

Terje Nordeide

Lokal håndtering av overvann i byer og tettsteder



BYGGFORSK

Norges byggforskningsinstitutt

Terje Nordeide

Lokal håndtering av overvann i byer og tettsteder

Prosjektrapport 208 – 1996

Prosjektrapport 208

Terje Nordeide

Lokal håndtering av overvann i byer og tettsteder

ISSN 0801-6461

ISBN 82-536-0552-8

400 eks. trykt av

Lobo Grafisk as

Resirkulert papir:

omslag Cyclus 200 g

innmat Karat 100 g

© Norges byggforskningsinstitutt 1996

Adr.: Forskningsveien 3B
Postboks 123 Blindern
0314 OSLO

Tlf.: 22 96 55 00

Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 42

Illustrasjoner: Landskapsarkitektene 13-3 og Terje
Nordeide hvor ikke annet er oppgitt

Emneord:

Planlegging

Overvann

Infiltrasjon

Fordrøyning

Tettsted

Forord

Lokal overvannshåndtering er ingen ny tanke. Statens forurensningstilsyn (SFT) utga i 1982 «Veiledning ved infiltrasjon av overvann – metoder og tekniske løsninger». Den bygde på et omfattende forsknings- og utredningsarbeid som var gjennomført i Sverige.

Trass i dette ble lokal overvannshåndtering i beskjeden grad tatt i bruk. SFT og Oslo vann- og avløpsverk tok et felles initiativ til å revidere veilederen fra 1982. Planen var å utarbeide et veiledningsmaterieell på grunnlag av prosjekter som var gjennomført og de erfaringene disse hadde gitt. Men det viste seg at grunnlaget for dette var for dårlig. En valgte derfor å ta utgangspunkt i en blanding av prosjekter som er gjennomført med lokal overvannshåndtering og skisseforslag til hvordan lokal overvannshåndtering kunne vært løst i noen konkrete tilfeller.

Eksempelene er valgt for å vise hvordan lokal overvannshåndtering kan realiseres på ulike nivåer og i ulike utbygningssituasjoner. De tar utgangspunkt i Osloområdet, men på en slik måte at de har allmenn aktualitet. Grunnleggende for rapportens innhold og form har vært:

- De tekniske elementene som anvendes, bygger på kjente og til dels svært gamle tekniske løsninger. Hovedelementene er beskrevet i kapittel 3 Tekniske elementer. En viktig utfordring er å utforme disse til det enkelte prosjektet og gi dem en god arkitektonisk og håndverksmessig utførelse. På dette punktet har en mye å lære av gamle historiske anlegg.
- I forhold til det konkrete prosjektet finnes det et utall løsninger for utjevning og infiltrasjon av overvann. Det gjelder å kombinere kreativitet og fantasi med ingeniørmessig systemtenkning for å

komme fram til gode løsninger i de enkelte tilfellene. Eksempler på dette presenteres i kapitlene om boligområder (kap. 4), trafikkområder (kap. 5) og sentrumsområder (kap. 6).

Til nå har lokal overvannshåndtering blitt diskutert på VA-ingeniørenes sammenkomster. Men bruk av lokal overvannshåndtering krever et reelt samarbeid mellom VA-ingeniører, landskapsarkitekter og byplanleggere. Denne rapporten har derfor som et hovedmål å bringe planleggerne/landskapsarkitekten aktivt inn på banen. Han/hun bør se at her er en oppgave hvor denne profesjonen sitter med løsningen. Dette er forhold som det er viktig at også byggherren og VA-ingeniøren er seg bevisst.

Rapporten er et resultat av det arbeidet som ble startet for å revidere SFTs veileder fra 1982 og er utarbeidet av siviling. Terje Nordeide, overing. i Oslo vann- og avløpsverk. Det er lagt vekt på å vinkle stoffet ut fra planleggerens og arkitektens ståsted. En viktig samarbeidspartner i arbeidet for å lykkes med dette har vært landskapsarkitektene Tormod Sikkeland og Terje Vedal i firmaet Landskapsarkitektene 13-3.

Det er vårt håp at denne rapporten kan bidra til å peke på de mulighetene og utfordringene som ligger i å handtere overvann og på den måten stimulere til kreative løsninger. Et viktig arbeid framover for å bidra til en positiv utvikling er å informere om de gode prosjektene og løsningene som gjennomføres.

Norges byggforskningsinstitutt utgir rapporten i sin serie prosjektrapporter med økonomisk støtte til trykningen fra SFT.

Oslo, desember 1996

Åge Hallquist

Innhold

Forord	3	6. Sentrumsområde med fellessystem	42
1. Innledning.....	5	6.1 Generelt	42
1.1 Hva er lokal overvannshåndtering?	5	6.2 Sentrumsområde	42
1.2 Lokal overvannshåndtering – hvorfor?	5	6.3 Utvidelse av et større sentrumsbygg	47
1.3 Lokal overvannshåndtering – hvordan?	5	Litteratur	49
2. Planlegging og gjennomføring	9	Vedlegg.....	49
2.1 Generelt	9	1. Dimensjonering	49
2.2 Overordnede planer	9	1.1 Generelt	49
2.3 Prinsippplan.....	12	2. Dimensjonering ved bruk av regnenvelopmetoden	49
2.4 Prosjektplan – detaljplan	12	2.1 Generelt	49
2.5 Drifts- og vedlikeholdsplan	13	2.2 Tilført vannmengde	49
3. Tekniske elementer	14	2.3 Avtappet vannmengde	49
3.1 Generelt	14	2.4 Bestemmelse av avledet eller magasi- nert vannmengde	49
3.2 Infiltrasjonsflater – dekker	14	3. Infiltrasjon	50
3.3 Fordrøyning – bassenger	19	3.1 Generelt	50
3.4 Taknedløp og utspylere	23	3.3 Forenklede dimensjoneringsmetoder	50
3.5 Renner, kanaler, diker, bekker	23	4. Fordrøyning	52
4. Boligområder	25	4.1 Generelt	52
4.1 Generelt	25	4.2 Avtapping	52
4.2 Nytt småhusområde	25	4.3 Framgangsmåte ved beregning av fordrøyningsvolum og basseng	53
4.3 Rekkehusområde	29	4.4 Beregninger basert på tyske retningslinjer	54
4.4 Gammelt eneboligområde med overvannsproblemer	32		
5. Trafikkområder	35		
5.1 Generelt	35		
5.2 Motorveg	36		
5.3 Bygater	39		

1. Innledning

1.1 Hva er lokal overvannshåndtering?

I et naturområde bidrar vegetasjonen og jordsmonnet til å utjevne avrenningen til grunnvannet, vassdraget eller fjorden. Når det bygges ut, og store deler av arealet får et tett dekke, reduseres den naturlige utjevningen. Lokal overvannshåndtering vil si at en søker å bygge ut området slik at dette unngås.

Hovedelementene i lokal overvannshåndtering er infiltrasjon og fordrøyning:

- Infiltrasjon
Overvannet infiltreres direkte til grunnen
- Fordrøyning
Overvannet ledes til et basseng hvor det fordrøyes før det tilføres grunnen, avløpsnettets eller en lokal resipient

I uttrykket "lokal" ligger at infiltrasjon og fordrøyning søkes så nær den tette flaten som mulig.

Lokal overvannshåndtering presenteres ofte som et alternativ til tradisjonelle system, som f.eks. separatsystemet eller fellessystemet. I virkeligheten finner vi grader av lokal overvannshåndtering ved begge systemene.

1.2 Lokal overvannshåndtering – hvorfor?

For VA-ingeniøren er overvann et avløpsproblem:

- Høye investeringskostnader fordi avløpsystemet må dimensjoneres for de høye belastningene en får ved kortvarige nedbør

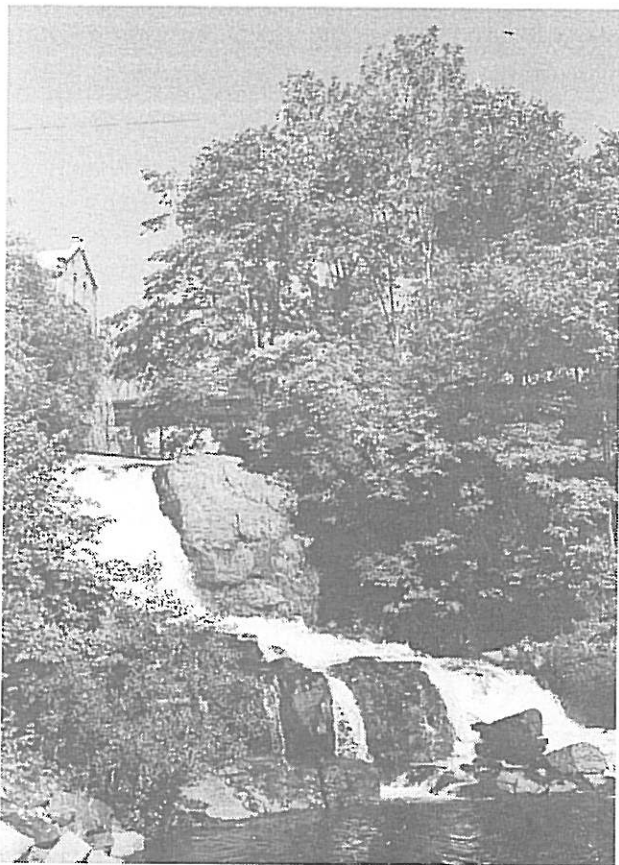
- Høye driftskostnader fordi store mengder av "rent" vann transporteres via avløpsnettets til rensesanleggene
- Fortynnet, men urensset avløpsvann, må ledes direkte ut i vannforekomstene under kraftig nedbør
- Rensetekniske problemer pga. lave temperaturer på avløpsvannet og lave konsentrasjoner av forurensningsstoffer
- Tungmetall i avløpslam fra rensesanleggene hindrer bruk av slammet til jordbruksformål

Lokal overvannshåndtering kan bidra til å løse disse avløpsproblemene.

1.3 Lokal overvannshåndtering – hvordan?

Det naturlige avrenningssystemet med bekkene og elva som hovedelementer, bør være et forbilde for utformingen av overvannssystemet i byer og tettsteder.

Eksempler fra land med sterke urbane tradisjoner viser at man kan kombinere overvannshåndtering med høye estetiske kvaliteter. Et godt eksempel på dette finnes i den tyske byen Freiburg. Byen har fra gammelt av et åpent vann- og avløpsystem. Denne tradisjonen er videreført med det åpne vannsystemet som en viktig del av gateutformingen. Det finnes også gamle parkanlegg, hvor naturgitte forhold er kombinert med estetiske kvaliteter. Eksempelene på dette er mange i Italia, Tyskland og Frankrike. Men de mest kjente anleggene finnes i Spania: Borgen Alhambra og sommerresidensen Generalife i byen Granada. Disse anleggene bygger på tradisjon og respekt for vann og dets kvaliteter. Det finnes også eksempler på dette i vårt land, men vi har ikke tatt vare på og utviklet tradisjonen.



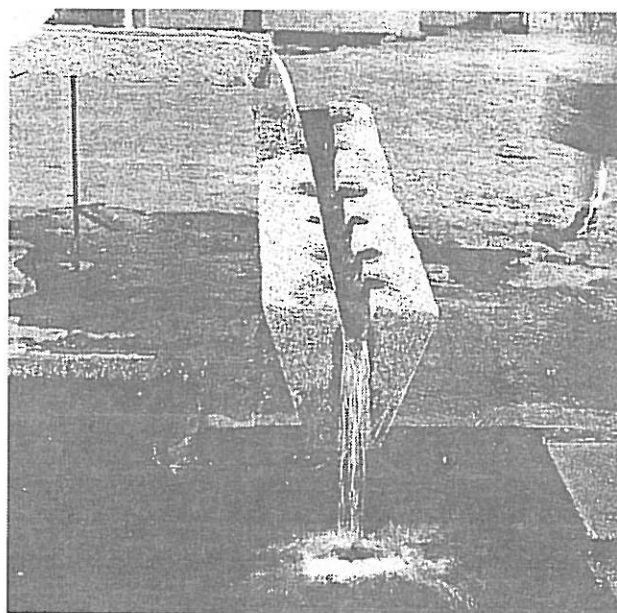
Norsk natur bør være en inspirasjonskilde og et forbilde for utforming av overvannssystem i byer og tettsteder



I Freiburg er det åpne vannsystemet et viktig visuelt element i gatebildet.



Allfor ofte ender det naturlige og åpne avrenningsystemet i en bekkelukking. Gjennomført på denne måten kan bekkelukkingen være en dårlig løsning teknisk, økonomisk, sikkerhetsmessig og miljømessig



Ved å legge vekt på utforming av detaljer i tilknytning til vann, skapes det varige verdier.

De siste årene har byplanleggerene gjenoppdaget hvor viktig grøntdragene/grøntstrukturen er for bymiljøet, og de fleste byer med respekt for seg selv arbeider med egne grøntplaner. Vannvegene er viktige livsnerver i en bys grøntdrag og bidrar til naturopplevelser, biologisk mangfold og hindrer forurensning. I moderne tid har kravet til drift, effektivitet og sikkerhet ført til at de i beste mening er lagt i rør. Et viktig element i byens natur er blitt borte.

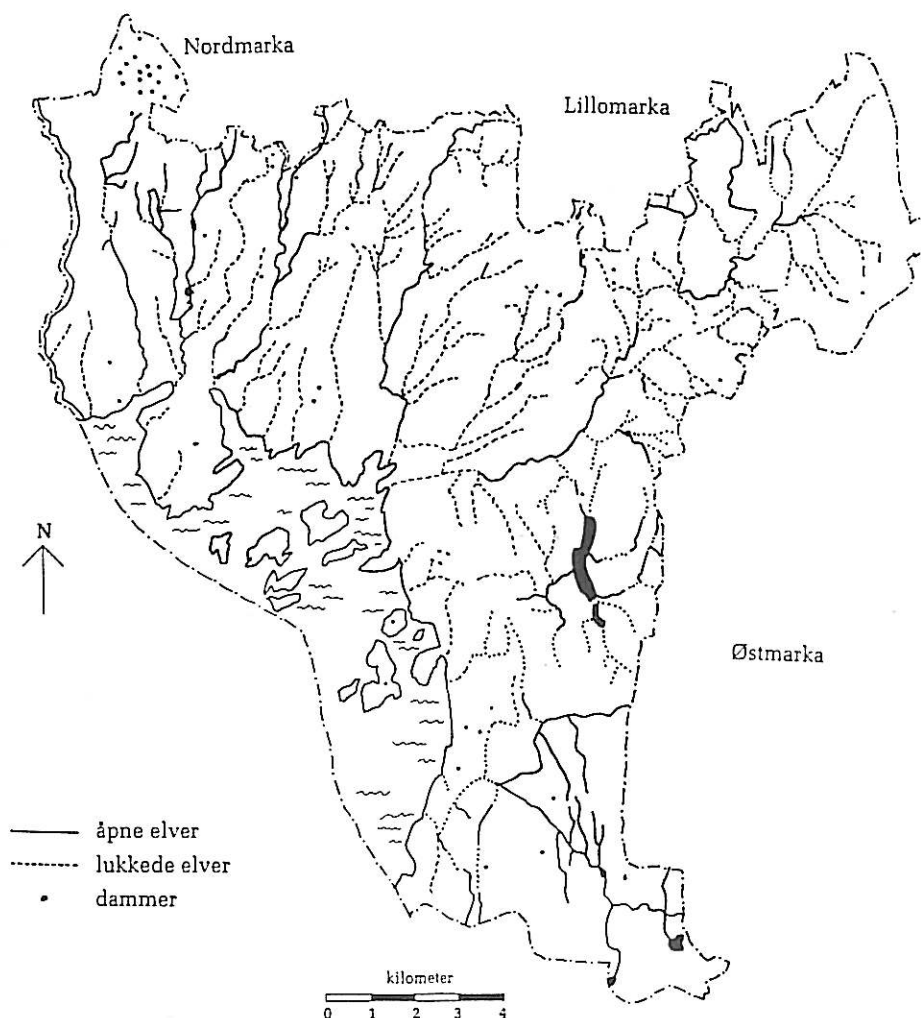
Naturen spilte en langt større Rolle i Datidens Byer end i vore. De var i Virkeligheden et gunstigere Oppholdssted for Dyr og Planter end for Mennesker. Deres Dyreliv har vi alt haft Leilighed til at betrakte i store Træk, og enhver vil kunne slutte, hvilken Vrimmel af Smaadyr, der maatte kunne udklækkes under saa heldige Betingelser. Det samme gjaldt Plantelivet. Træer og Urter trivedes i Byhaverne i en sjælden Grad. Vel var Pladsen indskrænket, men Beboerne plejede og fredede om disse Naturpletter med udsøgt

Omhu, og Urenligheden kom Planterne til Gode. Her var ingen Gassledning til å forgifte dem, Nedlægning af Kloakrør afskar ikke deres Væde. Byen var som en uhyre Drivkasse, afdelt i Rum af de skræmende Huse, næret og varmet af Gadernes Gødning.

