



Lillesand kommune

OVERVANNNSVEILEDER FOR LILLESAND KOMMUNE

1.revisjon vedtatt av bystyret 14.03.2018



Innholdsfortegnelse

1. MÅL OG REGELVERK.....	1
1.1 Innledning	1
1.3 Tradisjonelle og nye løsninger for overvannshåndtering	3
1.4 Mål for overvannshåndtering for Lillesand kommune	4
1.5. Lillesand kommunes overvannshåndteringsprinsipper	4
1.6 Relevant lovverk og handlingsplan for overvannshåndtering i Lillesand	5
1.7 Saksbehandling (planlegging og gjennomføring)	7
2. VIKTIGE TILTAKSKRAV OG LØSNINGSFORSLAG.....	8
Tiltakskrav 1:	8
2.1 Lokal håndtering av overvann	8
2.1.1 Vannføringskontroll	9
2.2 Forurensning i overvann	13
2.3 Konsekvenser av forurensning.....	14
2.4 Tiltak	15
2.4.1 Kildekontroll praksis	15
2.4.3 Erosjon- og sedimentkontroll	17
Tiltakskrav 3:	19
2.5 Påslipp til offentlig ledningsnett.....	19
3. DIMENSJONERING	21
3.1 Infiltrasjon	21
3.2 Manuell beregning av arealavrenning	22
3.2.1 Rasjonelle metoden	22
3.2.1.1 IVF-kurven.....	23
3.2.1.2 Gjentakintervaller.....	25
3.2.1.3 Klimafaktor	27
3.2.1.4 Avrenningskoeffisient	27
3.2.1.5 Konsentrasjonstid	31
3.2.2 Regnenvelopmetoden	35
3.3 Modellering av store nedslagsfelt.....	39



1. MÅL OG REGELVERK

1.1 Innledning

Hensikten med denne overvannsveileder for Lillesand kommune, er å legge føringer for planleggerens og utbyggerens arbeid, slik at målene for overvannshåndtering oppnås. De langsiktige målene for Lillesand kommune, kan beskrives med fire hovedbegreper:

Sikkerhet, helse, miljø og trivsel.

Forebyggende tiltak som øker sikkerheten ved flom og oversvømmelse er en viktig prioritet for Lillesand kommune, liksom forhindring av oppstuvning av spillvann og uhensiktsmessig utslipp av kloakk gjennom overløp som kan skape smitte og hygieniske problemer. I tillegg kommer begrensning av miljøgifter og andre forurensinger til resipienter.

Overvann bør oppfattes som en ressurs, en viktig del av den estetiske utformingen av urbane områder, som øker rekreasjonsmuligheter og trivsel for innbyggere. Lillesand er en kjent sommer- og badeby, hvor det vil være viktig å opprettholde vassdrag og kystområder i god og naturlig tilstand.

Det har vært merkbar endring i nedbørintensiteten i de siste ti-årene som følge av klimaendring, og fremtidige prognoser viser at endringen vil fortsette. Dette sammen med den økende urbanisering fører til større avrenning og har resultert i flere flommer og oversvømmelser.

Økningen i overvannsmengden har ikke blitt fulgt av tilsvarende økning i kapasiteten for avløpsinfrastruktur, dette skyldes blant annet den raske klimaendringen og de store kostnadene knyttet til fornying av ledningsnett.

Et vesentlig problem i Lillesand kommune er at det i mange tilfeller mangler overvannsnett eller er begrenset kapasitet på overvannsnettet. Dette kan ved sterkt nedbør medføre at veier blir omgjort til elver, eiendommer oversvømmes og det er fare for vann i bygninger.

Store vannmengder oppleves utrygt for innbyggere som bor ved flomveier og oversvømmelsesområder. I tillegg kan det oppstå helserelaterte problemer og materielle skader som følge av at bygninger oversvømmes.

I motsetning til tidligere overvannshåndtering, hvor overvannet i stor grad ble transportert bort i lukkede systemer, så ønskes det ved fremtidig praksis at overvannet primært blir håndtert lokalt ved overvannets kilde ved bruk av infiltrasjon og fordrøyning, og at minst mulig av overvannet tilføres til det offentlige ledningsnettet. Reduksjon av avrenning fra hver enkelt tomt er ikke alltid så stor, men den samlede virkningen kan bli betydelig.



1.2 Endringer knyttet til utbygging

Utbygging av områder forandrer den naturlige hydrologiske syklus. Utbyggingen fjerner vegetasjon og skaper tette flater, som blant annet vei, tak, parkeringsplasser osv. Ved nedbør vil det være mindre infiltrasjon til grunnen, noe som medfører økt overvannsavrenning. I tillegg vil også manglende vegetasjon øke intensiteten på avrenning. På grunn av denne utviklingen generer utbyggede områder store mengder overvann som videreføres raskere til nedstrøms resipienter. Store overvannsmengder med økt avrenningshastighet vil kunne erodere og fange med seg sedimenter.

Mulige konsekvenser av utbygging:

- *Økt avrenningsmengde*
- *Økt avrenningshastighet*
- *Hyppigere overskridelse av vassdragsbredder*
- *Økte flomhendelser og eiendomsskader*
- *Redusert tørrværsavrenning i bekker og vassdrag*
- *Redusert grunnvannsnivå*
- *Økt overløpsutslipp fra fellessystem*
- *Økt transport av overflateforurensning*



Figur 1. Mølle vannskanalen som flomveg. (foto: Kristiansand kommune)

1.3 Tradisjonelle og nye løsninger for overvannshåndtering

Konvensjonell overvannshåndtering er tilrettelagt for å fjerne overvannet raskest mulig fra et område. Dette er en veldig virkningsfull måte for å lede bort vann og hindre flom på, men det har vist seg å kunne medføre skader nedstrøms. Frekvensen og størrelsen/intensiteten på flommene har økt, og overflateforurensninger har blitt tilført resipienter.

I den senere tid har det vært en ny tilnærming til overvannshåndtering, med fokus på langsiktig og bærekraftig overvannshåndtering. Dette baseres på prinsipper om å håndtere overvannet på områdene der regnvannet faller. Overvannet håndteres lokalt ved å bruke metoder som infiltrasjon til grunnen og fordrøyning av overskytende vannmengde. Anvendelse av disse metodene fører til reduksjon av mengde vann og forurensninger som blir tilført nedstrøms områder, og medfører at den naturlige vannbalansen opprettholdes.

Det vil være aktuelt å anvende en kombinasjon av konvensjonell praksis, åpne transportveier som bekker, dammer og vassdrag og lokal overvannshåndtering. Dette kan gi reduserte driftskostnader, økte estetiske virkninger i urbane områder og skape økte rekreasjonsmuligheter og trivsel for innbyggerne.



1.4 Mål for overvannshåndtering for Lillesand kommune

Sikkerhet

Minimere sikkerhetsrisiko for menneske og eiendom ved flom og oversvømmelser.

Helse

Minimere risiko for hygieniske- og helserelaterte problemer i forbindelse med oppstuvning og overløp av spillvann.

Miljø

Minimere mulighetene for oppfang og utslipp av miljøskadelig forurensning.

Bidra til økt biologisk mangfold i utbygde områder, samt opprettholde det biologiske mangfoldet ved nye utbygginger.

Trivsel

Håndtere overvannet slik at det blir til fordel for innbyggerne, for eksempel til estetiske utforming av urbane sentre eller til rekreasjonsmuligheter og trivsel.

1.5. Lillesand kommunes overvannshåndteringsprinsipper

Vannbalanse

Overvannet skal primært håndteres lokalt ved kilden, for dermed tilnærmet å opprettholde den naturlige vannbalansen som eksisterte før utbygning.

Vannkvantitet

Kapasiteten for nedstrøms infrastruktur skal vernes, og overløpsutslipp fra fellessystemer skal minimeres.

Vannkvalitet

Det skal tilrettelegges slik at overvannet blir minst mulig berørt av overflateforurensning og det skal vurderes rensetiltak før forurenset overvann tilføres resipient.



1.6 Relevant lovverk og handlingsplan for overvannshåndtering i Lillesand

De viktigste lovbestemmelser som regulerer overvannshåndtering i utbyggingsfasen er: grannelova, plan- og bygningsloven, byggeteknisk forskrift, forurensningsloven, lov om vassdrag og grunnvann og vannforskriften.

I tillegg har Lillesand kommunen en VA- norm og et sanitærreglement (Standard abonnentsvilkår for vann og avløp med tileggsbestemmelser).

