapport nr. 3 – 2013.	/16/	Lindholm, O. 2015. «Overvannsdammer. Beregning av volum». VA/Miljø-blad nr. 69.	
/4/	Buhler, L. 2013. "Analyse av klimaendringens påvirkning på Rustadfeltet med kalibrert modell." Mastergradsoppgave ved NMBU. Institutt for matematiske realfag og teknologi.	/17/	Lindholm, O. 2014. «Håndtere overvannet i rør eller på overflaten?» VANN nr. 3, 2014.	
/5/	Endresen, S. 2009. «Overflateinfiltrasjon». VA/Miljø-blad nr. 92.	/18/	Lindholm, O., Endresen, S. Thorolfsson, S., Sægvog, S., Jakobsen, G. og Aaby, L. 2008. "Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering." NORSK VANN Rapport 162–2008.	
/6/	Endresen, S. 2009. «Åpne flomveier». VA/Miljø-blad nr. 93.	/19/	Lindholm, O., Endresen, S. Thorolfsson, S., Sægvog, S. og Jakobsen, G. 2005. "Veiledning i overvannshåndtering." NORVAR-rapport 144 – 2005.	
/7/	Endresen, S. 2008. «Overvann. Valg av dimensjonerende gjentaksintervall». VA/Miljø-blad nr. 85.	/20/	MFT. 2012. «Fordrøyning av overvann». VA/Miljø-blad nr. 104.	
/8/	Endresen, S. 2006. «Innløps- og utløpsarrangement ved overvannsdammer». VA/Miljø-blad nr. 70.	/21/	Røstum, J., Bruaset, S., Sekse, T., Bjørnsen, B., Uribe, C. og Markhus, E. 2014. «Åpne flomveger i bebygde områder». Norsk Vann rapport 204.	
/9/	Framtidens byer. 2014. «Blågrønn faktor». Veileder byggesak 28.01.2014.	/22/	Saksæther, V. & Kihlgren, K.S. 2012. «Regnbed som tiltak for overvannshåndtering i småhusbebyggelse». Masteroppgave ved NMBU.	
/10/	Fredrikstad kommune. 2007. «Overvannsrammeplan».	/23/	Scottish Environmental Protection Agency. 1997. «A guide to sustainable urban drainage» ISBN 1-901322-01-7.	
/11/	Holm, E. 2013. «Grønne tak». VA/Miljø-blad nr. 107.	/24/	Villarreal, E., Semadeni-Davies, A. and Bengtsson, L. «Inner city stormwater control using a combination of best management practices." Ecological Engineering 22 (2004).	
/12/	Holm, E. 2013. «Regnbed, renner og nedslivningsarealer." VA/Miljø-blad nr. 106.	/25/	www.klimaservicesenter.no	
/13/	Interpave. 2012. «Veiledning for utforming, bygging og vedlikehold av permeable dekker av betongstein». Interpave 2012. Uniclass L534-L217.	/26/	Åstebøl, S.O. 2007. «Utforming av overvannsdammer». VA/Miljø-blad nr. 75.	
/14/	Lindholm, O. 2015. «Forurensningstilførsler fra veg og betydningen av å tømme sandfang». VANN nr. 1, 2015.	/27/	Mosevoll, G. 2017. . «Mens vi venter på nye lovregler: Overvannstiltakene kan ikke vente: Grip sjansene !» Tekna og Norsk Vann, Avløp og nye rettsregler 2017. Gardermoen, 29. november 2017.	