Troels Lund: Dagligt Liv i Norden i det 16^{de} AArhundrede. 1. Bog. Land og Folk. Folkeudgave København 1903

Som en del av utviklingen av byens grøntstruktur bør en så langt som mulig søke å åpne de gamle bekkelukningene. Det kan bidra til å gjenskape en detaljrikdom i nærmiljøet som man tidligere tok som en selvfølge.

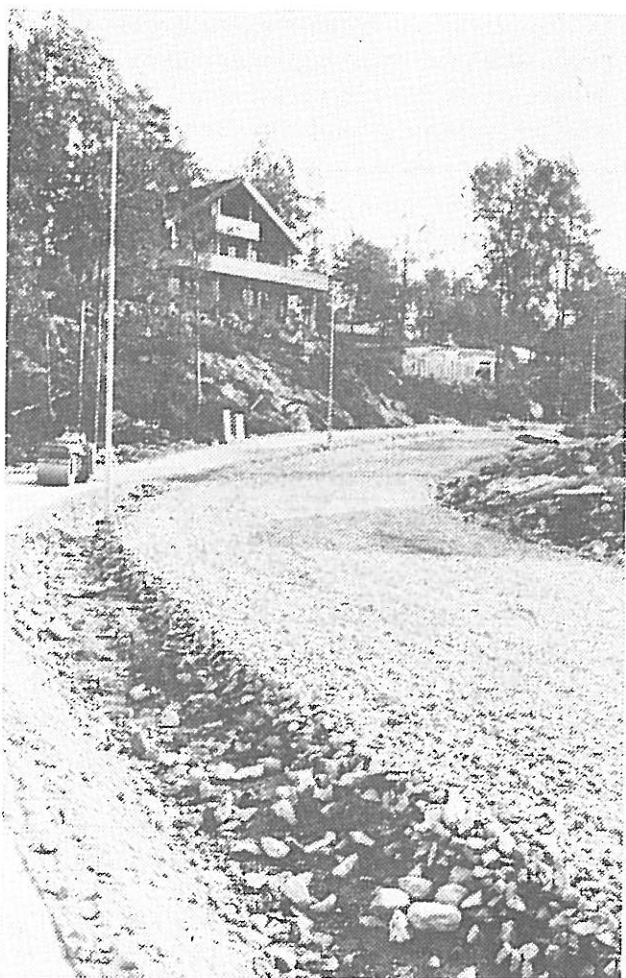
Alternativet til de tradisjonelle bekkelukkingene er å la bekken fortsette i et urbant anlagt, åpent system med bekker utformet som kanaler, fordrøyningsbassenger, renner, hulkiler, terskler osv. Den lokale overvannshåndteringen kan være en naturlig del av dette.



Oversikt over vassdragssystemene i Oslo byggesone. Byutviklingen har lagt atskillig meter med bekker og elver i rør.

Dersom lokal overvannshåndtering skal bli noe en teori og gode intensjoner, må VA-ingeniører, landskapsarkitekter og byplanleggere endre holdninger og praksis og inngå et mer reelt samarbeid enn i dag. En tverrfaglig planlegging, prosjektering og utførelse av overvannssystemet vil gi en stor frihet ved detaljutformingen av overvannssystemet. I stor utstrekning gjelder det å kombinere fantasi og ingeniørmessig systemtenkning, for å tilpasse de tekniske løsningene de spesielle forutsetningene i hvert enkelt prosjekt.

Det er vårt håp at denne publikasjonen kan bidra til dette gjennom eksempler som viser variasjonsmuligheter, fordeler og ev. begrensninger lokal overvannshåndtering gir.



Utbyggingen av et område skaper mange muligheter for økt infiltrasjon og fordrøyning. Eksempel på dette er husfundamenter, vegoverbygging, vann- og avløpsgrøfter. Ved å stille nødvendige krav til hvordan disse utføres, representerer de gratis muligheter for infiltrasjon og fordrøyning av overvann.

2. Planlegging og gjennomføring

2.1 Generelt

Planlegging og prosjektering av overvannsystemet er i dag en VA-teknisk oppgave konsentrert om plassering av sluk, sandfang og dimensjonering av ledninger. Dette gir kostbare løsninger med dårlig sikring mot flomskader. Når ledningsnettets blir overbelastet eller satt ut av drift på grunn av at kummer og sluk går tett, følger overvannet veger og lavbrekk i terrenget. Noen ganger går det bra, andre ganger oppstår flomskader. Dette overflatesystemet blir oftest glemt når overvannshåndteringen planlegges. Men dersom vi ser på helheten og tar med både overflatesystemet og ledningssystemet når vi planlegger overvannshåndteringen, kan vi få en økonomisk løsning med høy driftsikkerhet.

Det første trinnet i planarbeidet er en prinsipplan for overvannshåndteringen for et større område. Denne må være tilpasset de andre overordnede planene for området. Fordi grøntområdene er så viktige for overvannshåndteringen, er grøntplanen sentral.

Prinsipplanen skal legge grunnlaget for detaljprosjektering av det enkelte byggeprosjektet. Dette er spesielt viktig for eksisterende områder i byer og tettsteder hvor en på sikt ønsker å endre avløpssystemet. Dersom en har en prinsipplan for avrenningsområdet å ta utgangspunkt i for prosjektplan og detaljplan, kan en utnytte de enkelte byggeprosjektene som kommer til å gå ett eller flere steg i riktig retning.

I dag tas overvannshåndteringen først opp i byggefasen, når tilkobling til det kommunale avløpsnettets skal godkjennes. Løsningene blir lett «nærsynete» akuttløsninger på spørsmål som: Hvor mye overvann kan det kommunale avløpsnettets ta imot? Hvordan og hvor skal påkobling til kommunalt nett være?

I dette kapittelet gis en kort oppsummering av de viktigste forholdene knyttet til planlegging og prosjektering.

2.2 Overordnede planer

Her står grøntplanen sentralt, fordi grøntdragene i by- og tettstedsområdene ofte har utgangspunkt i en bekk eller liten elv. Hensyn til hygiene, drift, effektivitet og sikkerhet har ført til at bekker og småelver som regel er lagt i rør. Men uansett hva en i framtiden gjør med de gamle bekkelukkingene, bør det være en samordning av grøntplanen og hovedplanen for avløp med hensyn til overvannshåndteringen.

Grøntplanen kan i noen situasjoner være retningsgivende for all overvannshåndtering i et område, som f.eks. i Drammen, hvor grøntdragene på tvers av dalen som skal knytte kontakten mellom bydelene, marka og elva, er foreslått etablert i forbindelse med bekkeløpene. Det er derfor et meget viktig poeng i utviklingen av grøntstrukturen for Drammen å rehabilitere og gjenskape det mangfoldet av vannveger som tidligere fantes. I grøntplanens fase 1 gis det rammebetingelser for utvikling av byens grøntdrag, hvor åpning av gamle bekkelukkinger er ett av hovedmomentene. I planens fase 2 vil det bli gitt retningslinjer for overvannshåndteringen innenfor de enkelte delområder.

Dessverre ble arbeidet med en overordnet grøntplan for Drammen startet for seint i forhold til arbeidet med kloakkrammeplanen for Drammen. I perioden 1987 til 1995 satset Drammen kommune nær 500 mill. kr på gjennomføring av kloakkrammeplanen. Dersom grøntplanen hadde vært utarbeidet først eller sammen med kloakkrammeplanen, kunne noen av disse investeringene vært med på å realisere grøntplanen og gitt en bedre løsning av overvannshåndteringen i byen.

Når Drammen trekkes fram som eksempel, er det fordi eksemplet oppleves som typisk for planprosessen i mange byer og tettsteder. Sektorplaner utarbeides uavhengig av hverandre og gjør at vi ikke utnytter investeringene til by- og tettstedsforbedringer optimalt. Tverrfaglighet og samarbeid mellom de ulike fagetatene er nødvendig for at tekniske, økonomiske, økologiske og estetiske kvaliteter ivaretas.



Grøntdragene i en by eller et tettsted har ofte utgangspunkt i en bekk eller liten elv, men som ofte helt eller delvis er blitt lukket på grunn av hygiene, drift og arealutnytting. Et viktig poeng i utviklingen av grøntstrukturen i dette eksempelet fra Drammen er å gjenskape det mangfold av vannveger som tidligere fantes, ved å åpne gamle bekkelukkinger. Dette bør så følges opp ved å utarbeide retningslinjer for overvannshåndteringen innenfor de enkelte delområdene. På neste side er det vist tre bilder fra tre partier av bekken slik den er i dag. Illustrasjon fra grøntplanen for Drammen (Landskapsarkitekter 13-3).



Øvre parti av bekken fører vann bare i flomperioder. Et åpent system som dette har stor kapasitet til å lede bort flomvann på en sikker måte.



På en strekning går bekken gjennom et etablert idretts- og grøntområde. Her bør bekken åpnes og bli et viktig del av friområdet.



*Nederste del av bekken hvor den munner ut i Drammenselva.
Bildene på denne siden: Landskapsarkitektene 13-3*

2.3 Prinsippplan

Det bør utarbeides en prinsipplan for overvannshåndteringen i et avrenningsområde, som framstilles på et eget temakart. Denne legges så til grunn for prosjektering overvannshåndteringen i det enkelte byggeprosjektet. Nedenfor gis en momentliste for utarbeiding av en prinsipplan. Listen kan virke teoretisk og omfattende. Den er imidlertid bare ment som en generell sjekkliste. Hva som er relevant, må vurderes i det enkelte prosjektet.

Registreringer og analyser:

- Grunnforhold og vegetasjon
- Områder med vegetasjon som er sårbare overfor grunnvannsendringer
- Områder og resipienter som er sårbare overfor forurensninger
- Områder som er egnet for infiltrasjon
- Naturlig avrenningsmønster (elver, bekker, flombekker)
- Kommunalt avløpssystem (inkl. gamle bekkelukninger)

Prinsippplanen bør inneholde:

- Avrenningsmønsteret (flomveger, infiltrasjon og fordrøyning, resipient)
- Krav til overvannets kvalitet når det ledes til resipient (jord eller vann)
- Prinsipper for overvannshåndtering på prosjektnivå

Prinsippene for overvannshåndteringen sikres formelt på følgende måter:

- Bestemmelser knyttet til kommuneplan eller kommunedelplaner
- Reguleringsbestemmelser. Det kan f.eks. være aktuelt å sikre flomveger for overvannet ved å legge ut områder til spesialområder for vann- og avløpsanlegg (plan- og bygningsloven § 25 nr. 6 spesialområder). For å fastlegge mer detaljerte krav til overvannshåndteringen kan plan- og bygningslovens § 28-2 om bebyggelsesplaner benyttes.

2.4 Prosjektplan – detaljplan

En hovedregel bør være å vurdere overvannshåndteringen så tidlig i planleggingen av et byggeprosjekt som mulig. Altfor ofte tas dette opp først i rørleggermeldingen som skal være innsendt og godkjent før rørleggeren starter sine arbeider. Det lønner seg å være tidligere ute med å avklare overvannshåndteringen. Bare på den måten kan en få utnyttet alle de gratismulighetene som finnes, f.eks. fyllinger, til å infiltrere og fordrøye avrenningen og utnytte overvann som et estetisk element i byggeprosjektet. I motsatt tilfelle kan en ende opp med kostbare løsninger for å tilfredsstille kommunens krav til bortledning av overvann.

Ta derfor tidlig kontakt med kommunen for å få rammebetingelsene for overvannshåndteringen klarlagt.

Viktige momenter til prosjektplanen er:

- Prinsippplanen for området
- Grunnforhold og vegetasjon
- Muligheten for infiltrasjon

Prosjektplanen bør inneholde:

- Prinsipp for overvannshåndteringen (avrenningsmønster i normal- og flomsituasjoner, infiltrasjon)
- Detaljplan for infiltrasjon, fordrøyning og bortledning
- Eventuelle tiltak mot forurensning av grunn og resipient
- Tilkobling til kommunalt nett, med angivelse av mengder som tilføres
- Dimensjonering

Med hensyn til dimensjonering er det viktig at overvannshåndteringen må virke tilfredsstillende i alle årets sesonger. Spesielt kan overgangen mellom vinter/vår og høst/vinter være problematiske. Det totale overvannssystemet (overflatesystem og ledningssystem) må derfor vurderes for flere dimensjonerende situasjoner. Videre må en vurdere overvannssystemet i forhold til flom og normal nedbørssituasjon. Som flom regnes avrenningen på grunn av nedbør med en returperiode på 25 – 100 år. I en slik situasjon har sluk en tendens til å gå tett på grunn av at f.eks. løv og greiner føres med overvannet. Det er derfor sikrest at avrenningen i flomsituasjoner kan ledes bort på overflaten. Da flom opptrer sjelden, bør en f.eks. kunne tillate å utnytte vegoverflaten maksimalt. Under en normal nedbørsituasjon, som opptrer en gang i en 2 til 5 års periode, bør bruken av gatene begrenses til bruk av f.eks. rennesteinen.

For en nærmere gjennomgang av dimensjoneringsmetoder av infiltrasjons- og fordrøyningsanlegg vises det til Vedlegg.

Kommunen kan stille sine krav til overvannshåndteringen ved behandlingen av søknad om byggetillatelse. Den kan da stille krav til hvordan overvannet skal håndteres, f.eks. at overvannet skal fordrøyes eller infiltreres i grunnen på egen tomt. Dette gjelder nybygg, påbygg og ombygging, når ombyggingen etter bygningsrådets skjønn er så omfattende at bygningen i det vesentlige blir fornyet. I så fall kan det stilles krav til den samlede avrenningen fra eiendommen. Dersom endringene er av mindre omfattende karakter, vil nye krav bare kunne stilles for de delene av bygningen arbeidene omfatter.

2.5 Drifts- og vedlikeholdsplan

I forhold til tradisjonelle overvannsanlegg, er lokal overvannshåndtering mer komplisert fordi det tar i bruk flere elementer og gjør mer bruk av naturlige prosesser knyttet til avrenningen i et område. Dette gjør det vanskeligere å skille mellom private og offentlige anlegg. Men planlagt og utført på en tilfredsstillende måte er lokal overvannshåndtering et mer driftsikkert system enn det tradisjonelle.

Kommunen er som regel driftsansvarlig for anlegg som helt eller delvis eies av kommunen. Ved private anlegg er det eier av den eiendommen som anlegget opprinnelig ble bygd for, som står ansvarlig

for drift og vedlikehold. Forurensningsmyndighetene kan imidlertid bestemme hvem som skal være ansvarlig for drift og vedlikehold av slike anlegg. I praksis vil det si kommunen.

Spesielt Sverige har arbeidet mye med lokal overvannshåndtering. De første anleggene ble bygd på midten av 1970-tallet. I 1981 gjennomførte de en stor undersøkelse med hensyn til erfaringene. Hovedkonklusjonen var at i de fleste tilfellene fungerte anleggene, men få kjente til dem. For å sikre nødvendig vedlikehold bør det utarbeides en driftsinstruks, som inneholder:

- Kart over anlegget
- Beskrivelse av anleggets funksjon
- Retningslinjer for drift og vedlikehold
- Regler og normer for endringer i området som påvirker avrenningen og overvannsystemet

Et viktig forhold ved nye utbygginger er at det alltid foregår endringer, mest de første årene etter at området er tatt i bruk. De enkelte huseierene opparbeider terrasser og parkeringsplasser med tette dekker. Avrenningen øker og skaper problemer for avløpsanlegget. Dette må en ta hensyn til i planleggingen og avklare ansvarsforholdene i driftsinstruksjonen:

- Adgangen til å lede overvann fra den enkelte tomt til fellesareal og/eller felles avløpsanlegg
- Ansvar for å gjennomføre tiltak når det foretas endringer på de private arealene som påvirker avrenningen

3. Tekniske elementer

3.1 Generelt

Dette kapitlet beskriver de viktigste tekniske elementene som anvendes i forbindelse med lokal overvannshåndtering. De bygger på kjente tekniske prinsipper. I forhold til den konkrete situasjonen finnes det et utall løsninger for utjevning og infiltrasjon av overvann. Ved prosjektering har en derfor stor handlefrihet med hensyn til detaljutformingen. Det gjelder å kombinere fantasi og ingeniørmessig systemtenking for å komme fram til gode løsninger i de enkelte tilfellene. Eksempler på dette presenteres i kapitlene om boligområder (kap. 4), trafikkområder (kap. 5) og sentrumsområder (kap. 6).