Grannelova (naboloven) § 2

Ingen må iverksette noe som urimelig eller unødvendig er til skade eller ulempe på naboeiendom.

Plan- og bygningsloven § 27-2

Før oppføring av bygning blir godkjent, skal avledning av grunn- og overvann være sikret. Tilsvarende gjelder ved vedlikehold av drenering for eksisterende byggverk.

Byggeteknisk forskrift (TEK17) § 15-8

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

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.

Forurensningsloven § 24

Kommunen er ansvarlig for drift og vedlikehold av avløpsanlegg som helt eller delvis eies av kommunen. Ved private avløpsanlegg er eier av den eiendom som anlegget først ble anlagt for, ansvarlig for drift og vedlikehold.

Forurensningsforskriften § 15A-4

Kommunen kan ved påslipp av avløpsvann til offentlig avløpsnett fra virksomhet fastsette krav:

- *Innhold i og mengde av avløpsvann eller i særlig tilfeller renseeffekt.*
- *Tilrettelegging for prøvetaking og mengdemåling avløpsvann.*

Lov om vassdrag og grunnvann § 7

Utbygging og annen grunnutnytting bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp i grunnen.



Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen, dersom dette kan gjennomføres uten urimelige kostnader.

Vannforskriften.

Hovedformålet med vannforskriften er å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette forebyggende eller forbedrende miljøtiltak for å sikre miljøtilstanden i vannforekomster

VA-normen for Lillesand kommune

Overvannet skal størst mulig grad håndteres lokalt med kun begrenset tilførsel til overvannsystemet. Dette innebærer at alternative transportsystemer skal velges dersom forholdene ligger til rette for det.

Standard abonnementsvilkår for vann og avløp med tilleggsbestemmelser.

Overvann og drensvann skal primært håndteres på egen eiendom. Påslipp av overvann og drensvann til kommunal overvanns- og fellesavløpsledning skal i hvert enkelt tilfelle avklares med den enkelte kommune. Kommune kan kreve bygging av fordrøyningsbasseng før påslipp til kommunal avløpsledning.



1.7 Saksbehandling (planlegging og gjennomføring)

For en overordnet og helhetlig håndtering av overvannet, er det nødvendig at kommuneplanen, kommunedelplaner og reguleringsplaner tas i bruk.

Det er viktig at kommunens prinsipper for håndtering av overvann innarbeides i alle reguleringsplaner, byggeprosjekter og utbyggingsområder for at målene for overvannshåndtering i Lillesand skal kunne oppnås.

Prinsippene for overvannshåndtering må inkluderes i en tidlig fase av planleggingsarbeidet. Ved endringer under eller etter utbyggingen, kan det inntreffe høye kostnader og det vil ofte være problemfylt å gjennomføre gode overvannshåndteringstiltak.

Reguleringsplan/ områdeplan/ kommunedelplan

Ved innsendelse av reguleringsplaner skal det følge beskrivelse og beregninger som angir hvordan overvannsproblematikken endrer seg når området bygges ut og hvordan overvannet håndteres inkludert situasjonsplan.

Overvann som renner inn til planområdet, overvann i /gjennom planområdet og flomvei gjennom planområdet helt til sjø/elv skal inkluderes.

Plankartet skal om nødvendig vise områder som er avsatt for lokal overvannshåndtering og alternative flomveier (hensynssone).

Planbestemmelser skal angi begrensninger/ vilkår for bruk av områdene.

Byggesak

Overvannshåndteringstiltak bør baseres på prioriteringer og bestemmelser som er fastsatt i overordnede planer som kommuneplan og reguleringsplan.

Ved manglende overordnede retningslinjer, skal avledning av grunn- og overvann være sikret.

Viktige tiltakskrav:

1. Alt overvannet skal fortrinnsvis håndteres lokalt på det omsøkte området(LOH)
2. Tiltak som hindrer forurensning av resipient
3. Dersom lokal overvannshåndtering ikke er fullt ut gjennomførbart, kan det søkes om tillatelse til begrenset påslipp på kommunalt ledningsnett



2. VIKTIGE TILTAKSKRAV OG LØSNINGSFORSLAG

Tiltakskrav 1:

Alt overvannet skal fortrinnsvis håndteres lokalt på det omsøkte området.

2.1 Lokal håndtering av overvann

Formålet med lokal overvannshåndtering er å minimere forstyrrelsen av den naturlige vannbalansen i et område. I et urørt (ikke utbygd) område vil overvannet gjennomgå naturlig avskjæring, lagring og infiltrasjon.

Ved bruk av tradisjonelle avløpsløsninger i et utbyggingsområde skjer det en økning i avrenningsvolumet, frekvensen og intensiteten. Dette fordi den naturlige lagringen blir borte, de permeable overflatene blir færre og konsentrasjonstiden blir kortere.

Lokal overvannshåndtering kan kompensere for utbyggingens forstyrrelse av den naturlige avrenningsforløpet. Lokal overvannshåndtering kan redusere forurensning, volum og intensitet for overvannet som tilføres resipient. Infiltrasjon av vannet bidrar til å sikre fornying av grunnvannet og opprettholde tørrværsvannføring i bekker og vassdrag.

Dyr og planter er avhengig av tilgang på vann. Gjennom bruk av lokal overvannshåndtering kan overvannet, også etter utbygging, gjøres tilgjengelig for dyre- og plantelivet i området.

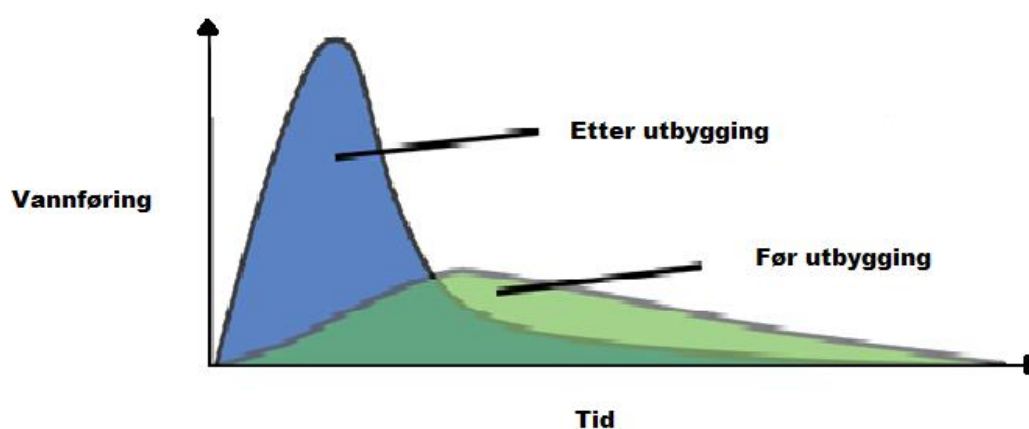
Biologisk mangfold har en positiv effekt også for menneskelig rekreasjon og trivsel.

Ved anvendelse av lokal overvannshåndtering, benyttes det to grunnleggende metoder; tilbakeholdelse av overvannet i området og fordrøyning av overvannet for kontrollert bortledning.



2.1.1 Vannføringskontroll

Vannføringskontroll blir utført gjennom tilbakeholdelse og/eller fordrøyning av avrenningen fra et utbygd område. Dette er med på å redusere volumet og intensiteten på overvannet som videreføres, og dermed hindre skader på boliger og infrastruktur nedstrøms.



Figur 2. Avrenning fra før utbygging og etter utbygging.

Gjennom bruk av ulike former av tilbakeholdelsesmetoder og/eller fordrøyningsmetoder blir avrenningsvannet bevart ved kilden og/eller ledet nedstrøms med redusert volum og intensitet. Tilbakeholdelse av overvannet ved kilden gjennom infiltrasjon foretrekkes, men er kun mulig i områder med permeable jordarter. I områder med grunnforhold som er lite egnet for infiltrasjon kan fordrøyning av avrenningsvannet være et gunstig alternativ.

Tilbakeholdelsesmetoder som gjør vann tilgjengelig for infiltrasjon eller lagrer vannet for gjenbruk blir som oftest definert som volumreduserende praksis.