Hovedelementene i lokal overvannshåndtering er infiltrasjon og fordrøyning:

- Infiltrasjon
Overvannet infiltreres direkte til grunnen
- Fordrøyning
Overvannet ledes til et basseng hvor det fordrøyes før det tilføres grunnen, avløpsnettet eller en lokal resipient

To viktige sider ved lokal overvannshåndtering som til dels er kommentert, men som vi vil understreke spesielt, er:

- I motsetning til de tradisjonelle overvannssystemene er de lokale anleggene i stor grad synlige. Det er derfor viktig at løsningene som velges, bygger på god norsk håndverkstradisjon, og at de er tilpasset stedets egenart. En bør unngå standardløsninger og heller styrke byen og tettstedets arkitektoniske uttrykk ved utformingen av elementene og anleggene med utgangspunkt i stedets visuelle karakter.
- Arealmangel og kostnader er viktige forhold i de fleste utbyggingsprosjekter. En bør derfor søke å kombinere flere formål. For eksempel kan et offentlig grøntareal brukes til fordrøyning og infiltrasjon. VA-grøfter og steinfyllinger kan brukes som fordrøyningsmagasin for overvann osv.

De tekniske løsningene må sikre et overvannssystem som er driftsikkert til en lavest mulig kostnad.

3.2 Infiltrasjonsflater – dekker

Infiltrasjon blir oftest knyttet til situasjoner hvor vi leder overvann fra en tett flate ut på en vegetasjonsflate for at overvannet skal kunne infiltrere til grunnen. I tettbygde strøk er tilgangen på egnede infiltrasjonsflater sterkt begrenset. I tillegg til å utnytte vegetasjonsområder for infiltrasjon, bør en derfor også vurdere hvilke dekketyper en benytter på de såkalt "tette" flatene. Valg av dekke er avgjørende for hvor stor avrenning vi får fra et område. Trafikkarealer som f.eks. sykkelveger, gater, hovedveger, parkerings- og lagerarealer opparbeides i dag ofte med tette dekker. Dette fører til store og økende belastninger på det eksisterende avløpsnettet. For å forhindre dette bør en i framtiden ha en kritisk holdning til valg av type dekke. I tillegg til å vurdere de mekaniske egenskapene til dekket bør en også vurdere hva som gir minst avrenning. Velger en f.eks. brostein, får en et dekke som på grunn av den ujevne overflaten fordrøyer og infiltrerer avrenningen. Brosteinsdekket gir vesentlig mindre avrenning enn et slett asfaltdekke.

En flates infiltrasjonskapasitet varierer med materialbruken. Dekkene kan grovt deles inn i følgende kategorier:

- Dekker av vegetasjonsflater – fortrinnsvis gress
- Dekker av finpukk og gress
- Gressarmeringsdekker
- Kombinasjon gress og belegningsstein
- Permeable asfaltdekker
- Dekker av brostein
- Asfalt og betongdekker (tette dekker)

Grusdekker behandles ikke spesielt. Undersøkelser gjennomført i Tyskland viser at grusdekker på parkeringsplass og gangareal har tilsvarende permeabilitet som et dekke av betongbelegningsstein. Det vil si at de i praksis er å regne som tette dekker.

I det følgende gis en kortfattet beskrivelse av de enkelte dekketyper med hensyn til oppbygging, anvendelse, fordeler og ulemper.

Dekke av vegetasjonsflater

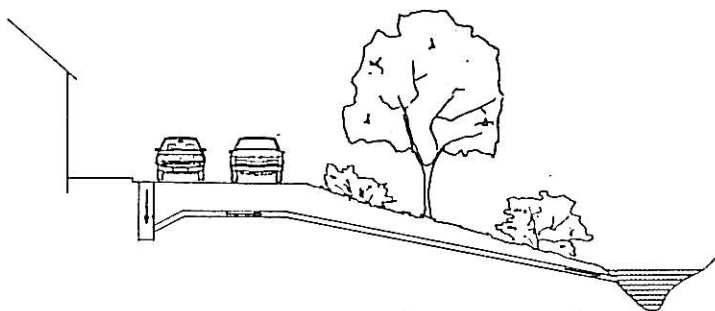
Oppbygging

Infiltrasjonsevnen til vegetasjonsflater er avhengig av en rekke forhold som vegetasjonstype, vegetasjonslagets sammensetting, grunnforholdene under vegetasjonslaget, flatens helning og bruken av området. I Vedlegget gis det en forenklet metode for hvordan en kan vurdere arealets infiltrasjonsevne. Her skal vi derfor bare kort omtale noen viktige forhold med hensyn til oppbygging:

- Det er en fordel om vegetasjonsdekket er veletablert. Normalt tar det 1 – 2 år før en nyetablert vegetasjonsflate har fått full infiltrasjonskapasitet og slitestyrke med hensyn til f.eks. erosjon.
- Det øvre jordlaget (rotsonen) er viktigst for infiltrasjonsevnen. Rotsonen har en stor andel luftporer som kan magasinere vann. For å øke infiltrasjonskapasiteten kan en frese ned grus og sand i toppen av vekstmassen. Den kjemiske og biologiske aktiviteten bidrar til å opprettholde denne egenskapen. Dersom det øvre jordlaget er minst 20 cm tykt, kan arealet benyttes til infiltrasjon selv om undergrunnen består av leire.
- For å hindre uakseptabel avrenning eller vannansamling i perioder hvor infiltrasjonskapasiteten overskrides, kan en legge inn en drenering i flatens lavpunkt, eller lede avrenningen til et fordryningsbasseng.
- For å unngå erosjon bør en unngå punktvis tilførsler til infiltrasjonsarealet. I overgangen fra tette flater bør det være en sone med ekstra erosjonsbeskyttelse. For å kompensere for rottilvekst i vegetasjonen og oppfrysing anbefales det en nivåforskjell på minst 5 cm mellom den tette flaten og infiltrasjonsarealet

Anvendelse

Forholdene ligger best til rette i relativt rommelige grøntanlegg som parker eller fellesareal. Estetisk sett bør flaten framstå som en naturlig del av parken, grøntanlegget, trafikkarealets sideterreng osv. Men i et by- og tettstedsområde er



Forurenset overvann som ledes av til elva via et vegetasjonsdekke renses med over 80 % [3.3]

tilgangen på egnede arealer ofte begrenset. Dette skyldes ikke bare en generell mangel på grønne arealer, men også at trafikkareal ofte ligger lavere enn de permeable arealene som f.eks. grønne rabatter. I stedet for at trafikkarealet kan ha avrenning til grøntarealene, blir det omvendt. Ved terrengplanering bør en sørge for at trafikkarealene i størst mulig grad får avrenning til grøntarealene. Dette har både miljømessige og økonomiske fordeler.

Arealer som benyttes til infiltrasjon må ikke utsettes for belastninger som pakker jorden eller sliter ned vegetasjonslaget.

Fordeler

Vegetasjonsflater, inkludert det øverste jordlaget, er effektive filter for rensing av overvann. Med hensyn til forurensing av jord og vann kan en generelt tillate infiltrasjon av overvann. Det er gjennomført forsøk som viser at når overvann (også fra sterkt trafikkerte flater) infiltreres i et vegetasjonslag, har det drikkevannskvalitet etter å ha passert et 20 til 30 cm tykt vegetasjonslag. Jordsmonnet virker som et filter og holder tilbake forurensninger som f.eks. fosfor og tungmetaller.

Ved å la overvann fra et trafikkareale renne til en elv via en 10 meter bred vegetasjonsone med osp og undervegetasjon av mose er det målt renseeffekter på 80 % for både partikler, organisk materiale, fosfor og nitrogen [3.3].

Av andre fordeler kan kort nevnes:

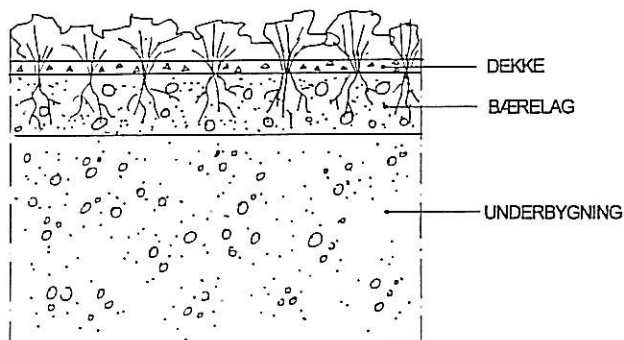
- Naturlige flater har god funksjonsevne fra starten
- Lave anleggskostnader
- Ingen ekstra drifts- og vedlikeholdskostnader. Infiltrasjonsevnen opprettholdes av biologiske og fysiske aktiviteter i rotsonen

Ulemper

- Nyetablerte vegetasjonsflater kan ha lav infiltrasjonskapasitet de første årene og utsettes derfor lett for erosjon
- Begrenser arealbruken

Dekke av finpukk og gress (ev. fiberduk)

Dette er en blanding av finpukk og et minimum av organiske stoffer, tilstrekkelig til at det etableres et gressdekke. Dekket kan eventuelt forsterkes med fiberduk.



Fordeler

- Estetisk – framstår som en naturlig flate
- Avrenning – god infiltrasjonsevne med lite avrenning
- Drift – enkelt vedlikehold
- Miljø – gir god rensing av overvannet

Ulemper

- Sårbar for større trafikkmengder og "røff" kjøring, f.eks. oppbremsing som fører til spor og hull. Erfaringer viser at en bør la vegetasjonsdekket få tid til å etablere seg før en åpner for trafikk. Dekket kan forsterkes ved å bruke fiberduk. (Dette kompliserer anleggsarbeidene.)

Oppbygging	Materialer	Arbeid
Dekke	3 cm finpukk 10 – 16 mm (jura) 5 – 7 mm	Legges ut med skuffe og vales
Bærelag	Fiberduk	Rulles ut og forankres på sidene
	Frø: 30 g/m ² Gjødsel: 20 g/m ² ved såing	Strøs ut med hånd
	10 – 15 cm med jord/steinblanding eller: 85 % grus og 15% jord	Legges løst ut
Underbygging	Avhengig av grunnforholdene 40 – 50 cm knuste masser 16 – 25 mm	Komprimeres

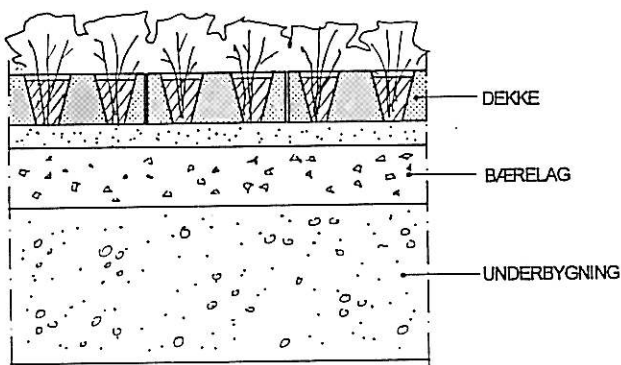
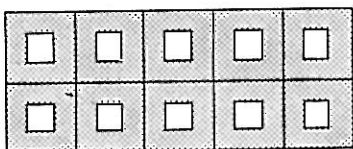
Oppbygging av dekke med finpukk og gress [3.6]

Anvendelse

Parkeringsarealer og andre typer oppstillingsplasser med lett trafikk, som f.eks. parkeringsplasser for personbiler, som bare utnyttes i korte tidsrom. I stedet for å framtre som grå og øde arealer, er parkeringsarealet i sommerhalvåret en grønn flate. Denne typen areal har en både i sentrumsområder og i tilknytning til friområder. En annen anvendelse er på trafikkdelere, banketter og skråninger langs motorveger og hovedveger.

Gressarmeringsdekke

Gressarmering kan gjennomføres som en kombinasjon mellom betongbelegning, marktegl, brostein, gress osv. Gresset etablerer seg i dekkets hulrom/fuger. Det er viktig at fugene ikke er større enn 2 til 3 cm da dette lett vil føre til stor slitasje ved tråkk og biltrafikk.



Oppbygging	Meter/materialer	Arbeid
Dekke	Finpukk 8 - 15 mm Frø: 15 - 30 g/m ² Gjødsel: 20 g/m ²	Legges ut med skuffe Strøs ut med hånd
	Fyllmaterialer for mellomrom: 25 % humus 75 % sand 0-6 mm, til 2 cm under overkanten	Fylling
	Betongstein med styrke som tilfredsstiller den aktuelle belastningen	
Bærelag	3 - 5 cm finpukk 3 mm, eller "fugesand" (plastersand) 0 - 6mm	Legges løst ut og trekkes av
	5 cm knuste masser 0 - 30 mm	Komprimeres
Forsterkningslag	Avhengig av grunnforholdene 20 - 50 cm knuste masser 16 - 25 mm eller Kiessand 1,20 - 63 mm	Komprimeres

Oppbygging av gressarmeringsdekke. Hulrommet/spalter bør ikke overstige 2 - 3 cm grunnet slitasje [3.6]

Anvendelse

- Parkeringsplasser som ikke er i kontinuerlig bruk
- Plastring av skråninger for å hindre erosjon
- Skolegårder, gårdsrom, parkveger osv.

Fordeler

- Normalt god infiltrasjonsevne
- Gressarmeringsflater har tilsvarende effekt som en naturlig vegetasjonsflate. Permeable flater med armeringsstein gir en vesentlig rensing av overvannet. Forsøk viser renseseffekter på 80 - 90 % [3.8].

Ulemper

- Kan bli utsatt for stor slitasje dersom dekkets fuger er for store.

Dimensjonering av infiltrasjonsarealer er omtalt i Vedlegget. Basert på disse beregningene kan vi gjøre følgende betraktninger:

Tar vi utgangspunkt i et dimensjonerende nedbørstilfelle i Oslo med returperiode 2 år og varighet 10 minutt, viser kurvene for Blindern 200 l/s ha. Dersom alt regn skal infiltrere, må grunnen ha en gjennomsnittlig permeabilitet på minst 4×10^{-5} m/s. Dette tilsvarer permeabiliteten for sand og grus. Betrakter vi bare infiltrasjonsarealet, må dette ha en infiltrasjonskapasitet som er større enn $(1 + X) 4 \times 10^{-5}$ m/s, hvor X er forholdet mellom det tette arealet og infiltrasjonsarealet ($X = A_T/A_I$). Benytter vi betonggitterstein med åpent areal på 30 - 40 % av totalt areal, bør fyllmaterialet ha en infiltrasjonskapasitet på minst 6×10^{-5} m/s for at vi skal få infiltrert regnvannet som faller på det belagte arealet. Ved andre dekker hvor infiltrasjonen må foregå i fugene, bør fugematerialet og fugestørrelse være slik at gjennomsnittlig infiltrasjonskapasitet for dekket er minst 4×10^{-5} m/s. Er fugearealet 6 %, må fugematerialet ha en infiltrasjonskapasitet på minst 8×10^{-4} m/s.