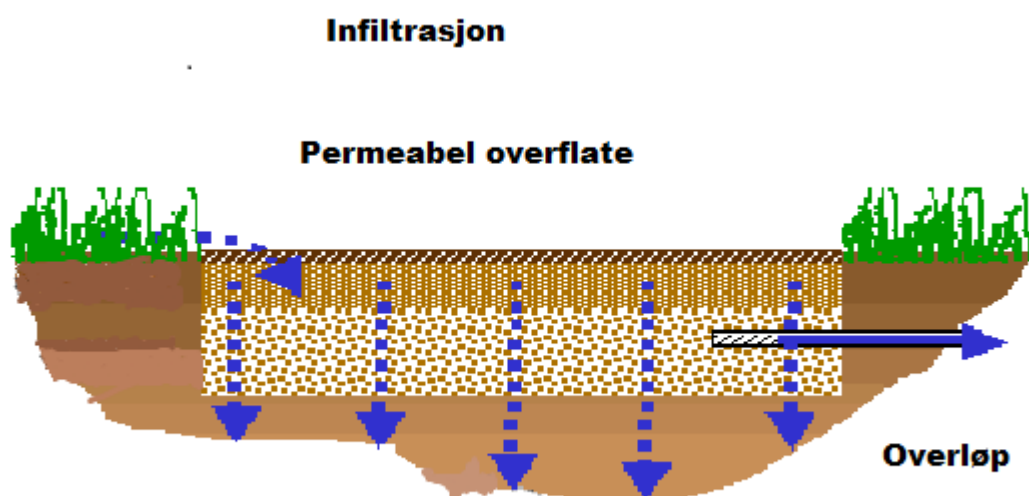


Infiltrasjon.

Den mest vanlige metoden for reduksjon av overvannsmengde fra et område, er å føre overvannet ned i bakken gjennom en permeabel overflate. Hvor stor vannmengde som kan infiltreres er avhengig av infiltrasjonskapasiteten til området og grunnvannets kapasitet til å motta vannet.

Ulike infiltrasjonsløsninger:

- *Infiltrasjonsdam (f. eks. regnbed)*
- *Infiltrasjongrøft*
- *Porøse flater*
- *Infiltrasjon på plener/ gresskledde forsenkninger.*
- *Lukket infiltrasjonsmagasin (kum, grøft, steinfylling, kassetter etc.)*



Figur 3. Infiltrasjonsmagasin.

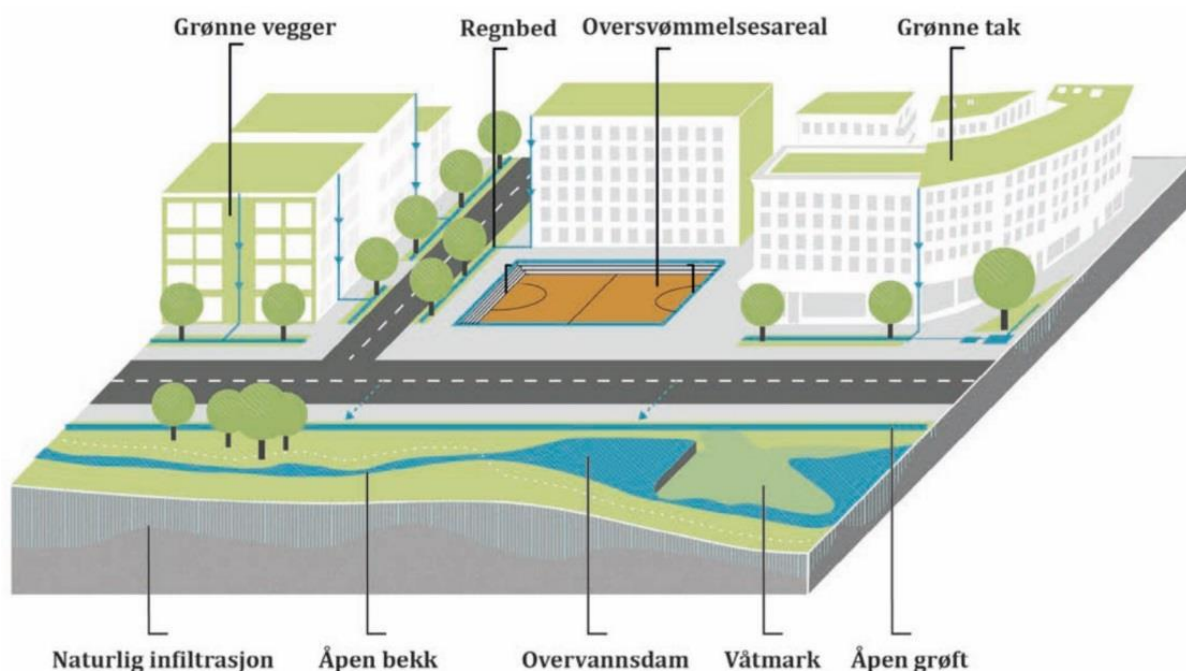


Lagring

Å holde igjen vannet ved nedfallsområdet, er en effektiv måte å redusere overvannsmengden som videreføres til avløpssystemet. Det lagrede vannet bør benyttes som en ressurs i det lokale området og bidra til biologisk mangfold. Naturlige eller kunstige lagringsinnretninger som forsenkninger i landskapet eller dammer kan oppbevare betydelig volum.

Ulike lagringsløsninger:

- Grønne tak
- Kunstig våtmark
- Dam
- Gresskledde forsenkninger
- Alternative dekker (f.eks. permeable dekker på p-plasser)



Figur 4 Lokal overvannshåndtering med ulike typer løsninger (NOU 2015:16 Overvann i byer og tettsteder)



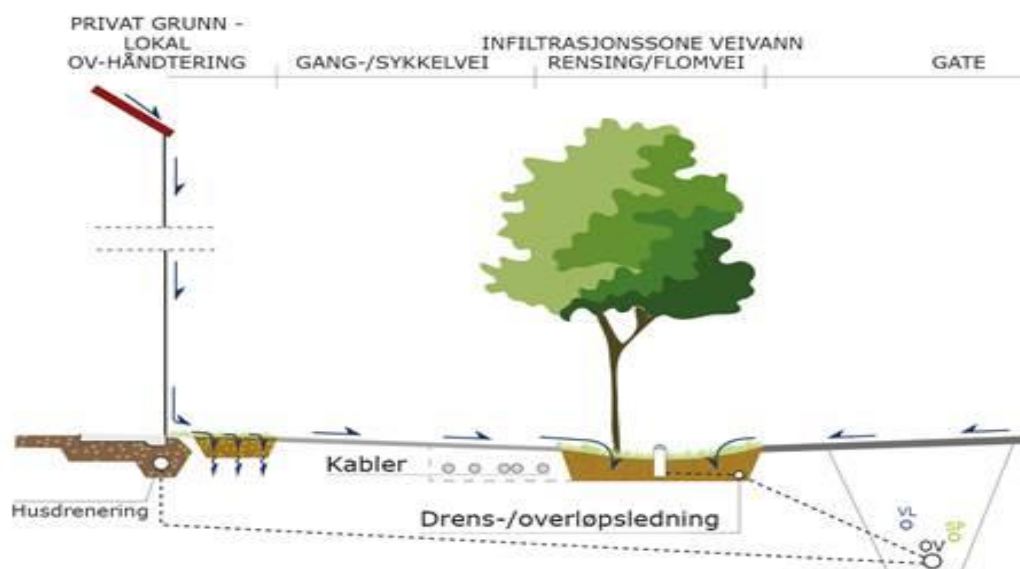
Fordrøyning

Fordrøyning er midlertidig oppbevaring som avgir den oppsamlede vannmengden i en kontrollert mengde nedstrøms. Maksintensiteten reduseres mot at varigheten for vannføringen øker. Fordrøyningsanlegg kan forhindre at utbyggingsområder forårsaker nedstrøms flom. Størrelsen og dimensjonen for fordøysesanlegget kan variere med plasseringen i et nedslagsfelt. Fordrøyningsanlegg vil generelt bestå av oppsamlingsbeholder med en begrenset og ofte justerbar størrelse på utløpet.

(Se Påslipp til offentlig ledningsnett)

Ulike fordrøyningsløsninger:

- Overvannsdam
- Våtmarker
- Overvannskassetter/ Steinfylling
- Rørbasseng
- Fordrøyningsbasseng
- Arealutforming / arealbruk (f.eks. utforme p-plasser slik at disse kan fungere som fordøyningsmagasin for en begrenset periode – uten å forårsake skade)
- Grønne tak



Figur 5 Lokal fordøyningsanlegg (© - COWI - Svein Ole Åstebøl/Simona Robba)



Tiltakskrav 2:

Tiltak som hindrer forurensning av resipient.

2.2 Forurensning i overvann

Menneskelig aktivitet medfører forurensning. Overvann, spesielt i sentrumsområder, kan inneholde betydelige mengder sedimenter, næringsstoffer, bakterier, tungmetaller, partikler, hydrokarboner, salt og/ eller andre forurensninger. Overvannet vil føre denne forurensningen til resipient (elv, bekk, sjø, grunnvann).

Tungmetaller og hydrokarboner

Motordrevet trafikk står for mye av forurensninger som oppstår på veier og parkeringsplasser. Forurensende tungmetaller som sink, kobber, kadmium og kvikksølv, samt hydrokarboner er eksempler på slik forurensning.

Fosfor og nitrogen

Gjødsel benyttes i hager og parker. Gjødsel inneholder næringsstoffer som fosfor og nitrogen som kan føres til resipient dersom de fanges opp i overvannet.

Ekskrementer fra dyr og fugler samt mat kan også inneholde næringsstoffet som kan føres med overvannet ved nedbør.

Spillvann inneholder mye fosfor og nitrogen. I områder med fellessystem kan større overvannspåslipp medføre overløpsutslipp av fosfor og nitrogen.

Giftstoffer

Plantevernmidler og ugressmiddel blir fra tid til annen benyttet i hager, parker og veigrøfter. Stoffene kan inneholde skadelige stoffer for mikroorganismer i bekker, elver og sjø.

Maling på eldre trehusbebyggelser og bunnstoff til båter kan inneholde miljøskadelige stoffer som vaskes til avløpssystemet med overvannet.

Sedimenter

Byggeaktiviteter kan føre til frigjørelse av sedimenter, rusk, materiellstøv og sanitæravfall.

Det benyttes sand til strøing av veier og fortau på vinteren.



Bakterier

Avrenning fra overflater med ekskrementer fra dyr og fugler, kan inneholde store mengder bakterier. Menneskelige aktiviteter som for eksempel grilling, camping og søppelhåndtering kan også være en kilde til bakterier lokalt.

Salt

På vinteren benyttes betydelige mengder salt for veivedlikehold, på fortau og i private innkjørsler. Saltet løses opp og føres med vannet.

Mikroplast

Menneskelige aktiviteter kan være kilde til plastsøppel. Plast har svært lang nedbrytningstid, men all plastsøppel som tilføres havet brytes med tiden ned til mikroplastpartikler (<5 mm). Mikroplast tiltrekker seg miljøgifter som PCB og DDT.

2.3 Konsekvenser av forurensning

Alt vannet som renner av overflaten føres tilslutt til elver, innsjøer eller havet. Utslag/ virkningen på resipientene, er avhengig karakteristikken til resipientene og kvaliteten og kvantiteten på det tilførte overvannet. Resipientens naturlige evne til å absorbere forurensningen, er også med på redusere den negative virkningen. Absorberingskapasitet for resipienten, er forbundet med den kjemiske, biologiske og fysiske egenskapene til vannet.

Negative følger av tilførsel av forurenset overvann til resipienter:

Forstyrrer/øker algevekst i innsjøer og bekker som følge av økning i næringsstoffer (fosfor og nitrogen). Oksygenforbruk øker i resipienten ved nedbrytning av organiske materialet, som kan gi negative utslag på livsvilkårene for organismer i vannet.

Feil pH samt for høyt innhold av metaller, plantevernmidler eller ammonium og andre organiske forbindelser, kan ha skadelig virkning på det biologiske miljøet i resipienten.

Sedimenter kan føre til høyere fargetall og/ eller gi sedimentavsetninger i resipienten. Flere forurensningsstoffer binder seg til partikler.

Bakterier har normalt lite negativ følge for resipienten, men kan innvirke på egnethet for bading.

Salt kan gjøre skade på vegetasjon og vannmiljø. Rensing av overvann innebærer ofte at overvannet samles, renses og slippes ut i ett punkt, saltet som er løst i vannet fjernes oftest ikke i renseprosessen. Påvirkning av resipienten nær slike utslippspunkt kan oppstå.



Fugler, fisk og sjødyr forveksler synlige plastbiter med mat. Slik tas miljøgifter i og på plasten opp i næringskjedene. Plastbiter kan også medføre innvendige skader og gi falsk metthetsfølelse/ hindre matopptak slik at fugler og dyr sulter i hjel, eller sette seg fast i dyrenes hals og medføre kvelning.

2.4 Tiltak

Tiltak som reduserer overvannsforurensning:

- *Redusere muligheter for at forurensning blir tilført overvannet.*
- *Redusere forurensning som er tilført overvannet.*
- *Vurdere hvilke midlertidige tiltaksmetoder som hindrer erosjon og minimerer områdeforstyrrelse under bygningsarbeid.*

2.4.1 Kildekontroll praksis

Ved å ta i bruk enkle forholdsregler kan en redusere ulike typer og mengder forurensninger som kan føres med overvannet

Gjødsel og plantevern:

Redusere behovet for gjødsel og plantevernmiddel gjennom opprettholdelse av naturlige/økologiske grønne flater og mindre bruk av kjemikalier.

Søppel

Forhindre at søppel samles på permeable overflater og overvannssystemer ved å ta i bruk kompostering eller avfallshåndtering på tilrettelagte overflater, samt tilstrekkelig hyppig tømning av avfallsbeholdere for å unngå forsøpling.

Kjøretøy

Forsikre at motordrevne kjøretøyer driftes slik at det er minimum med lekkasje av skadelige væsker, som blant annet bensin, frostvæske, batterisyre og renservæsker.

Farlig avfall

Sikre at farlig avfall som blant annet maling, renservæsker og annet blir håndtert og lagret forsvarlig.



2.4.2 Redusere forurensning som er i overvannet

Ved utforming av LOH renseanlegg, skal/ bør det tas hensyn til den mottakende resipientens tilstand. Dersom resipienten er følsom overfor forurensende partikler og næringsstoffer som tilføres, kan det lokale biologiske miljøet i resipienten settes ut av balanse. Det er stor variasjon i tilstand på innsjøer, elver og fjorder i Norge, og det kan være vanskelig å bestemme hva som påvirker resipienten negativt. Resipienten bør observeres over lengre perioder, for å få en indikasjon på tilstanden.

Ved for dårlig dokumentasjon skal en alltid anta at resipienten er svært følsom for forurensingene.

Vanndirektivets målsetting er at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå «god tilstand» økologisk og kjemisk.

Det finnes utallige måter å fjerne forurensning fra overvannet på, men her vil det kun beskrives grunnleggende renseprinsipper som blir brukt i de ulike LOH tiltaksmetodene.

Renseprinsipper

Sedimentering:

Sedimentering av partikler. Tilbakeholdelse av overvannet over en viss periode for effektiv bunnfelling av partikler i overvannsdam eller overvannsvåtmark.

Flotasjon (gravimetrisk separasjon)

Benytter gravitasjon ved utnyttelse av partiklers (væskedråpe) tetthet og størrelse til utskilling fra vannfasen. Oljeutskiller bruker blant annet gravimetrisk separasjon.

Filtrering:

Oppfangning av forurensning gjennom filtre som bruker blant annet sand som rensemedium.. Effektiv for fjerning av suspenderte partikler.

Biologisk opptak:

Vegetativ og mikrobiell opptak av næringsstoffer. Vanligvis gjennom biofilter og overvannsvåtmarker.

Jordadsorpsjon:

Fysisk feste av partikler som næringsstoffer og tungmetaller til jord.



Figur 6. Kunstig våtmark, Sørlandsparken Kristiansand. (foto: Kristiansand kommune)

2.4.3 Erosjon- og sedimentkontroll

Tiltak mot erosjon reduserer mengden sedimenter som transporteres med overvann til bekker, elver og innsjøer. Sedimenter kan inneholde næringsstoffer og forurensninger som forringer vannkvaliteten og skader livet i vannet. Bygningsaktiviteters forurensende påvirkning på nærliggende områder kan reduseres ved bruk av tiltak som fanger opp sedimentene under utbygging.

Noen følger av erosjon og sedimentering:

Næringsrike stoffer som følger med jordpartikler til resipienter, kan forårsake forandring i vannets pH, øke algevekst og redusere oksygennivået som fører til eutrofiering.

Erosjonsmasser kan tette igjen avløpssystemer, gi redusert kapasitet og lede til økt flomfare.

Sedimenter kan føre til grunne områder i innsjøer som kan resultere i endring av resipientens biologiske balanse.(Økt plantevekst).