Permeable asfaltdekker

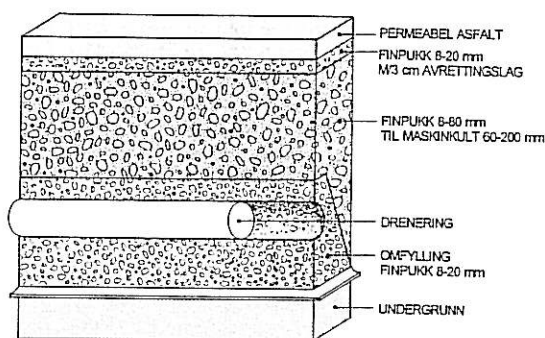
Det finnes i dag flere typer permeable asfaltdekker. Permeabiliteten oppnås ved at bitumeninnholdet reduseres i forhold til et tett dekke. For å opprettholde leggeeegenskaper og slitestyrke, tilsettes fiber. Et nytt permeablet dekke kan ha en permeabilitet på 0,018 m/s, det vil si en infiltrasjonskapasitet som er ca. 1 000 ganger større enn det som er nødvendig for å infiltrere et kortvarig intensivt nedbørstilfelle. Det finnes to ulike prinsipper for bruk av permeable asfaltdekker:

Permeabelt slitelag over et tett bindelag

Dette er vanlig oppbygging av flyplassdekker, men har også vært testet på hoved- og motorveger. Slitelaget fungerer som et fordrøyningsmagasin som dreneres ved hjelp av tverrfallet. Den primære hensikten med denne løsningen har vært å øke trafikksikkerheten (hindre vannplaning). I tillegg oppnår en fordrøyning av avrenningen og miljøfordeler som mindre trafikkstøy. Problemet har vært at slitelaget tettes lett, f.eks. på grunn av dekkslitasjen. Det effektive magasinet reduseres, men det største problemet er at dreneringen sideveis hindres.

Permeabelt dekke over bærelag av knuste masser – "enhetsoverbyggingen"

Her består både slitelag og bindelag av permeabel asfalt. Bærelag og forsterkningslag bygges opp med knuste masser. På denne måten utgjør hele vegoverbyggingen et fordrøyningsmagasin. Vegens mekaniske styrke sikres ved at vegdreneringen dimensjoneres for en maksimal vannstand i vegoverbyggingen. Denne løsningen ble introdusert i Sverige og er forsøkt i boligområder, større parkeringsareal og hovedveger.



Oppbygging av permeabelt dekke – enhetsoverbygging [3.7]

Anvendelse

- Større parkerings- og industriareal hvor dekket ikke tilføres finstoff i anleggs- eller driftsperioden. En må ta hensyn til at randsonene og de mest trafikkerte arealene (innkjøring og utkjøring) tettes etter en viss tid.
- Deler av trafikkarealer (f.eks. striper i lavbrekk). De spesielle dreneringsområdene reasfalteres når de er tette og ikke lenger lar seg rengjøre, f.eks. hvert 5. år.

Ulemper

- Dekke som tilføres finstoff, f.eks. på grunn av jord og vegetasjonsavfall, tettes over tid. Ennå mangler en effektive rengjøringsmetoder. Dette gjør at permeable dekker på boligveger ikke kan anbefales.

Dekker av brostein

Brostein gir en ujevn overflate og dermed stort overflatemagasin i forhold til et slett asfaltdekke. På et flatt areal kan overflatemagasinet tilsvare en nedbørshøyde på 4 – 5 mm. Dersom en i tillegg har en infiltrasjon i fugene, kan avrenningen fra brosteinsdekker være redusert med 70 – 80 % i forhold til avrenningen fra et slett asfaltdekke. Infiltrasjonen vil være avhengig av hvordan brosteinen er satt, utførelse av fugge og fallforhold. Brostein kan kombineres med gress og fungerer da tilsvarende et gressarmeringsdekke.



Brosteinsdekke anvendt i et eldre bykvarter

3.3 Fordrøyning – bassenger

Ofte er har en ikke tilstrekkelig med infiltrasjonsarealer for å infiltrere alt overvannet og må da vurdere mulighetene for å fordrøye avrenningen.

Det er utallige måter å fordrøye avrenningen fra en flate på. Et viktig poeng er å utnytte "gratismulighetene" som finnes, f.eks. et naturlig søkk i terrenget, som i perioder kan settes under vann, en steinfylling, vann- og avløpsgrøfter. Fordrøyningsbassenget kan være et rent VA-teknisk anlegg for å ta hånd om overvannet, f.eks. en kum som magasinerer overvannet, før det ledes inn på avløpsnett eller infiltreres i grunnen. Men det kan også være et viktig estetisk element i et hage/parkanlegg, f.eks. i form av en dam. Det er viktig at fordrøyningsanlegget tilpasses de lokale forholdene og prosjektets målsetting.

I kapitlene om lokal overvannshåndtering i boligområder (kap. 4) og trafikkområder (kap. 5) gir vi eksempler på hvordan fordrøyningsanlegg kan utformes i konkrete situasjoner, tilpasset de lokale forholdene. I dette kapitlet beskrives to hovedtyper av bassenger: åpne og lukkede. I rapportens Vedlegg er det gitt en kort beskrivelse av hvordan en kan dimensjonere et fordrøyningsbasseng.

Åpne bassenger

Et åpent basseng kan være noe så enkelt som et lavpunkt i terrenget som settes under vann i en kortere eller lengre periode. Det er en utfordring i forbindelse med terrengplanleggingen å utnytte mulighetene til å sikre en nødvendig fordrøyning av overvannet på denne måten. Mulighetene er mange: lavpunkt i et felles grøntareale, nedsenket grøntareale langs trafikkareal o.l. Dette er forhold som ikke utnyttes godt nok i dag. De grønne arealene ligger ofte som forhøyninger i forhold til arealer med avrenning.

I et grøntarealer, f.eks. en park eller et fellesareal, kan en kombinere fordrøyning og infiltrasjon i ett og samme anlegg og la overvannsanlegget være en naturlig del av grøntanlegget. Viktige momenter ved oppbyggingen av slike magasin er:

- Det øvre jordlaget må ha størst mulig evne til å infiltrere og magasinere overvann.
- For å øke vannomsetningen kan en plante vannkrevende vegetasjon. Av løvtrærne er det bjørk, selje, pil- og poppelarter som omsetter mest vann. Dersom grunnvannet i perioder kommer opp i eller nær rotsonen, blir artsvalget noe mer begrenset. Det beste i slike tilfeller er "klibbal" som kan vokse i stillestående vann. Glasbjørk og gråal, samt i en viss grad alm, tåler også høy grunnvannstand. Pil, selje og de fleste poppelarter trives i

tett og vannmettet jord. I strømmende og oksygenrikt vann trives også eik og ask. [3.13]

Videre må grunnen bearbeides slik at infiltrasjons- og fordrøyningskapasitet opprettholdes over lang tid. Dette krever:

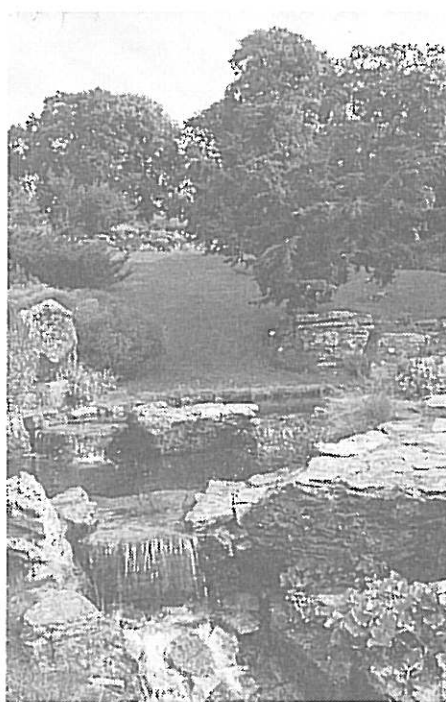
- En vedlikeholdsintensiv innkjøringsperiode er særlig viktig i forbindelse med offentlige anlegg. Avfall, planterester o.l. som forhindrer infiltrasjon, må fjernes. Jorda mellom plantene må holdes åpen med regelmessig jordbearbeiding. Det er viktig at plantenes røtter ikke skades under dette arbeidet.
- Dersom en får tilslamming eller dannelse av mose, må en perforere det øvre jordsjiktet. Etter perforeringen fylles hullene med sand. Etter en slik intensiv innkjøringsperiode er anlegget relativt vedlikeholdseksintensivt fordi vegetasjon og dyreliv (meitemark) opprettholder jordas evne til infiltrasjon.

Fordeler

- Gir få bindinger for utnyttelsen av det øvrige byggeområdet
- Lave drifts- og anleggskostnader
- Høy driftsikkert (ved bruk av vegetasjon opprettholdes funksjonen over tid)

Ulemper

- Binder opp arealbruken i perioder
- I innkjøringsfasen, før vegetasjonen er etablert, kan det være fare for erosjon



Overvann fordrøyes i et damanlegg som er vakkert tilpasset i parkanlegget (Samfoto)

Lukket basseng

Eksempel på lukkede basseng kan være en kum, tank eller steinfylling som delvis fylles med vann. Det finnes uttalige varianter. I det enkelte utbyggingsprosjektet bør en søke å utnytte de «gratismulighetene» som finnes for å få en ønsket utjevning av avrenningen. Dette krever at planleggingen av overvannsystemet tas med i en tidlig fase av prosjekteringen. Her omtaler vi bare steinmagasin.

Følgende forhold er spesielt viktige for utformingen av et lukket magasin:

– Innløp

Overvann inneholder varierende mengder partikler og suspendert materiale. Om dette tilføres magasinet, vil det over tid medføre reduksjon i effektivt magasinvolum og en redusert infiltrasjon til grunnen. En effektiv fjerning av partikkulært og suspendert materiale er derfor nødvendig dersom en skal sikre magasinets levetid.

– Magasinform

Magasinformen har betydning dersom avtapningen av magasinet er basert på infiltrasjon til grunnen (perkolasjon). Over tid er det fare for at magasinbunnen tettes av finstoff som sedimenterer i magasinet enten på grunn av dårlig sikring av innløpet eller finstoff som finnes i magasinfyllingen fra start. Ved dimensjonering av nødvendig magasinvolum forutsetter en derfor ofte at all infiltrasjon foregår bare gjennom sidene. Et langt og smalt magasin er derfor bedre enn et kvadratisk. Men dette er et forhold som bør vurderes i det enkelte tilfellet ut fra lokale forhold, hvilke magasinfylling som benyttes og utformingen av innløpet.

– Magasinbunn

Om mulig bør magasinbunnen alltid ligge 0,5 m over høyeste grunnvannsnivå. I motsatt fall må magasinet utstyres med drensledning og ev. overløp, se nedenfor om utløpsarrangemente. Består grunnen av tørrskorpe, bør bunnen ikke ligge lavere enn tørrskorpeleira.

– Magasinfylling

Poenget er at magasinfyllingen har stort hulrom, slik at effektivt volum for fordrøyning er størst mulig. Det vanligste er å benytte steinmasser. De må ikke inneholde finstoff som reduserer hulrommet, og som kan vaskes ut mot sider og bunn og på den måten tette magasinet.

– Avgrensning mot eksisterende jord

Det bør alltid benyttes fiberduk over magasinet

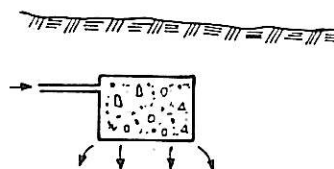
for å beskytte mot tiltetning fra overbygningen. Dersom grunnen består av ensgradert sand, bør det benyttes fiberduk i bunn og på sidene for å beskytte magasinfyllingen mot tiltetning.

– Fordeling i magasinet

Det er viktig å få en effektiv og hurtig fordeling av vannet ut i magasinet. Dette kan oppnås ved å legge inn dreinsrør øverst i magasinet, som fordeler vannet ut fra innløpskummen. Med hensyn til driften bør fordelingsrørene avsluttes i en spyle- og stakekum. Alternativt kan vannet fordeles via infiltrasjonskummer som er plassert i selve magasinfyllingen.

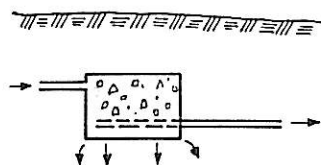
– Utløpsarrangement

Utløpet fra magasinet kan bestå av infiltrasjon til grunnen (perkolasjon) og/eller via drensledning til avløpsnett, grøfter eller nærmeste resipient. Når magasinet ligger i tette masser, må en ha et utløp i bunnen av magasinet. Tømmingen kan skje på følgende måter:



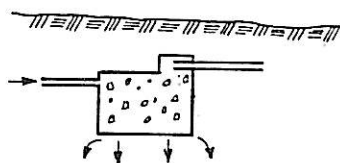
Perkolasjon til til grunnen

Denne løsningen velges dersom grunnvannstanden alltid står under magasinets bunn og grunnen består av godt permeable masser. Ifølge svenske retningslinjer: når permeabiliteten er større enn $2 \cdot 10^{-5}$ m/s. Det vil si for jordarter ned til finsand.



Perkolasjon + drenering

Velges når grunnen er relativt tett, ifølge svenske normer for permeabilitet mindre enn $2 \cdot 10^{-5}$ m/s



Perkolasjon + overløp

Velges når grunnen er permeabel, men hvor en i perioder kan ha grunnvannsnivå over magasinbunn

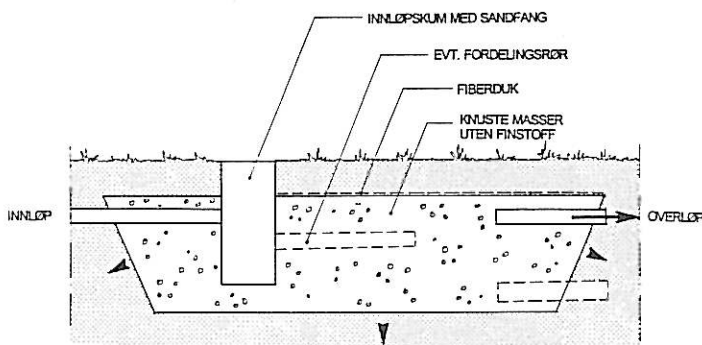
Fordeler

- God funksjon fra start
- Korrekt utformet magasin krever lite drift og vedlikehold

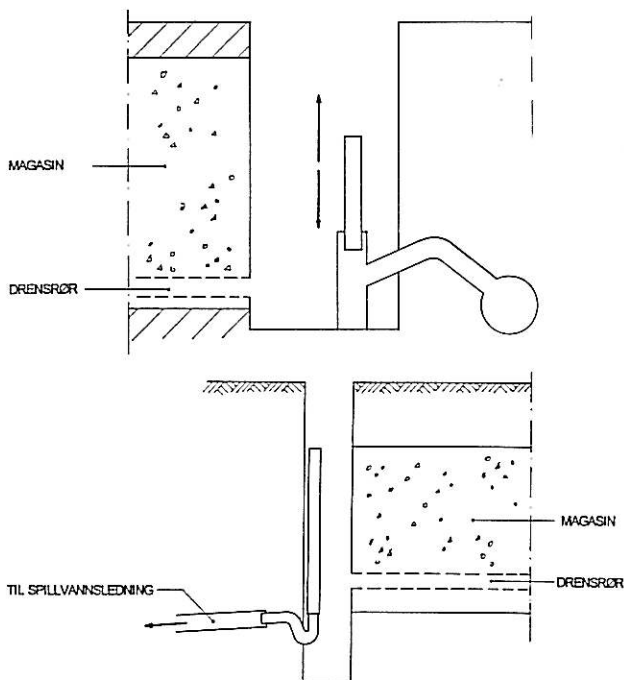
Ulemper

- Kan begrense arealbruken. Men dette kan i de fleste tilfellene unngås dersom en utnytter de mulige magasinene utbyggingen selv skaper.

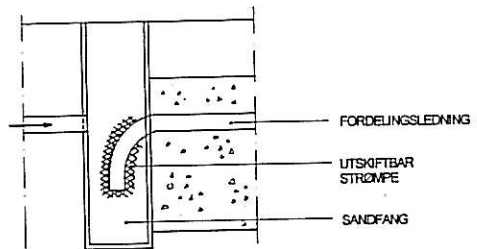
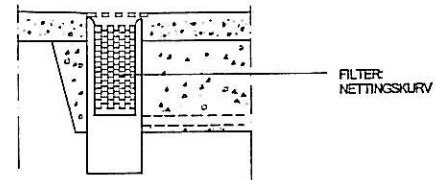
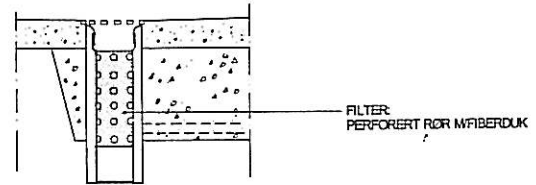
Dersom magasinet ikke er rett utformet i forholdt til lokale grunnforhold og belastninger, kan funksjons- evnen raskt bli dårlig, og en får kostbart drift og vedlikehold av anlegget.