Sedimenter kan skape hindringer og endrede vannveier, som øker behovet for fjerning av mudder fra bekker, elver og havneområder.

Sedimenter kan føre til økt turbiditet i resipienter, som kan gi et dårligere estetisk inntrykk.



Noen viktige tiltaksmetoder for midlertidig forebygging av erosjon og sediment under bygningsarbeid:

Bevaring av vegetasjon

Bevaring av vegetasjon der det er praktisk mulig vil være med på å redusere erosjon.

Opprettholdelse av en stripe med naturlig vegetasjon, kan gi et filter som reduserer vannintensiteten og jorderosjon. Vegetasjonssoner har som formål å gi beskyttelse til tilstøtende resipienter og områder

Sedimenthåndtering

En midlertidig sedimenteringsdam kan anlegges for å fange opp erodert jord og andre sedimenter under anleggsfasen. Ved å fange opp sedimentene fra anleggsområdet i et basseng beskyttes tilstøtende eiendommer og vannkvaliteten for nærliggende bekker, elver og innsjøer.

Stabilisering av jordoverflate

Stabilisering av utsatt jord kan blant annet utføres gjennom bruk av netting eller matter som holder igjen toppjordlaget, såing for stabilisering gjennom vegetasjonsvekst, midlertidig fiberduk dekke (kan øke avrenningsintensitet ved bruk i bratte terreng) eller opprettelse av gruslag.



Tiltakskrav 3:

Dersom lokal overvannshåndtering ikke er fullt ut gjennomførbart, kan det søkes om tillatelse til begrenset påslipp til kommunalt ledningsnett.

2.5 Påslipp til offentlig ledningsnett

Det kan søkes om tillatelse for påslipp av overvann til kommunalt ledningsnett dersom byggherre mener lokal håndtering av dimensjonerende overvannsmengde ikke er gjennomførbart, teknisk og/ eller økonomisk.

Ved godkjenning av overvann tilknyttet det kommunale ledningsnettet, må det forventes krav om begrensnings av vannmengde per tidsenhet (l/s). Dette medfører at det i de fleste tilfeller må etableres delvis infiltrasjon og/ eller fordrøyning av overvannet på egen/ omsøkt tomt.

I mange tilfeller så fungerer gjenværende ubebygde områder som fordrøyning for omliggende områder. Ved utbygging av slike områder må fordrøyningseffekten beregnes/ vurderes og ivaretas på tilfredsstillende måte.

Følgende dokumenter skal vedlegges ved søknad om påslipp av overvann til kommunalt ledningsnett:

- *Tiltakets art*
Beskrivelse av tiltakstype og formål.
- *Kart over nedslagsfeltet med utbygde og ikke utbygde områder.*
NB! Viktig at hele nedslagsfeltet, det vil si at også hele det området som har avrenning til det omsøkte området må inkluderes i kartet og beregningene.
- *Oversikt over gjennomtrengelig og ikke gjennomtrengelig flater for overvann.*
- *Beregning av forventet overvannsmengde i henhold til VA-normen.*
- *Beregning av mulig infiltrasjonsmengde.*
- *Overvannsmengde som søkes tilknyttet offentlig ledningsnett.*
- *Tegning over utforming av tekniske løsninger med tilhørende beregninger:*
 - *Infiltrasjonsløsning (med dimensjonering/ beregninger)*



- *Fordrøyningsmagasin (med dimensjonering/ beregninger)*
- *Mengderegulering videreført mengde*
- *Overvann/ drenskum*
- *Rør type*
- *Rørdimensjon*
- *Tilkoblingspunkt*
- *Tegning som viser forventet avrenningsmønster med normalavrenning og flom.
NB! Det er viktig at det vises forventet avrenningsmønster for hele influensområdet.
Områder som renner inn til området, vann fra og gjennom det aktuelle området og
flomvei fra det aktuelle området helt til sjø/ elv.*
- *Beskrivelse av tiltak for å redusere forurensning i byggefasen og driftsfasen.*



3. DIMENSJONERING

3.1 Infiltrasjon

Overflateinfiltrasjon er en viktig del av lokal overvannshåndtering. Infiltrasjon kan bli brukt til reduksjon av avrenningsvolum og/ eller til rensing av forurensning i overvann.

Hvor stor vannmengde som kan infiltreres er avhengig av jordens hydrauliske ledningsevne. Hydraulisk ledningsevne øker med jordartens grovhet. Finkornete jordarter som leire har lavere hydraulisk ledningsevne enn grus- og sandavsetninger. Utnyttelse av et område som fører til komprimering av jordlaget, forandrer den hydrauliske ledningsevnen.

Tilgjengelig kart over løsmasser brukes ved planlegging av et infiltrasjonsanlegg, men for få en tilstrekkelig kunnskap om områdets infiltrasjonskapasitet bør det utføres målinger. I et jordsjikt er det laget med minst hydraulisk ledningsevne som er dimensjonerende.

Forurensning

Det skal vurderes om det er fare for forurensning av grunnvannet ved infiltrasjon av avrenning fra industri-, vei- og parkeringsområder, der overvannet blant annet kan inneholde giftige løsemidler som bensin.

Drift

Et vanlig driftsproblem er tiltetting av infiltrasjonsoverflaten med organiske materiale og sediment. Dette kan forhindres ved å lede overvannet gjennom sedimentbasseng og/ eller bioretensjonsanlegg før infiltrasjon tas i bruk

Kuldeperioder

Under kalde perioder kan det oppstå is på overflaten av infiltrasjonsanlegget og i jordpartiklenes mellomrom. Dette kan motvirkes ved å holde infiltrasjonsoverflaten tørr, for eksempel ved ikke å benytte anlegget under kuldeperioder eller ved å infiltrere under frostsoneen.



3.2 Manuell beregning av arealavrenning

Manuelle beregningsmetoder for arealavrenning benyttes for mindre avrenningsarealer. Ved anvendelse av manuell beregning må en benytte konstant nedbør, ensartede arealer og midlere avrenningskoeffisienter. Manuell beregning gir overslagsverdier.

3.2.1 Rasjonelle metoden

Den rasjonelle metoden er en enkel formel for å beregne dimensjonerende overvannsføring:

For beregning av dimensjonerende vannføring, er metoden avhengig av faktorer som nedslagsfelt, avrenningskoeffisient og et gjennomsnitt nedbørintensitet med varighet lik konsentrasjonstiden.

Formel:

$$Q = \varphi * i * A * k_f$$

Q = dimensjonerende vannføring (l/s)

φ = avrenningskoeffisienten (-)

i = nedbørintensitet (l/s*ha)

A = areal av nedslagsfeltet i (ha)

k_f = klimafaktor.



Anvendelse av rasjonelle metoden er basert på følgende forutsetninger:

1. Gjennomsnitt nedbørintensitet blir benyttet. Kasseregn hentes fra IVF kurve.
2. Nedbøren er jevnt fordelt over hele nedslagsfeltet og er konstant over tid.
3. Dimensjonerende vannføring forekommer når hele nedslagsfeltet bidrar til avrenning.
4. Nedbørvarigheten (t_r) som er lik konsentrasjonstiden (t_k) for nedslagsfeltet gir dimensjonerende vannføring.
5. Avrenningskoeffisienten er konstant under hele nedbørsvarigheten.
6. Beregning med rasjonell formell blir mindre nøyaktig med nedslagsfelt større enn 20 ha. Mellom 20-50 ha må det gjøres en vurdering hvorvidt den rasjonelle formellen kan brukes.