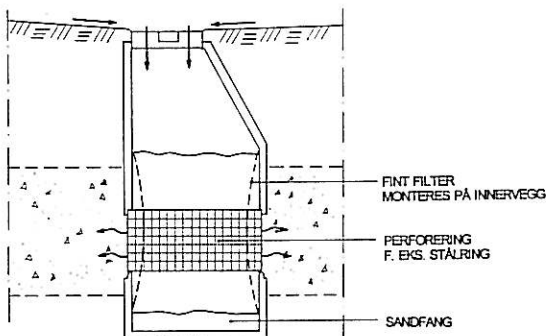
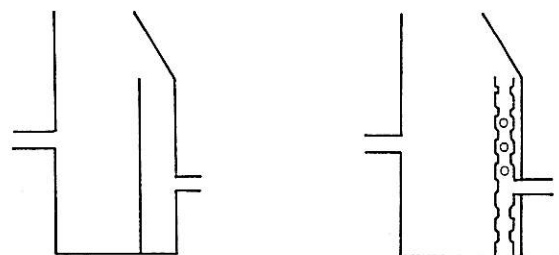
Prinsippskisse av steinmagasin



Prinsippskisse Utløpskum med justerbart overløp og en utløpskum med vannlås



Prinsippskisse av innløpskummer med små sandfang og filter



Prinsippskisse av innløpskummer med store sandfang og filter

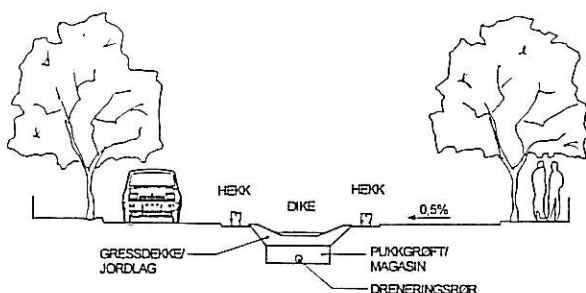
Kombinasjon av infiltrasjon, perkolasjon og fordrøyning

Manglende arealer til infiltrasjon, grunnforhold som ikke er egnet til infiltrasjon osv. er begrensninger en ofte støter på i konkrete prosjekter. Løsningen er da kombinasjoner av infiltrasjon, åpen og lukket fordrøyning.

Oppbygging og funksjonsmåte for den kombinerte løsningen kan beskrives med følgende:

- Overvannet ledes først til et åpent magasindike – hvor det gis en viss fordrøyning. For eksempel kan det dimensjoneres for nedbørstilfeller med returperiode på 1 år.
- Bunnen i det åpne magasinet består av et vegetasjonsdekke. Overvannet infiltreres i vegetasjonsdekket og tilføres steinmagasinet.
- Dersom det er fare for uakseptabel forurensning av grunnen eller resipienten, legges det en membran under diket og en drenering som leder overvannet fra diket til steinmagasinet.
- Den vesentlige fordrøyningen skjer i steinmagasinet. Dette dimensjoneres for en høyere belastning en diket, f.eks. for nedbørstilfeller med en returperiode på 5 år.
- Steinmagasinet tømmes/dreneres via et drensør plassert i bunnen av magasinet.
- Magasinene er utstyrt med to overløp; ett overløp fra diket til steinmagasinet, og ett for steinmagasinet.

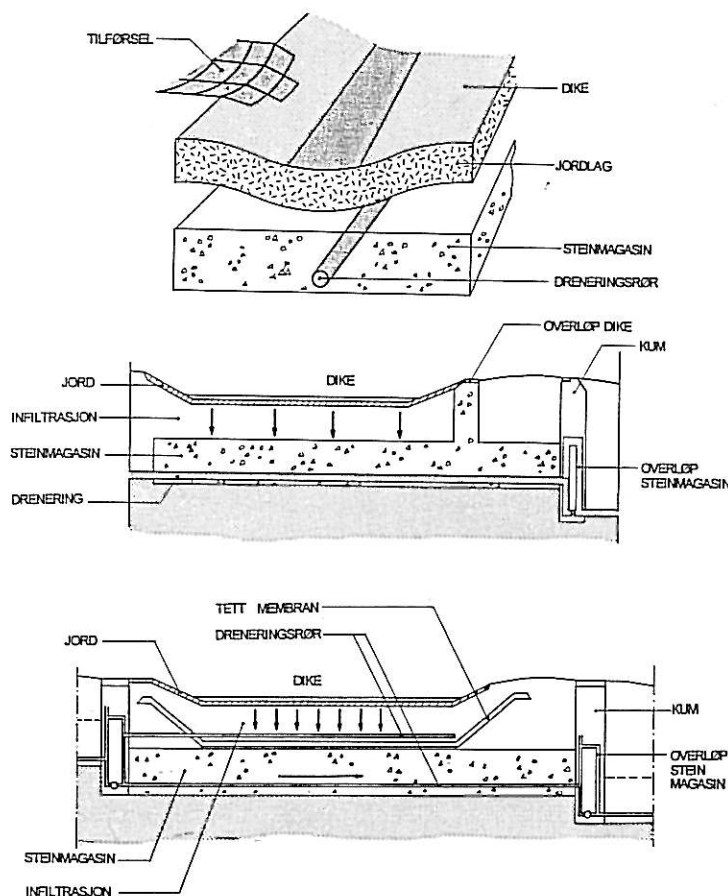
Denne løsningen er benyttet i forbindelse med håndtering av overvann fra motorveger og industriarealer i Sveits. Løsningen kan f.eks. integreres som en del av en trafikkdeler. I dag bygges slike trafikkdelere ofte som opphøyde områder på grunn av estetiske og vedlikeholdsmessige grunner. Trafikkdelere bygd som en forsenking i forhold til trafikkarealet, funge-



Infiltrasjon og fordrøyning benyttet for å ta hånd om overvannet fra trafikkareal [3.9]

rer ofte som en “søppelbøtte” for diverse avfall. For å unngå dette kan en imidlertid plante en lav hekk eller lave busker.

Biologiske og kjemiske prosesser i vegetasjonsdekket bidrar til å opprettholde infiltrasjonskapasiteten. Utover det må en rengjøre diket for løv. Hovedvedlikeholdet består derfor i å slå gresset i det åpne magasinet og holde tilførselsrennene rene. Stor tilførsel av finstoff kan tette dekket og skade vegetasjonen. Faren for dette er størst i overgangen mellom vinter og vår, før vekstperioden starter. Dersom det oppstår en tiltetning etter lengre tids drift, kan infiltrasjonskapasiteten gjenvinnes ved å frese opp vegetasjonsdekket og etablere det på nytt. Etter en innkjøringsperiode med kontroll hvert halvår er det tilstrekkelig å kontrollere anlegget én gang hvert år.

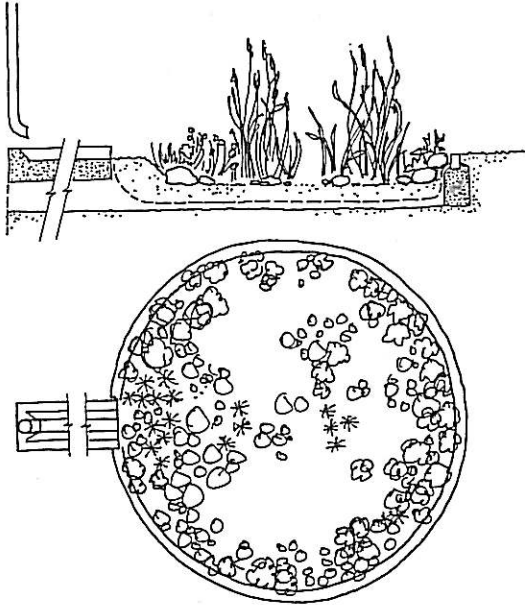


Infiltrasjons- og fordrøyingsanlegg, bygd som en kombinasjon av åpent og lukket anlegg [3.9]

3.4 Taknedløp og utspylere

Det er to sentrale utfordringer for utformingen av taknedløp og utspylere:

- Sikre et enkelt vedlikehold
Stikkordet i denne forbindelse er lett tilsyn med at taknedløpet fungerer, f.eks. er det en fordel med en åpen utspylere framfor at nedløpet føres lukket ned på et dressystem.
- Utnytte de som interessante og spennende arkitektoniske detaljer på en bygning. Taknedløp og utspylere har gjennom historien ofte fått individuelle uttrykksformer.



Overflaten under en åpen utspylere må beskyttes mot erosjon, og der det er mulighet for det, legges til rette for infiltrasjon

3.5 Renner, kanaler, diker, bekker

I uttrykket "lokal" ligger at infiltrasjon og fordrøyning søkes nærmest mulig den flaten som genererer avrenning. Disse lokale infiltrasjons- og fordrøyningsanleggene kan knyttes sammen til et desentralisert system ved hjelp av renner. Med dike, trau eller renne menes forsengkninger på overflaten hvor en kan lede, fordrøye og infiltrere overvann. Et nærliggende eksempel på dette er trafikkdeleren på en hovedveg eller mellom kjøre- og gangveg.

I forbindelse med etableringen av renner og diker skal både funksjonelle og estetiske krav tilfredsstilles. Løsninger, materialer og nøyaktighetsgrad må velges ut fra situasjonen. For eksempel stiller en hage, park eller i et åpent kupert landskap ikke samme krav til materialbruk som et urbant miljø.

Renner o.l. anlagt på grøntarealer

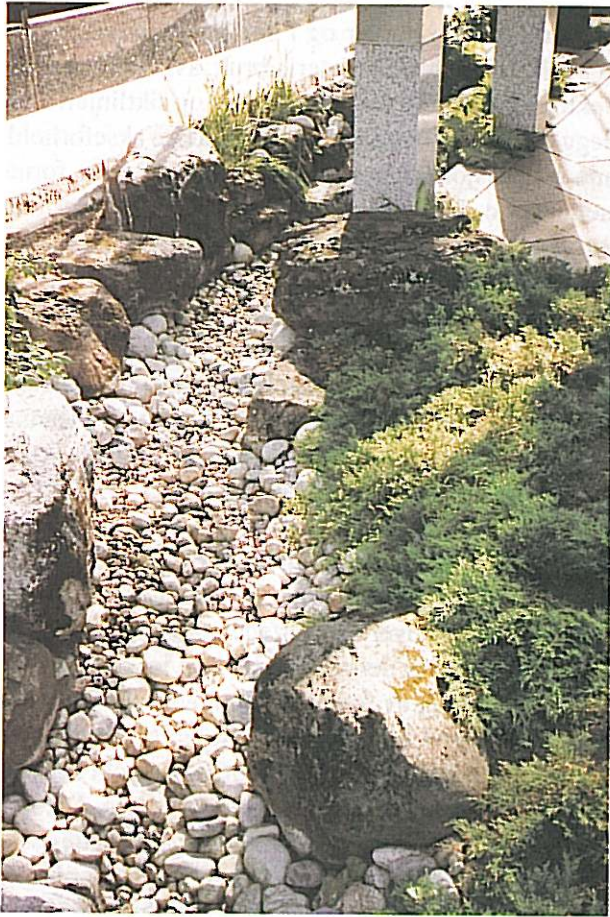
Renner anlagt i parker og i det åpne landskapet må gis ulik utforming og materialbruk, avhengig av arkitektoniske forhold som omgivelser og siktlinjer. I anlegg der siktlinjer og arkitektur gir klare akseforhold, må infiltrasjonsrennene underordne seg disse forutsetningene. I en mer mer fri situasjon kan derimot infiltrasjonsrennen gis en naturalistisk utforming som f.eks. en bekk.

Renner kan anlegges som en hulkil utformet i pleen eller anlagt på folie, dekket med kulestein. En noe mer presis form får man ved å bruke natursteins-elementer. Dette gir pittoreske, individuelle løsninger og egner seg godt i forbindelse med infiltrasjonsanlegg i private hager og gårdsrom.

Renner o.l. anlagt i et urbant miljø

Variasjonsmulighetene ved utformingen av belegg og renner i våre byer og tettsteder er mange. Men i en urban situasjon er det nødvendig å utvise en viss nøkternhet ved valg av løsninger og materialer innenfor et område. Ved valg av materialer anvendt til selve rennekonstruksjonene må en ta utgangspunkt i de materialene som benyttes i anlegget for øvrig. Dersom renner skal være lite iøynefallende og oppfattes som en del av golvet, er det naturlig å bygge renner i samme materialet som golvet. Bygges bygolvet i brostein, bør også renner bygges i brostein. Dersom bygolvet legges med heller, bør renner legges med heller osv. Belegg utformes ofte variert med to- eller tre typer materialer ut fra helt klare arkitektoniske forhold. Rennesystemene går i disse situasjonene ofte inn som en del av markeringsbåndene, gjerne utformet i grannitt.

Åpne renner er lettere å holde rene enn rør med lite fall. For å lede vann fra en side av vegen til den andre, kan en gjøre bruk av åpne renner hvor sidene skråner svakt i forhold til dekket. En slik løsning kan utformes slik at den ikke hindrer gående og syklende. Disse forsengkningene kan i enkelte tilfeller erstatte de tradisjonelle fartsdumpene. En kan også gjøre bruk av langsgående forsengkninger i gateprofilen, som ikke hindrer trafikken. Både med hensyn til sikkerhet, drift og vedlikehold bør renner ha slak helning på sidene og være grunne.



Eksempel på utforming av renner i grøntarealer (Landskapsarkitekter 13-3)



Åpne renner av denne typen gir økt vedlikehold. Rennene må rengjøres i en egen operasjon.



Eksempel på utforming av renner i et urbant miljø



Åpne renner av denne typen med slake sider kan rengjøres i samme operasjon som dekket. Den slake sideskråningen gjør at rennen ikke er noe problem for gående og syklende. Eksempler på utforming av renner i en urban situasjon (Landskapsarkitekter 13-3)

4. Boligområder

4.1 Generelt

Muligheten for lokal overvannshåndtering i boligområder vil variere fra område til område. Det kan derfor være vanskelig å behandle dette temaet slik at det både er av generell interesse og konkret.

Vi har valgt å presentere tre eksempler, som hver for seg representerer typiske situasjoner. I tillegg til en presentasjon av hvert eksempel gir vi en kort vurdering av hvordan overvannshåndteringen ble løst og forslag til forbedringer i nye tilsvarende prosjekter.

Nytt småhusområde

Dette er et kommunalt tilrettelagt småhusfelt med individuelle byggherrer, i utkanten av eksisterende bebyggelse. Området ble bygd ut på siste halvdel av 80-tallet. Avgjørende for overvannshåndteringen i denne situasjonen er naturgrunnlaget, bebyggelsesmonsteret og hvordan selve utbyggingen organiseres og gjennomføres. Eksemplet som presenteres, var et utviklingsprosjekt hvor målet var å ta i bruk bedre og billigere kommunaltekniske løsninger. De løsningene som ble valgt for overvannshåndteringen, må ses ut fra det hovedkonseptet som ble brukt: grunne fellesgrøfter for VA og kabler, og alle grunnarbeider utført av en entreprenør.

Nytt rekkehusområde

Dette eksempelet skiller seg ut fra småhusområdet med hensyn til utbyggingsform og gjennomføring. Den tette utbyggingsformen gir mindre muligheter til infiltrasjon på grøntarealer. På den andre siden gir gjennomføringen hvor opparbeidingen av tomt og bygging av hus er organisert i ett og samme prosjekt, bedre styring. Dermed kan en velge løsninger som ikke lar seg bruke i eneboligfelt med individuell utbygging. Rekkehusområdet som presenteres, ble etter krav fra kommunen bygd ut med lokal overvannshåndtering.

Gammelt eneboligområde

Det tredje eksemplet er et eldre villaområde med overvannsproblem. Under kraftig nedbør overbelastes avløpssystemet, og de mest utsatte husene får

oversvømmelser i kjellerne. Avløpssystemet er et fellessystem – det vil si at både spillvann og overvann ledes bort i samme ledning. Det presenteres forslag til hvordan lokal overvannshåndtering kan løse problemet og være et billigere og bedre alternativ til å øke kapasiteten på eksisterende avløpsledning eller bygge om til et separatsystem.

4.2 Nytt småhusområde

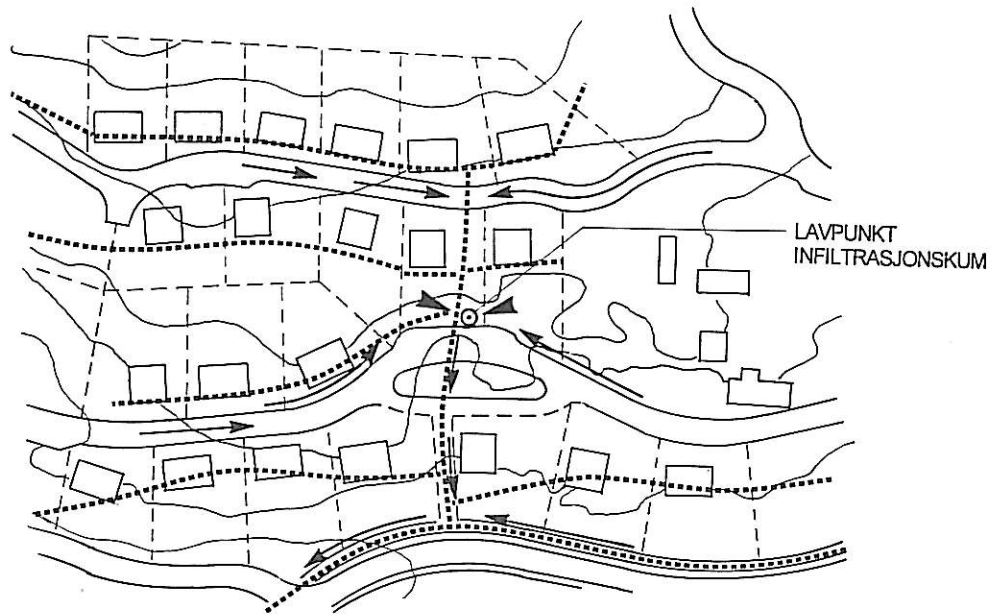
Beskrivelse av området

Brenna boligfelt består av ca. 150 frittliggende eneboliger. Tomtestørrelsen er 500 m². Terrenget er kupert, og grunnen består av tynt jordsmonn over fjell. I noen partier er det mektige leirlag. Boligfeltet ble bygd ut over en toårsperiode. Grunnarbeidene ble utført i én entreprise, mens det var den enkelte tomteieren som sto for bygging av husene og planeringen av tomtene.

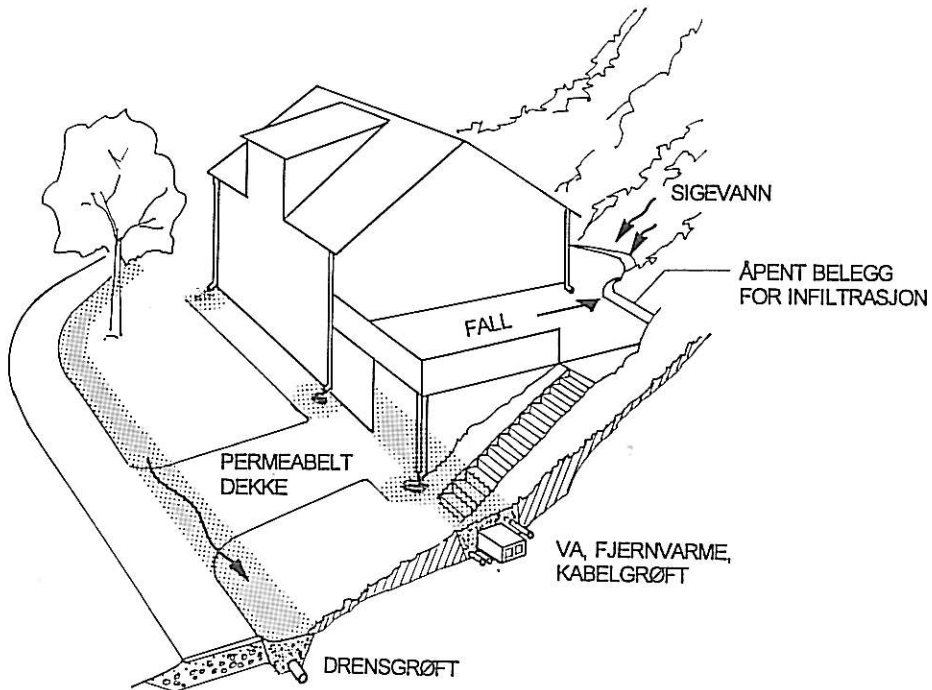
Kommunen stilte som krav at overvannet skulle håndteres lokalt. Mulighetene for dette var gode da det kupert terrenget og vegetasjonen ga god fordroyning av overflateavrenningen i området. Ved utbyggingen forbedres i realiteten denne situasjonen: Det sprenges, skiftes ut masser og planeres for hus og vegger. Steinfyllingene representerer mulige infiltrasjons- og fordroyningsmagasin for overvannet. Disse "gratisløsningene" bør utnyttes i stedet for å investere i kostbare ledningsanlegg for å ta hånd om overvannet.

Overvannssystemet – prinsipp

Overvannet fra de tette flatene tilføres i første omgang de nevnte magasinifyllingene, grøftemagasiner, fyllingene for husfundamenter og vegger. Dette infiltrasjons- og fordroyningssystemet skal ha kapasitet for normalsituasjonen. Ved overbelastning i flomsituasjoner renner overflatevannet av på overflaten langs planlagte flomveger, f.eks. langs vegger og i terengavbrekk. Dermed har vi en høy sikkerhet. Flomvegene sikres best ved å regulere dem som fellesareal, dersom de ikke er en del f.eks. av regulert veggrunn.



..... VA - KABELGRØFTER → "FLOMVEIER"/OVERFLATEAVRENNING



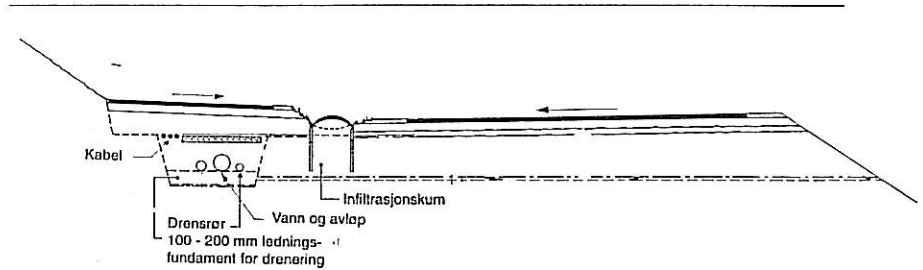
Veg- og husfyllinger, VA- og kabelgrøfter, er et kombinert drems-, infiltrasjons- og fordrøyningssystem. Det overvannet dette systemet ikke har kapasitet til å ta hånd om, ledes bort på overflaten via planlagte flomveger – langs veger og i terrenglavbrekk [4.1].

Overvannsystemet – detaljer

VA-grøfter og kabelgrøfter kan brukes som drens- og infiltrasjonsgrøfter, men dette stiller visse tekniske krav til grøfteutførelsen:

- Som omfyllingsmateriale benyttes finpukk 8 – 12 mm. Finere fraksjoner må ikke benyttes, men dersom ledninger og kabler tillater det, kan en grovere fraksjon brukes.
- Omfyllingsmassene beskyttes mot tiltetning fra grunnen omkring ved å bruke fiberduk.
- Det legges et drensrør som definerer høyeste tillatte vannstand i grøften. Drensrør vil, avhengig av situasjonen, fungere som et drens- eller infiltrasjonsrør.

En viktig detalj i overvannssystemet er sluk og infiltrasjonskummer. Disse plasseres i lavpunkter og bør ha overløp til ledningsgrøftene og de planlagte flomvegene i terrenget. Det siste er viktig dersom en skal få et driftsikkert system som ikke er sårbart overfor at en kum eller et sluk til tider går tett.



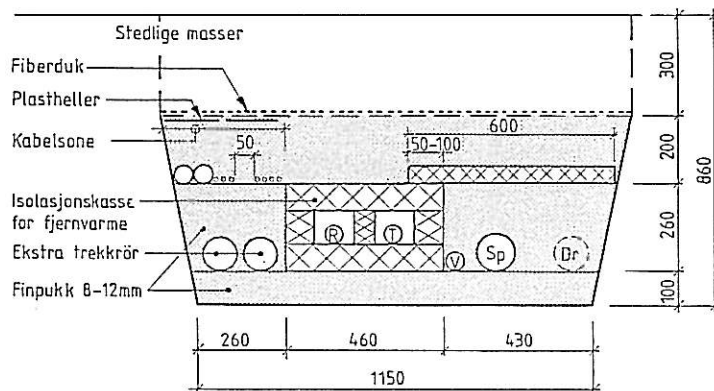
Tverrsnitt av samleveg, hvor alle tekniske anlegg er plassert i fellesgrøft, under gang- og sykkelvegen. Overflateavrenning går til trafikkdeler formet som et dike, og infiltreres direkte til grunn gjennom vegetasjonslaget eller via infiltrasjonskummer. VA- og kabelgrøften fungerer som infiltrasjons- og fordrøyningsmagasin [4.1].

I denne formen for utbygging er det vanskelig å planlegge detaljer som slukplasseringer på forhånd. Det foreligger sjelden en detaljert terrengplan på forhånd: den store graden av egeninnsats og lang utbyggingstid er viktige årsaker til dette. En løsning på problemet kan være å legge til rette for at sluk/infiltrasjonskummer settes ut etter at utbyggingen nærmer seg fullføring. Dette krever at løsningsprinsippene er klart beskrevet på forhånd, og at ansvaret for dette oppfølgingsarbeidet er klargjort, f.eks. i en drifts- og vedlikeholdsplan.

Drifts- og vedlikeholdsplan

Alle fellesanlegg, både arealer og de tekniske anleggene innenfor området, ble i dette tilfellet overdratt til beboerne i fellesskap for drift og vedlikehold. Både ved privat og kommunal drift er det vesentlig med en god dokumentasjon av de tekniske anleggene og hvilke krav som stilles til drift og vedlikehold.

For et boligområde som Brenna, er det viktig å ta hensyn til at det aldri blir ferdig. Det foregår en kontinuerlig endring av tomten, terreng planeres, terrasser bygges, oppkjørsler til garasjer og inngangsparti utvides og får tette belegg. Avrenningsmengder og avrenningsmønster endres. I drifts- og vedlikeholdsinstruksjonen må en avklare: Hvem har ansvaret og hvilke prinsipper skal følges?



Tverrsnitt av VA- og kabelgrøft. Bruk av finpukk og drensrør gjør at grøften fungerer som en kombinert drens-, infiltrasjons- og fordrøyningsgrøft [4.1].

Vurdering

Teknisk sett er Brenna boligfelt et godt eksempel på lokal overvannshåndteringen, men detaljutfordringene av de planlagte flomvegene og sidegrøftene langs boligvegene kunne vært bedre. Estetisk og økologisk er løsningene lite kreative. Overvannet er ikke utnyttet som ressurs i utformingen av uterom og landskap. Det kunne vært lagt større vekt på å utvikle en over-

ordnet plan for overvannshåndteringen der vannvegene var åpne og synlige, og der vann i større grad ble brukt til å skape variasjon, mangfold og frodighet i gaterommene, fellesarealer og lekeområder.

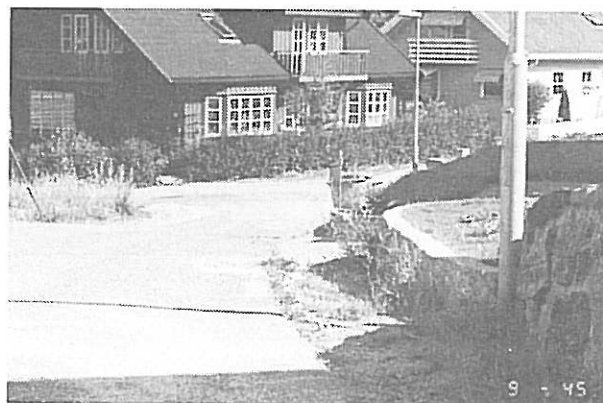
Det er et trist syn å se den nedfylte og tørrlagte bekken ved hovedinnkjøringen til Brennafeltet. Den kunne vært utnyttet som et sentralt element i områdets grøntstruktur og overvannshåndtering.



Det er trist å se at en ikke har utnyttet hovedbekken som gikk gjennom området på en bedre måte. Den burde vært et sentralt element i grøntstrukturen



Detaljene i forbindelse med armering og kantavgrensning langs gateløp og fellesareal er like lite gjennomtenkt og bearbeidet som i de fleste andre boligfelt i Norge.



Flomvegen som er regulert som fellesareal, burde værbedre opparbeidet. Dette ville hindret at den med tiden blir en del av det private tomtearealet.

4.3 Rekkehusområde

Beskrivelse av området

Hallagerbakken har rekkehus som er lagt terrassert i terrenget og ordnet om sentrale gateløp/tun. Vegetasjonen i området som i det alt vesentlige er plantet, er svært frodig og variert.

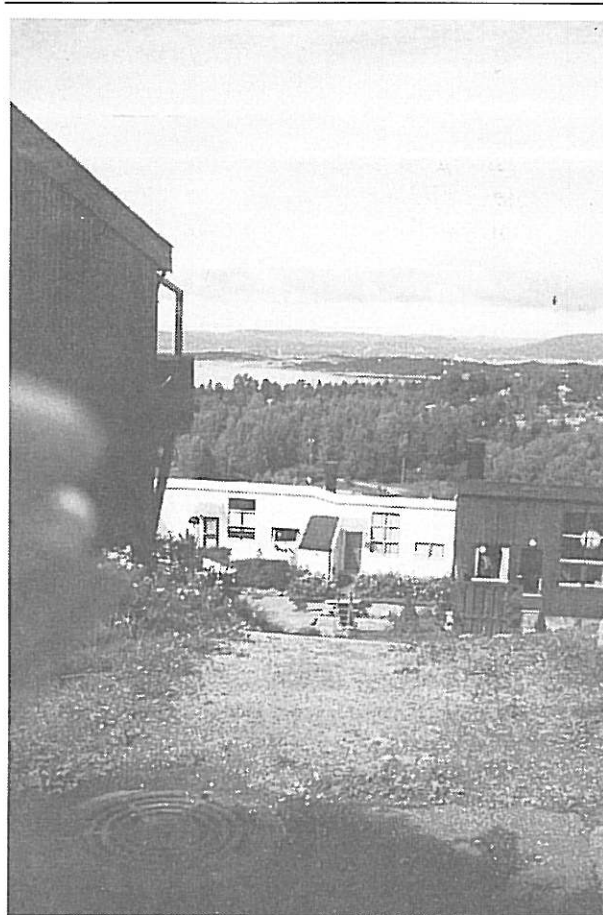
Overvannssystemet

Overvannet håndteres etter følgende prinsipp:

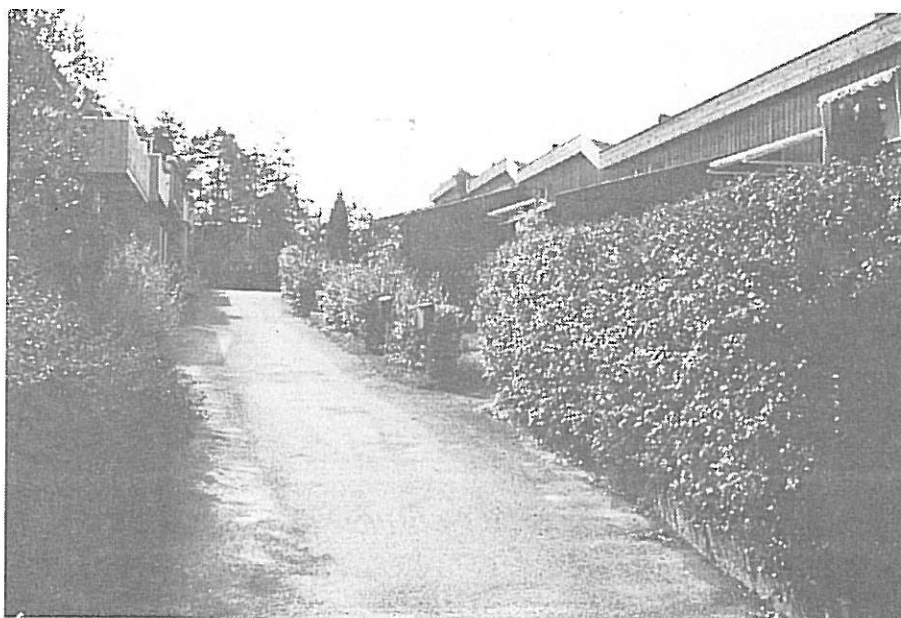
- VA-grøftene fungerer som fordrøynings- og infiltrasjonsmagasin (omfyllingsmaterialet i grøftene er finpukk)
- Takvannet tilføres grøftene via taknedløp
- Overvann fra gatene tilføres grøftene via sluk
- Overvann som ikke infiltreres lokalt tilføres et magasin i gangveien nedenfor området