3.2.1.1 IVF-kurven

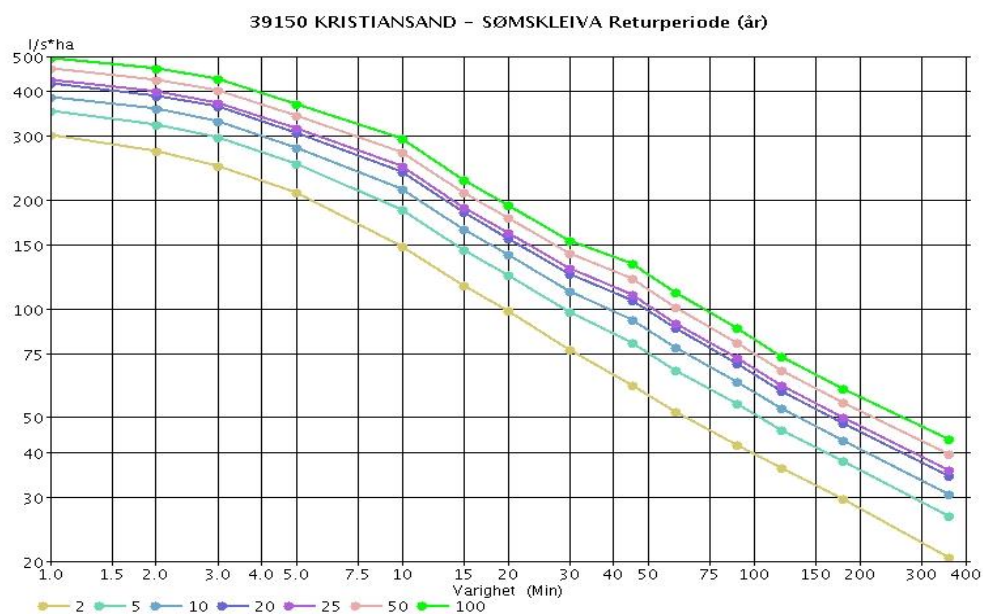
IVF- kurver er statistiske sammendrag av tidligere nedbørshendelser.

IVF-kurven viser forholdet mellom intensitet og varighet for en nedbørshendelse ved en gitt nedbørshyppighet.

Hver IVF-kurve inneholder mange forskjellige kurver som tilsvarer ulike typer nedbørshyppigheter. For eksempel vil en 100 års nedbørshyppighet statistisk sett inntreffe en gang hvert 100 år.

Forskjellige områder kan registrere ulike nedbørsmengde over tid, og for hydrologisk analyse bør det benyttes område spesifikke IVF-kurver.

For Lillesand kommune benyttes IVF-kurve fra stasjonen 39150 Kristiansand - Sømskleiva.



Figur 7 IVF-kurve fra stasjonen 39150 Kristiansand - Sømkleiva

Tabell 1 Nedbørsintensitet Sømkleiva fra 1974-2008

Returperioder (År); Nedbørsintensitet ($l/s \cdot ha$)

Periode: 1974 – 2008, Antall sesonger: 26

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	300,3	272,1	247,2	208,6	148,6	115,4	98,1	76,9	61,2	51,7	41,9	36,0	29,6	20,4
5	351,2	322,4	296,6	250,7	187,7	145,2	123,5	97,6	80,4	67,4	54,3	46,1	37,7	26,5
10	384,9	355,7	329,4	278,6	213,7	165,0	140,3	111,3	93,1	77,9	62,4	52,7	43,0	30,6
20	417,3	387,6	360,8	305,4	238,5	183,9	156,4	124,4	105,3	87,9	70,3	59,1	48,2	34,4
25	427,5	397,7	370,7	313,9	246,4	190,0	161,6	128,6	109,2	91,0	72,7	61,1	49,8	35,7
50	459,2	428,9	401,4	340,1	270,7	208,5	177,3	141,4	121,1	100,8	80,4	67,3	54,9	39,5
100	490,5	459,9	431,9	366,0	294,8	226,9	193,0	154,2	132,9	110,5	88,0	73,5	59,9	43,2
200	521,9	490,8	462,3	391,9	318,9	245,2	208,6	166,9	144,7	120,2	95,6	79,7	64,9	47,0



3.2.1.2 Gjentaksintervaller

Overvannssystemet skal dimensjoneres slik at oversvømmelser og tilbakeslag unngås ved dimensjonerende nedbør. (Benyttes til manuell beregning)

Tabell 2. Dimensjonerende nedbørsfrekvens.

Kategori	Plassering	Frekvens
----------	------------	----------

Områder med lavt skadepotensial

1	Utmark Landbruksområder	10 år
----------	----------------------------	--------------

Områder med betydelig skadepotensial

2	Boligområder	25 år
----------	--------------	--------------

Områder med høyt skadepotensial

3	Lillesand sentrum og urbane områder	50 år
----------	-------------------------------------	--------------

Det presiseres at dette er minimums verdier.

Høyere gjentaksintervall benyttes der skadepotensialet vurderes å være stort.



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

Det skal etableres flomveg som kan håndtere vannmengder over dimensjonerende nedbørshendelser, samt for overbelastning, tilstoppelse eller ødeleggelse av ledningssystemet. Flomveger skal ha kapasitet minst lik 100 års flom med klimafaktor, høyere dersom området har høyt skadepotensiale. Flomvegen beskriver avrenningssystemet på overflaten der overvannet kan renne bort uten å gjøre større skader – flomveg må avklares helt til større vassdrag/ sjø.

Veiene kan være aktuelle som flomvei/ del av flomvei forutsatt at vannet holder seg i veien og ikke kan medføre skade på veien eller nærliggende bebyggelse/ private tomter.

Dette må dokumenteres.

For å ivareta fremkommelighet for utrykningskjøretøyer skal ikke vannstanden i veien overstige 10 cm.



3.2.1.3 Klimafaktor

Klimafaktoren benyttes på grunnlag av antatt fremtidig økning av nedbør i løpet av anleggets brukstid. (ledning, pumpestasjoner...)

Tabell 3. Klimafaktor

Forventet brukstid VA anlegg	Klimafaktor
100 år	1,4

Det skal alltid legges opp til at overvannsanleggene for et utbyggingsområde (infiltrasjon, fordrøyning og tilførsel til kommunalt ledningsnett/ bekk) skal kunne håndtere de dimensjonerende nedbørsmengdene. Klimafaktoren på 1,4 skal benyttes på alle beregninger av vannmengder for å ta høyde for forventede fremtidige klimaendringer.

Prinsippene om lokal overvannshåndtering skal alltid benyttes så langt som mulig, og det er et mål å opprettholde fornuftige ledningssystemer med hensiktsmessige ledningsdimensjoner. Ved (kommunal) rehabilitering av eksisterende ledningsnett grunnet ledningskvalitet og ikke på grunn av økt belastning kan det vurderes om deler av den forventede klimaendringen (klimafaktoren) kan håndteres av private gjennom økt bruk av lokale overvannstiltak som infiltrasjon og fordrøyning. Dette gjennomføres mest hensiktsmessig gjennom begrensning i tillatt påslippsmengde til kommunalt nett ved søknadspåklagte tiltak som nybygg, fortetting og vesentlig endring av eksisterende bebyggelse. En slik vurdering må godkjennes av VA ansvarlig i kommunen.

3.2.1.4 Avrenningskoeffisient

Avrenningskoeffisient viser forholdet mellom avrenning fra et nedbørfelt og nedbøren over samme området.

Ved valg av avrenningskoeffisient for beregning, vurderes blant annet faktorer som arealet størrelse, helning, andel impermeable flater, langvarig regn, mark type, grunnvannsnivå osv.

Vinterforhold kan ha frosset eller isdekket overflate som gir avrenning tilsvarende tette flater.



I Lillesand kommune benyttes følgende avrenningskoeffisienter (VA- normen):

Tabell 4 Avrenningskoeffisienter, ϕ .

Tette flater (tak, betong-/ asfaltdekker, fjell/berg)	0,9 – 1,0
Sentrums- og tettbebygde områder	0,7 – 0,9
Rekkehus-/ leilighetsområder	0,6 – 0,8
Eneboligområder	0,5 – 0,7
Grusveierplasser	0,5 – 0,7
Plen, dyrka mark, parkområder	0,2 – 0,4
Skogsmark med vegetasjon, steinet og sandholdig grunn	0,1 – 0,3

Valg av avrenningskoeffisient må ta høyde for en eventuell fremtidig endring i arealets overflatetype. Utbygging kan medføre økt andel tette flater og dermed høyere avrenningskoeffisient.

I beregninger av forventede avrenningsmengder grunnet urbanisering av overflaten (de 5 øverste områdetypene) forventes det derfor at det benyttes verdier i øvre del av det oppgitte verdispennet dersom en ikke har dokumentasjon eller annen svært god begrunnelse for å velge lavere verdier for avrenningskoeffisient.

For de to nederste områdetypene skal valget av koeffisient vurderes etter forhold som fall, type område, forventede grunnforhold etc. Valg av koeffisient skal begrunnes. For flat mark og permeabel jord kan det være aktuelt å benytte lave verdier.



Spiss- og volumavrenningskoeffisienter

Avrenningskoeffisienten øker med økende regnvarighet. Det er viktig å skille mellom avrenningskoeffisienter for kortvarig nedbørhendelse for dimensjonering avløpsystemets transportkapasitet og langvarig nedbørhendelse for dimensjonering av fordrøyningsbassenger og dammer.

Ved dimensjonering av et fordrøyningsbasseng ved en langvarig nedbørhendelse, benyttes normalt volumavrenningskoeffisienter som er noe høyere enn spissavrenningskoeffisienter for en kortvarig nedbørhendelse. Avrenningsfaktoren bør da for eksempel økes fra 0,4-0,7 for en kortvarig nedbørhendelse til 0,6 – 0,8 for en langvarig nedbørhendelse.

Midlere avrenningskoeffisient:

For store nedbørsfelt med mindre delfelt som har ulike avrenningskoeffisienter, kan midlere avrenningskoeffisient beregnes etter formelen:

$$\varphi_{\text{midl}} = (\varphi_1 A_1 + \varphi_2 A_2 + \dots \varphi_n A_n) / (A_1 + A_2 + \dots A_n).$$

A = areal av overflate

φ = avrenningskoeffisient for arealet



Grønne tak – Avrenningskoeffisienter

Ekstensiv

Er et naturlig takdekke som består av hardføre, tørkeresistente og frosttålede planter som krever lite vedlikehold. Ekstensivt tak har et tynt vekstmedium som opprettholder selvformerende, små og tettvoksende planter. Plantene har høy evne til å overleve relativt ekstreme klimaforhold.

Intensiv

Intensiv tak har dypere vekstmedium som gjør at det kan opprettholde større variasjon av planter. Planter som benyttes på et intensivt tak, inkluderer gress (plener), busker og trær. Plantene krever mye av vekstmediet, og det er behov for vanning og tilføring av næringsstoffer.

Tabell 5 Avrenningskoeffisient ved grønne tak

Type grønne tak	Tykkelse	Vegetasjon	Avrenningskoeffisient
Ekstensiv	6 – 20 cm	Sedum/ urter/ gress/ moser	0,8 – 0,85
Semi – intensiv	10 - 25 cm	Sedum/ urter/gress/moser/ planter/busker	0,7 – 0,8
Intensiv	15 – 50 cm	Gressplener/ Busker/ Trær	0,6 – 0,8

Spennvidden i avrenningskoeffisientene er avhengig av tykkelsen på vekstmediet.

(Verdiene for avrenningskoeffisientene er til vurdering, og kan endres ved senere oppdatering)



3.2.1.5 Konsentrasjonstid

Konsentrasjonstiden er perioden det tar for avrenningsvannet å bevege seg fra et vannskille lengst borte og fram til dimensjoneringspunktet i et nedslagsfelt. Ved benyttelse av konsentrasjonstiden i rasjonelle formel, vil det føre til at hele nedslagsfeltet bidrar til maksimum vannføring i dimensjonspunktet. Regnvarigheten som gir maks vannføring er lik konsentrasjonstiden (t_k) for nedslagsfeltet.

Konsentrasjonstiden blir beregnet som summasjon av tilrenningstider for ulike segmenter av strømningsveien. Dette kan være tilrenningstid på markoverflaten og strømningsstider i rør, kanaler osv.

Konsentrasjonstiden (t_k) består av tiden vannet beveger seg på overflaten fram til sluket (t_t) og strømningsstiden i rørsystemet (t_s).

Konsentrasjonstiden (t_k) beregnes av formelen:

$$t_k = t_t + t_s$$

t_t = Tiden vannet beveger seg på overflaten.

t_s = strømningsstiden i rør. (lengde/fart)

Strømningsstiden i ledningen

$$t_s = L/v$$

L = Lengden av ledningen fram til punktet.(m)

v = vannhastigheten i ledningen. (m/s)

Ved utregning av strømningsstiden i rør, kan vannhastigheten i begynnelsen antas. Det anbefales normalt at vannhastigheten settes til 1,5 – 2 m/s.

Det kan også benyttes Colebrooks diagram til å anslå vannhastigheten i røret.



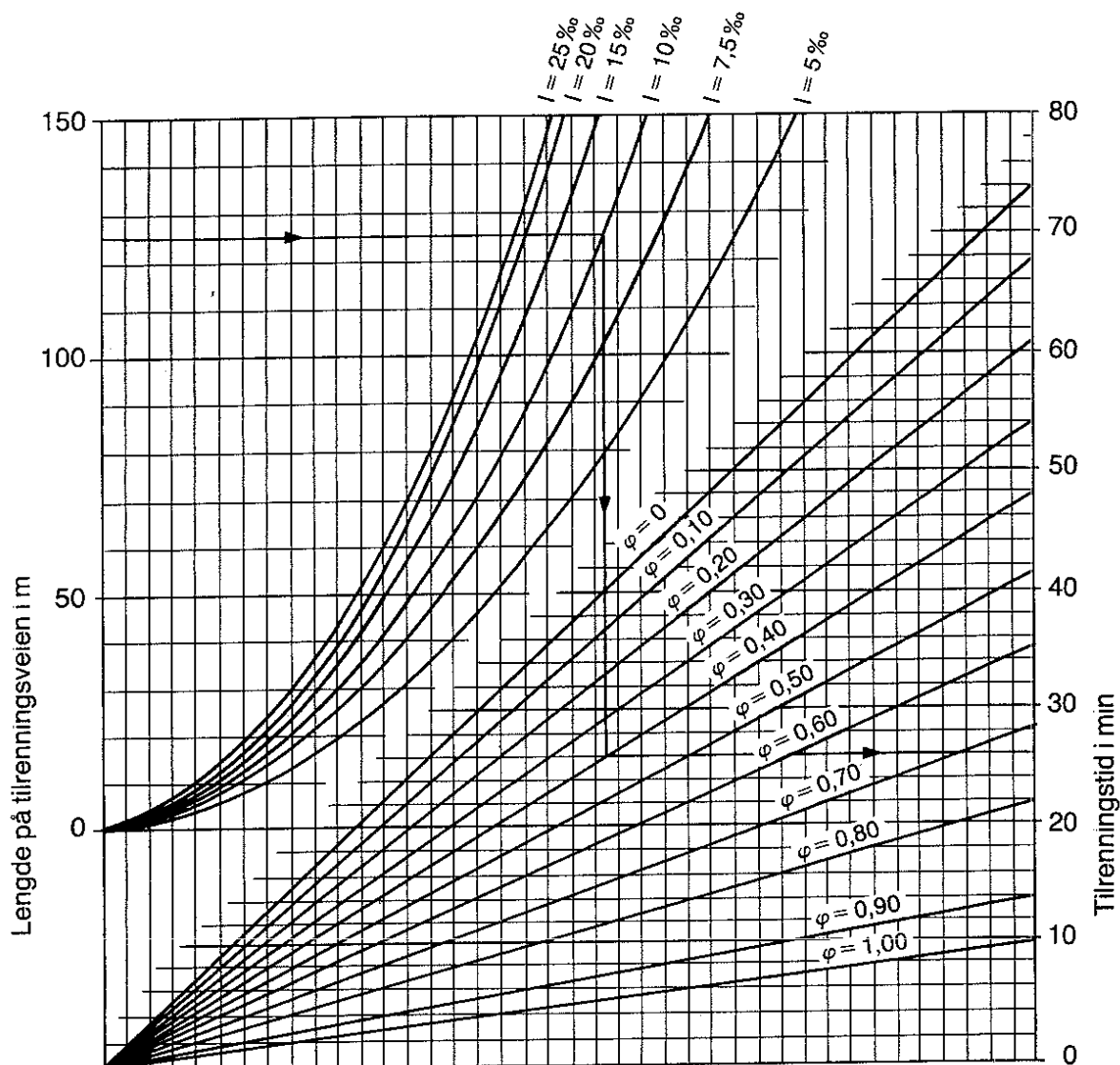
Tiden vannet beveger seg på overflaten

Overflateavrenning er den delen av nedbøren som ikke infiltrerer og som renner fram til sluk/innløp. Avrenningen er en vannhinne som renner av på overflaten. Overflatens egenskap og grunnforhold bestemmer vannhastigheten til overflateavrenningen.

Tiden vannet beveger seg på overflaten kan beregnes ved hjelp av nomogrammer eller Manningsformel.

Nomogram

Ved benyttelse av nomogrammer er det behov for helning av terrenget i promille og avrenningskoeffisient for terrenget.