Vurdering

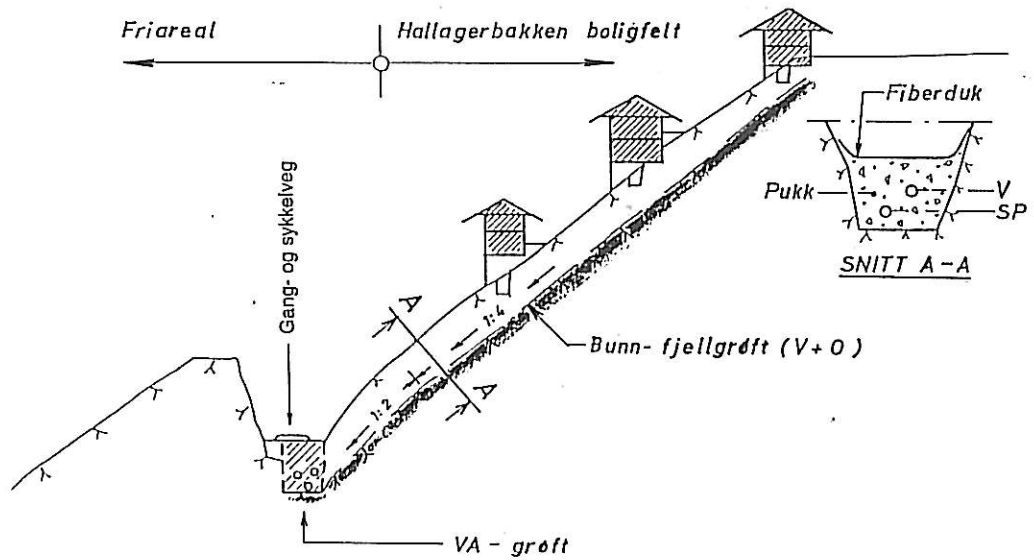
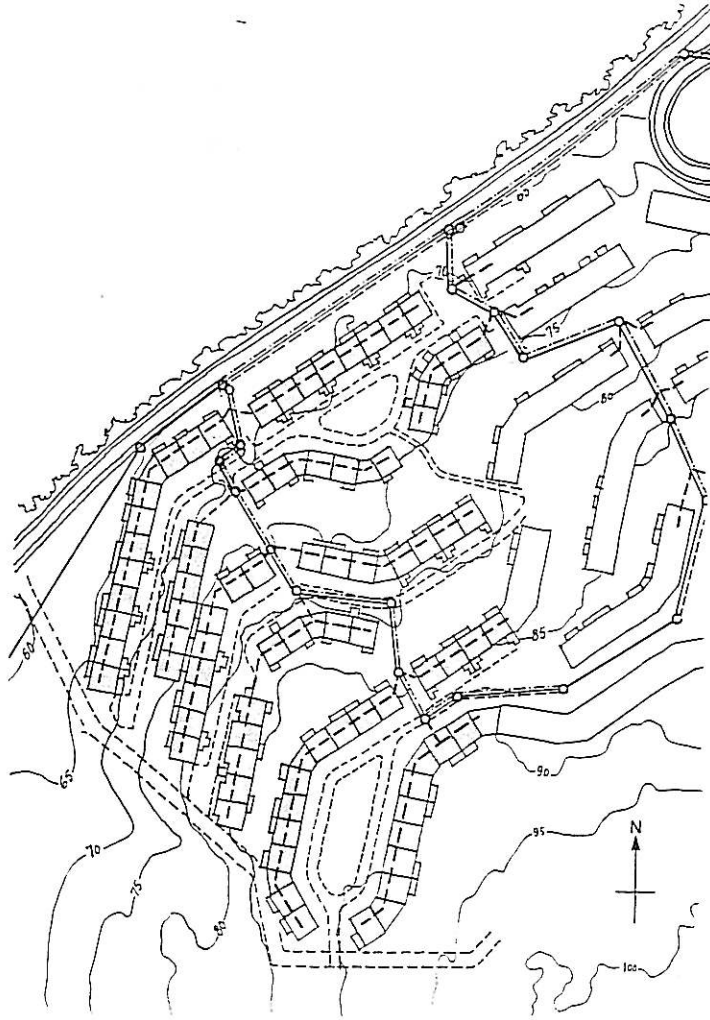
Overvannshåndteringen på Hallagerbakken er tilfredsstillende løst ifølge de kravene som kommunen satte om lokal overvannshåndtering. Men løsningen kunne vært enklere, billigere og mer kreativ. Erfaringene viser at det ikke er behov for det store magasinet nedenfor rekkehusene dersom en hadde ledet overvannet på overflaten til friarealet nedenfor gangvegen. Vannet fra taknedløpene kunne vært fanget opp i definerte rennelementer og ledet fram mot det gjennomgående grøntarealet. Dette har store høydeforskjeller som kunne vært utnyttet til spennende og vakre rennesystemer, fosser, terskler og små dammer.



Rekkehusene ligger terrassert i terrenget og ordnet om sentrale gateløp.

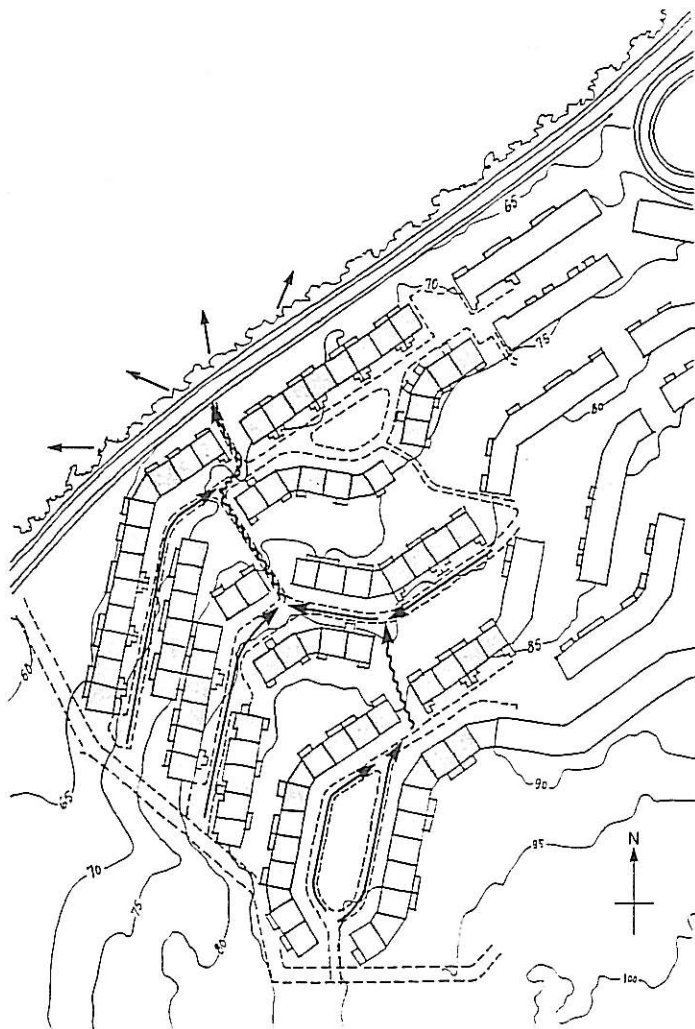


På tvers av terrenget og bebyggelsen går noen sentrale gangstier som forbinder grøntområdene ovenfor og nedenfor boligområdet.

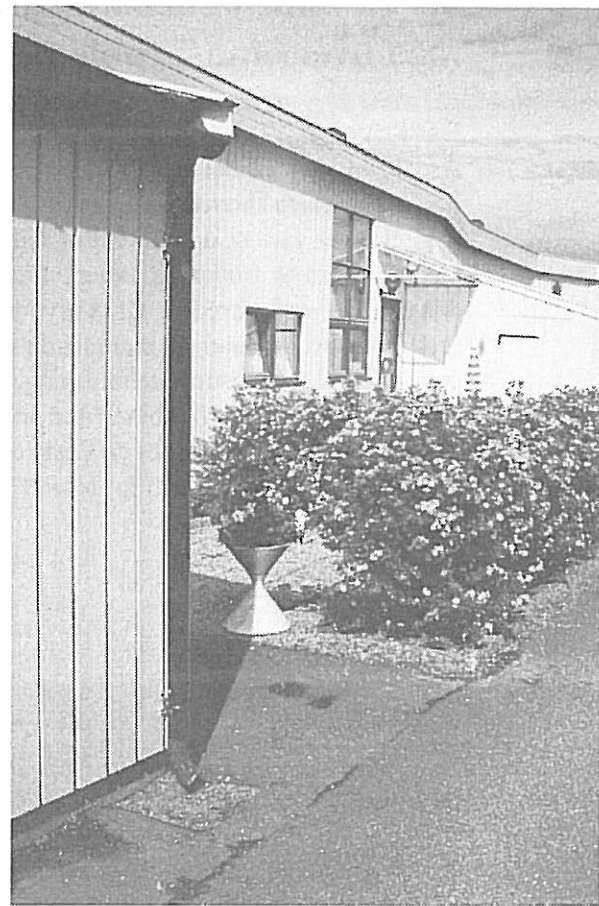


PRINSIPP SNITT GJENNOM BEBYGGELSE

Prinsippskisse for overvannshåndteringen. Overvann tilføres VA-grøftene som så infiltrerer og fordrøyer avrenningen. Nedstrøms feltet er det plassert et fordrøyningsmagasin i gang- og sykkelvegen.



Planskisse av alternativ overvannshåndtering, hvor overvannet renner av på overflaten: langs rennestein i gatene og inn mot det sentrale grønndraget.



Et lite hull i asfalten.. Takvannet kunne i stedet vært fanget opp i definerte renneelementer i gatene og ledet fram mot det sentrale grønndraget.



Det sentrale grønndraget med den store høydeforskjellen kunne vært utnyttet til spennende rennesystemer, fosser og terskler. Et spennende område for barns lek

4.4 Gammelt eneboligområde med overvannsproblemer

Beskrivelse av området

Åsdalsveien er en del av et veletablert villaområde der bebyggelsen i hovedsak består av eneboliger. Bebyggelsen er variert, og tomtene er relativt romslige. Vegetasjonen er frodig og variert. Gateprofilen slik den er i dag, er for bred og gir et uryddig inntrykk på grunn av dårlige detaljer, manglende kantavslutninger og tilfeldig oppsatte gatebelysninger. I tillegg finnes det et virvar av luftkabler. Med andre ord, gaten har et preg som er typisk for de fleste norske villagater.



Åsdalsveien er et veletablert villaområde der bebyggelsen i hovedsak består av eneboliger. Topografi og grunnforhold gjør at særlig ved langvarige nedbørsperioder om høsten, er tilrenningen til avløpssystemet i Åsdalsvegen for stor, og det oppstår kjelleroversvømmelser.

Overvannsproblemet

Avløpssystemet er et fellessystem. Ved langvarig eller intensivt regn er kapasiteten for lav. I perioden 1987 til 1991 har det vært seks oversvømmelser. Beregninger viser at årsaken til kjelleroversvømmelsene er for dårlig kapasitet på ledningsnett, og det totale erstatningskravet mot kommunen er 1,3 millioner kroner. To oversvømmelser hvert år er ikke tilfredsstillende, og kommunen er nødt til å forbedre avløpssystemet i området.

Tiltak – bygge separatsystem eller øke ledningskapasiteten

En tradisjonell VA-teknisk løsning er å fjerne kapasitetsproblemet ved å legge egen overvannsledning (bygge separatsystem) og føre denne fram til Ljanselva. Et annet alternativ kan være å øke kapasiteten på

fellesledningen som leder spillvann og overvann ut av området til den kommunale avløpstunnelen. Begge alternativene er vurdert og kostnadsberegnet til ca. 20 millioner kroner (1989).

Tiltak – lokal overvannshåndtering

Alternativet til den tradisjonelle og kostbare løsningen er å infiltrere overvannet som i dag føres inn på fellessystemet lokalt, for derved å minske belastningen på det eksisterende ledningssystemet. Den alternative overvannshåndteringen kan bygge på følgende prinsipper:




- Takvann føres ut på terreng, bort fra bygningskroppen og infiltreres lokalt.
- Gamle septiktanker kan muligens anvendes som infiltrasjonskummer. Andre alternativer er å bygge små infiltrasjonsdammer som fellesanlegg for to eller flere boliger.
- Drensvann fra bygninger som i dag føres inn på hovedledningssystemet, må ledes til den kommunale avløpsledningen som nå. Alternativt kan den ledes inn på de gamle septiktankene. På den måten kan en oppnå en fordøyning og eventuell infiltrasjon av drensvannet før det ledes inn på den kommunale fellesledningen.
- Overvann fra terreng og veier infiltreres i grunnen via infiltrasjonsmagasinene langs Åsdalsvegen.

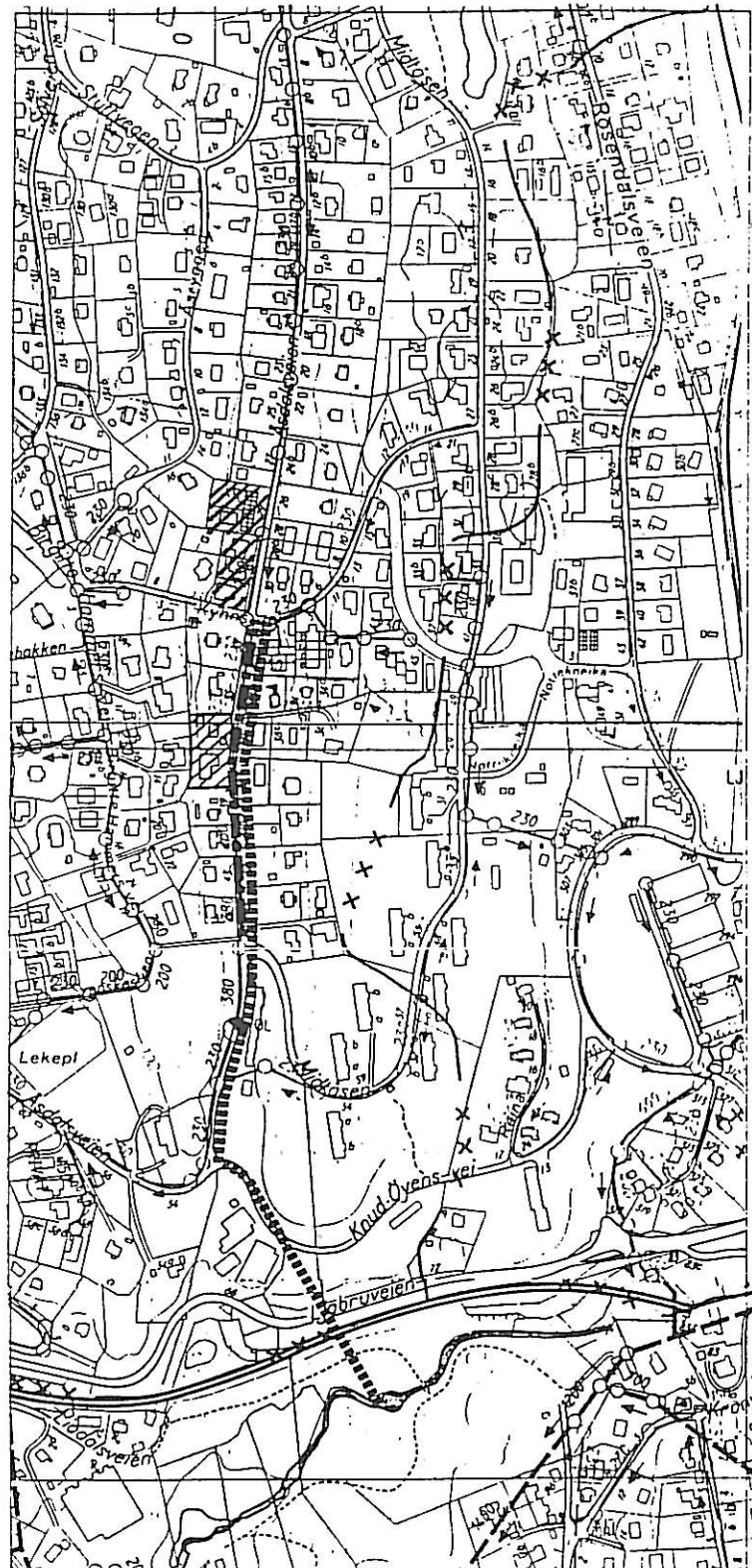
I forbindelse med tiltakene for å få til lokal overvannshåndtering bør man benytte anledningen til å gjøre villavegen mer attraktiv. Når en bygger de to infiltrasjonsmagasinene på begge sidene av Åsdalsvegen, kan dette kombineres med at:

- Alle luftstrekk fjernes og i stedet legges det jordkabler i grøftemagasinene
- Arealet over grøftemagasinet sås til, og vegbredden reduseres dermed til 4,5 meter. Det benyttes kantstein for å få et slitesterkt anlegg som hindrer at vegkantene ødelegges av trafikkbelastning eller erosjon på grunn av overvann.