Figur 8. Beregning av tilrenningstid for avrenning på overflaten (SFT TA-550)

Fremgangsmåte for beregning av dimensjonerende overvannsvannføring til et punkt – den totale vannmengden som må kunne håndteres:

- Avklar nedbørsfeltets areal (**A**) (NB! hele influensområdet må inkluderes) som har avrenning til det aktuelle punktet.
Forhold som kan ha stor innvirkning på nedbørsfeltets grenser som plassering av grøfter og sluk kan være nødvendig å belyse i felt, spesielt i områder med lite fall. Forhold som kan påvirke arealets størrelse som avskjæring av delarealer og mulig fremtidig tilknytning av nye arealer må vurderes.



- Beregne midlere avrenningsfaktor (**ϕ**) fra området basert på områdets overflate (se punkt 3.2.1.4).
- Beregne en fornuftig konsentrasjonstid **$t_k = t_t + t_s$** og sett denne lik regnvarigheten (se punkt 3.2.1.5).
 - For mindre områder settes normalt konsentrasjonstiden frem til sluk mellom 3 og 15 minutter etter feltets overflate, størrelse, utforming, fall og lengde. For større felt kan konsentrasjonstiden være lengre.
 - For hastighet i rør startes normalt beregninger med en antatt verdi mellom 1,5 m/s og 2 m/s etter fall på rørene.
- Velg gjentakelsesintervall **Z** basert Norsk Vanns retningslinjer (se punkt 3.2.1.2).
- Gå inn i IVF-kurven med nedbørvarighet (**t_r**) lik konsentrasjonstiden (**t_k**) og gjentakelsesintervallet (**Z**), og les av nedbørintensitet (**i**). (se punkt 3.2.1.1)
- Avklar klimafaktor (**k_f**), denne er 1,4 (se punkt 3.2.1.3).
- Beregne vannføringen **$Q = \phi * i * A * k_f$**
- Sjekk hastighet mot valgt hastighet i rør som ble benyttet for å finne tilrenningstid i ledningsnett (**t_s** i pkt 3).
 - Benytt en friksjonsformel til finne ledningsdiameteren basert på vannmengde og fall. (for eksempel Colebrooks)
 - Benytt delfyllingsdiagram til å finne vannhastigheten.
 - Sammenlign verdien for vannhastighet med den antatte vannhastigheten i punkt 3. Hvis det er stort avvik må man gjenta beregningen med den nye verdien.
- Avklar fordelingen mellom hvor stor andel av vannføringen som kan;
 - Håndteres ved infiltrasjon.
 - Reduseres med bruk av fordrøyingstiltak.
 - Ledes til ledningsnett/ vassdrag.Hele den totale vannføringen må kunne håndteres på forsvarlig måte.



3.2.2 Regnenvelopmetoden

Fordrøyningsanlegg har som hensikt å dempe flom som fører til skader og ødeleggelser på nedstrøms avløpsinfrastruktur og bebyggelser.

Fordrøyningsanlegg må ha nødvendig kapasitet til å fange opp og lagre avrenningen fra et ovenforliggende nedslagsfelt og en utløpsinnretning for å slippe det lagrede vannet nedstrøms. Utslipp av vannet kan utføres med intensitet tilnærmet lik før bebyggelse eller basert på kapasiteten til nedstrøms avløpsnett.

Regnenvelopmetoden benytter konstant regn (kasseregn) med forskjellige regnvarigheter fra IVF-kurve til å beregne maksimal nødvendig fordrøyningsvolum. Det dimensjonerende fordrøyningsvolumet finnes ved å beregne maks differansen mellom tilløpsvolumet og utløpsvolumet.

Det må etableres reserveløsning for tilfeller der magasinet går fullt. **Overløp fra magasinet skal ikke tilføres offentlig avløpsnett.** Overløpsvann kan for eksempel lagres midlertidig på overflaten på egen eiendom. Alternativt må det etableres egne flomveger som hindrer større skader.



Formel:

Tilløpsvolum	Utløpsvolum
$V_{inn} = i_{(z, tr)} * t_r * T * A * \varphi * k_f * K$	$V_{ut} = Q * t_r * T * K$
i = nedbørintensitet (l/s*ha) z = gjentakintervall (år) t_r = regnvarighet (min) T = omregningsfaktor = 60 (s/min) A = Areal (ha) φ = avrenningskoeffisient (ubenevnt) k_f = klimafaktor = 1,4 (ubenevnt) K = omregningsfaktor = 0,001 (m³/l) V_{inn} = Tilløpsvolum (m³)	Q = konstant utløp(l/s) t_r = regnvarighet (min) T = omregningfaktor = 60 (s/min) K = omregningfaktor = 0,001 (m³/l) V_{ut} = utløpsvolum (m³)
$V_{fordrøyning} = V_{inn} - V_{ut}$	



Fremgangsmåte for beregning av maksimal nødvendig fordrøyningsvolum (magasin):

Det er normalt lange regnhendelser som er dimensjonerende for fordrøyningsløsninger.

Hvor langt tidsintervall som er nødvendig å beregne for er avhengig av områdets størrelse og hvor stor vannmengde som tillates ut fra magasinet.

For de fleste mindre områder vil det være nedbørshendelser på en eller noen timer som er dimensjonerende for nødvendig bassengvolum. For større områder og i tilfeller hvor vannmengden ut av bassenget er veldig lav kan det være døgn som er dimensjonerende.

Det er derfor viktig at det tas med tilstrekkelig lange regnvarigheter i beregningene til at kurven når maksimalt nødvendig fordrøyningsvolum og er tydelig på vei ned igjen.

- 1) Gjeldende gjentakintervall (**Z**) velges. (se punkt 3.2.1.2)
- 2) Basert på det valgte gjentakintervallet hentes de forskjellige regnvarighetene (**min**) med tilhørende nedbørintensiteter (**I/s*ha**) fra en IFV-kurve. (se punkt 3.2.1.1).
- 3) Areal (**A**) for nedslagsfeltet beregnes i **ha**.
NB! Viktig at hele influensområdet som har avrenning til det aktuelle punktet vurderes. Forhold som kan ha stor innvirkning på nedbørsfeltets grenser som plassering av grøfter og sluk kan være nødvendig å befare i felt, spesielt i områder med lite fall. Forhold som kan påvirke arealets størrelse som avskjæring av delarealer og mulig fremtidig tilknytning av nye arealer må vurderes.
- 4) Avrenningskoeffisienten (**φ**) velges basert på områdets beskaffenhet. (se punkt 3.2.1.4).
NB! Som volumavrenningskoeffisient skal alltid minst høyeste verdi for spissavrenningskoeffisient benyttes. Avrenningskoeffisienten øker med økende regnvarighet og det er normalt relativt lange nedbørshendelser som er dimensjonerende for fordrøyningsmagasiner.
- 5) Avklar klimafaktor (**kf**), denne er 1,4 (se punkt 3.2.1.3).
- 6) Tilløpsvolumet beregnes med forskjellige regnvarigheter med formelen:
$$V_{inn} = i_{(z, tr)} * t_r * T * A * \varphi * kf * K$$
- 7) Basert på kommunens retningslinjer fastsettes utløp **Q (I/s)**.
- 8) Utløpsvolumet beregnes med forskjellige regnvarigheter med formelen:
$$V_{ut} = Q * t_r * T * K$$



- 9) Nødvendig fordrøyningsvolum beregnes for forskjellige regnvarigheter t_r :

$$V_{\text{fordrøying}} = V_{\text{inn}} - V_{\text{ut}}$$

- 10) Maksimal nødvendig fordrøyningsvolum er største verdien av $V_{\text{fordrøying}}$.



3.3 Modellering av store nedslagsfelt

For større nedslagsfelt enn 20 ha anbefales det bruk av avløpsmodeller, som anvender nedbørshendelser for lengre perioder. For nedslagsfelt større enn 50 ha skal alltid slike modeller benyttes. Avløpsmodeller simulerer nedslagsfeltets reaksjon på nedbør, og som følge av dette viser flom- og oppstuvningssituasjoner.

Tabell 6. Norsk Vanns anbefalte minimums dimensjonerende hyppigheter for separate og fellesavløpssystem. (Tabellen benyttes til avløpsmodellering)

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 skadepotensialet (utkantområder, landbrukskommuner)	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	Underganger/ områder med meget høyt skadepotensial	1 i løpet av 50

* ledningsnettets skal bare fylles til topp av rør ved dimensjonerende regnskyllhyppighet.

** Oversvømmelses nivå skal normalt regnes til et kjellernivå 90 cm over topp av rør i hovedledningsnett.