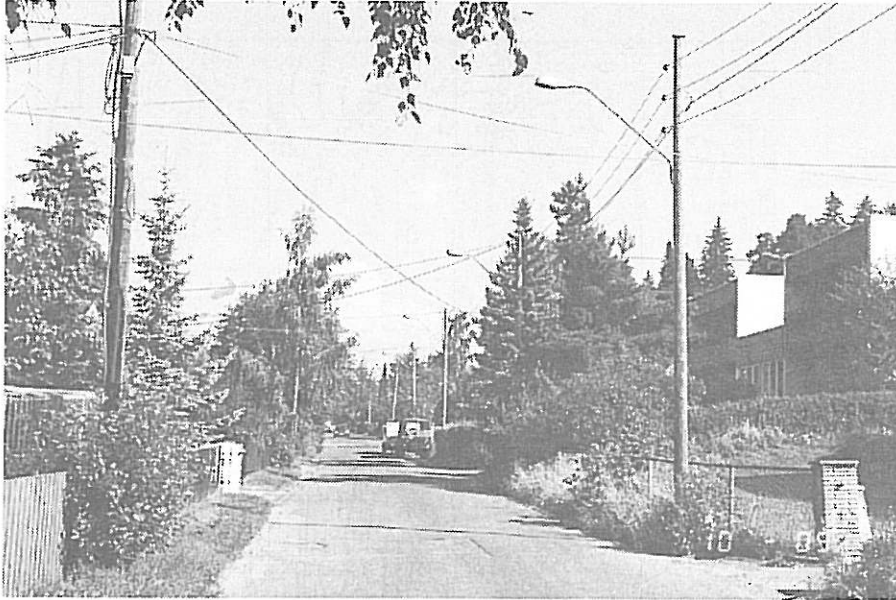
Avhengig av hvilken standard som benyttes på materialvalg, vil den alternative løsningen koste fra 2 til 3 millioner kroner. Det vil si bare 10 % av den tradisjonelle løsningen. I tillegg hever en den visuelle og estetiske kvaliteten i boligkanten. Et viktig poeng: Tiltak på overflaten kan ofte løse overvannsproblemene samtidig som en tilfører estetiske verdier.

TEGNFORKLARING

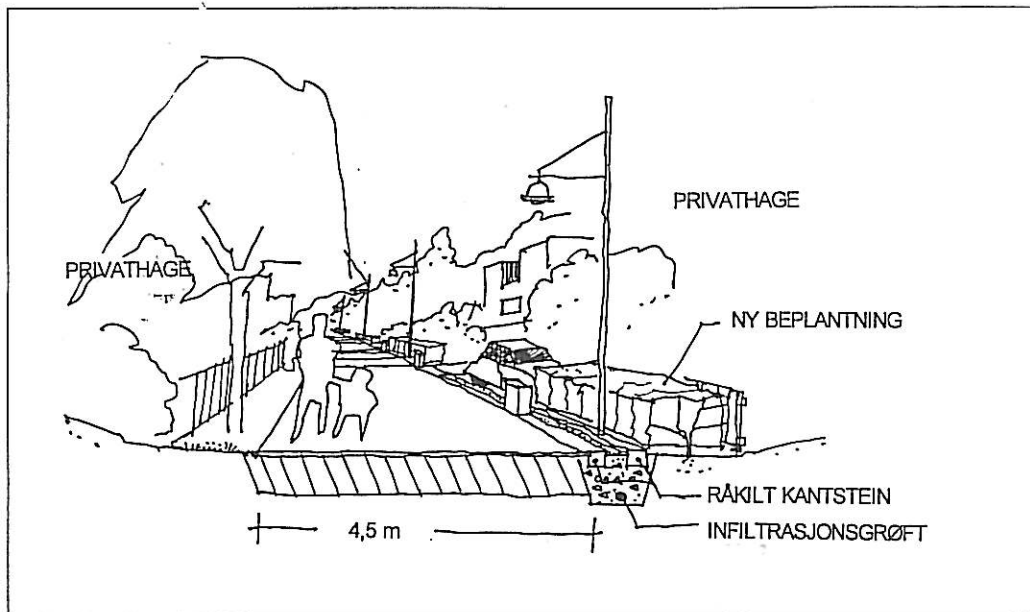
-  TOMTER MED HYPPIG KJELLER OVERSVEMMELSE
-  FELLESLEDNING MED FOR LAV KAPASITET
-  EVT. NY OVERVANNsledning FOR Å LØSE KAPASITETSPROBLEMET



Den nederste delen av Åsdalsvegen har fellessystem. Ved langvarige nedbørssituasjoner er kapasiteten for lav, og flere hus er årlig utsatt for kjelleroversvømmelser. Problemet kan løses ved å bygge separatsystem fra krysset ved Kyhns veg og fram til Ljanselv – kostnad ca. 20 millioner



Asdalsvegen er en typisk norsk villagate. Gateprofilen er for bred og gir et uryddig inntrykk på grunn av dårlige detaljer: manglende kantavslutninger, tilfeldig oppsatt gatebelysning, et virvar av luftkabler.



Problemene i Asdalsvegen kan løses med lokal overvannshåndtering. Skissen viser hvordan tiltak for lokal overvannshåndtering kan kombineres med forbedring av gatebildet – kostnad 2 til 3 millioner kroner.

5. Trafikkområder

5.1 Generelt

Gater, gang- og sykkelveger, hovedveger, parkerings- og lagerarealer har som oftest et tett dekke. Med hensyn til avløpssystemet og tilførselene av overvann er det derfor ikke forskjell på en enkel oppstillingsplass for noen få personbiler og en sterkt trafikkert hovedveg. Disse trafikkarealene utgjør samlet en stor andel av en by eller et tettsteds areal. I Horten er f.eks. så mye som 60 % av arealene trafikkarealer ("grå arealer") [5.4]. Som et resultat av byutviklingen øker omfanget av trafikkarealene og dermed også belastningen på avløpssystemet. Resultatet kan bli økte kapasitetsproblemer på avløpsnettet og renseanleggene, kjelleroversvømmelser og utslipp fra overløp på fellessystemet.

Vi ønsker en motsatt utvikling. Det kan vi oppnå blant annet ved å stille krav til utførelsen av trafikkarealene. De bør utformes slik at de gir minst mulig avrenning til avløpsnettet. I dag er en i liten grad opptatt av dette, og det er derfor ikke utviklet statlige eller kommunale retningslinjer som gir tilfredsstillende grunnlag for å påvirke og styre utviklingen. Den største utfordringen framover er å endre overvannshåndteringen i eksisterende områder. Dersom vi skal få til en vesentlig endring som betyr noe både for miljøet og kostnadene for avløpshåndteringen, må vi påvirke planleggingen av trafikkarealene slik at en utnytter de enkelte ombyggingsprosjektene til å gå ett steg i riktig retning.

I dette kapitlet gis det forslag til hvordan overvannshåndteringen kan

løses i forhold til ulike typer av trafikkarealer. Det gis tre eksempler: en motorveg og to bygater. Alle tre eksemplene er hentet fra ombygging av eksisterende veg og gate.



En stor del av arealet i byer og tettsteder er asfalterte flater og trafikkarealer.



En parkeringsplass kan være grønn og permeabel. For å få til en bedre håndtering av overvannet i framtiden bør vi stille krav til utformingen av trafikkarealene. Det bør ikke være tillatt å foreta asfalteringer av f.eks. en bakgård uten at dette får konsekvenser for hva eieren betaler i vann- og avløpsavgifter (Landskapsarkitektene 13-3).

5.2 Motorveg

Beskrivelse

Eksempelet er hentet fra en planlagt ombygging av motorvegen E6, der denne krysser Ljanselva i Oslo.

Motorvegen krysser i dag i plan med lokalvegnettet og turvegdraget langs Ljanselva. Det "kultiverte" landskapet langs eksisterende veganlegg framstår uryddig og uferdig, nærmest som brakkmark. Landskapet er sterkt preget av støv og forurensning fra veganlegget. Eksisterende Europaveg og kulvertene for Ljanselva er med på å fordroye, delvis regulere vannmengdene i elva nedstrøms Europavegen. Det er viktig at flomreguleringen opprettholdes, kanskje spesi-

elt av hensyn til eksisterende boliger lengre ned i daldraget mot Oslofjorden.

I tillegg til de estetiske forholdene forurenses overvannet fra motorvegen Ljanselva. Målinger viser at vannkvaliteten i elva påvirkes av avrenningen fra saltede veger om vinteren.

Det foreligger ikke spesielle krav til kvaliteten på det overvannet som ledes til en resipient som ikke nyttes til vannforsyning. Men kommunen har gjennom en periode på 5 år investert ca. 100 millioner kroner på rehabilitering av spillvannsledninger for å redusere forurensningen av vassdragene i Oslo. Det er derfor viktig å vurdere den forurensningen overvannet fra trafikkarealene representerer og stille de nødvendige kravene til *veghvassing*



Europavegen slynger seg gjennom grønne områder inn mot Oslo. I Dalbunnen midt i bildet, krysser den Ljanselva. (Landskapsarkitektene 13-3)

Overvannssystem etter ombygging – prinsipp-skisse

En viktig del av løsningsforslaget har vært å få til et helhetlig landskapsgrep hvor landskap, elv og turvegdrag danner en vakker sammenheng med veganlegg, konstruksjoner og system for overflateavrenning.

Sentralt i dalrommet er det foreslått et damanlegg. Der lokalvegen krysser elva, danner den en steinsatt terskel, som deler dammen i to. Dammene er forbundet med en åpen kulvert langs turvegdraget. Terskelene og fossen oppstrøms lokalvegen gir fotgjengere og syklister opplevelsen av en frisk og rennende bekk.

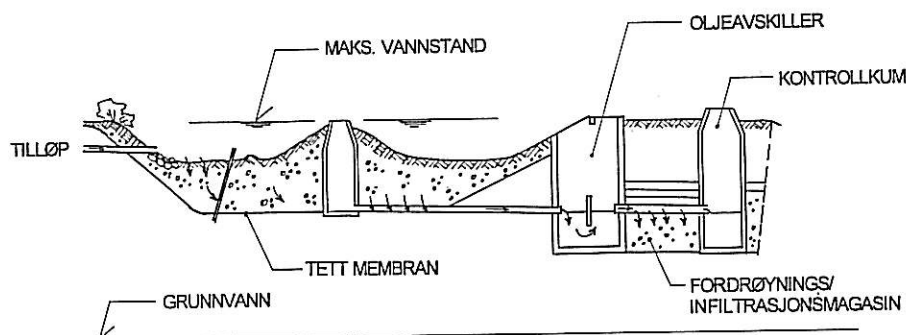
Flomsikring av dammen er ivaretatt ved overløp til fem separate rørgjennomføringer under lokalvegen. Damanlegget opprettholder tilsvarende regulerende virkning som eksisterende kulverter under Europavegen. Damanlegget omfatter også et større våtmarksområde oppstrøms med frodig naturlig vegetasjon som vil bidra til fordrøyning og infiltrasjon.

Overvannet fra motorvegen ledes først på grunn av kjørebanelens tverrfall til trafikkdeleren, en åpen terrenggrøft med V-profil og gressdekke. Her infiltreres noe i grunnen, overskuddsvannet ledes til to fordrøyningsbassenger som er anlagt i tilknytning til de to rundkjøringene, før det slippes ut i dammen og Ljanselva. Oppholdstiden er tilstrekkelig for utfelling av sand og slam. I tillegg kan utløpet utformes slik at overvannet filtreres. Dette gir en effektiv rensing av overvannet for organisk stoff, næringsstoffer og tungmetaller, før det ledes ut i Ljanselva.

Eksempelet viser at de "rene" overvannsutslipene fra trafikkarealer kan medføre en vesentlig forurensning av de samme vassdragene. Dette forurensningsproblemet kan vi løse med lokale løsninger.

Detalj løsninger

Eksempelet fra E6 er ennå ikke gjennomført. Men prinsippet er kjent fra en rekke prosjekter i Tyskland

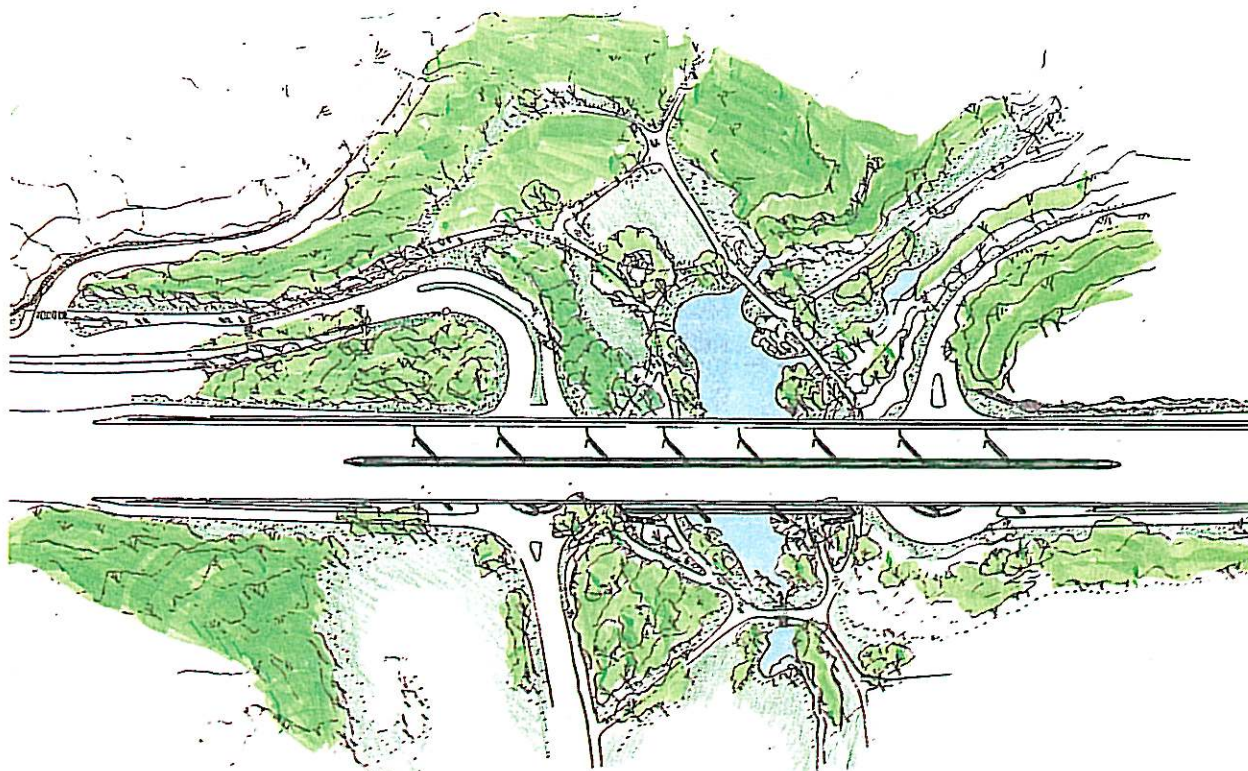
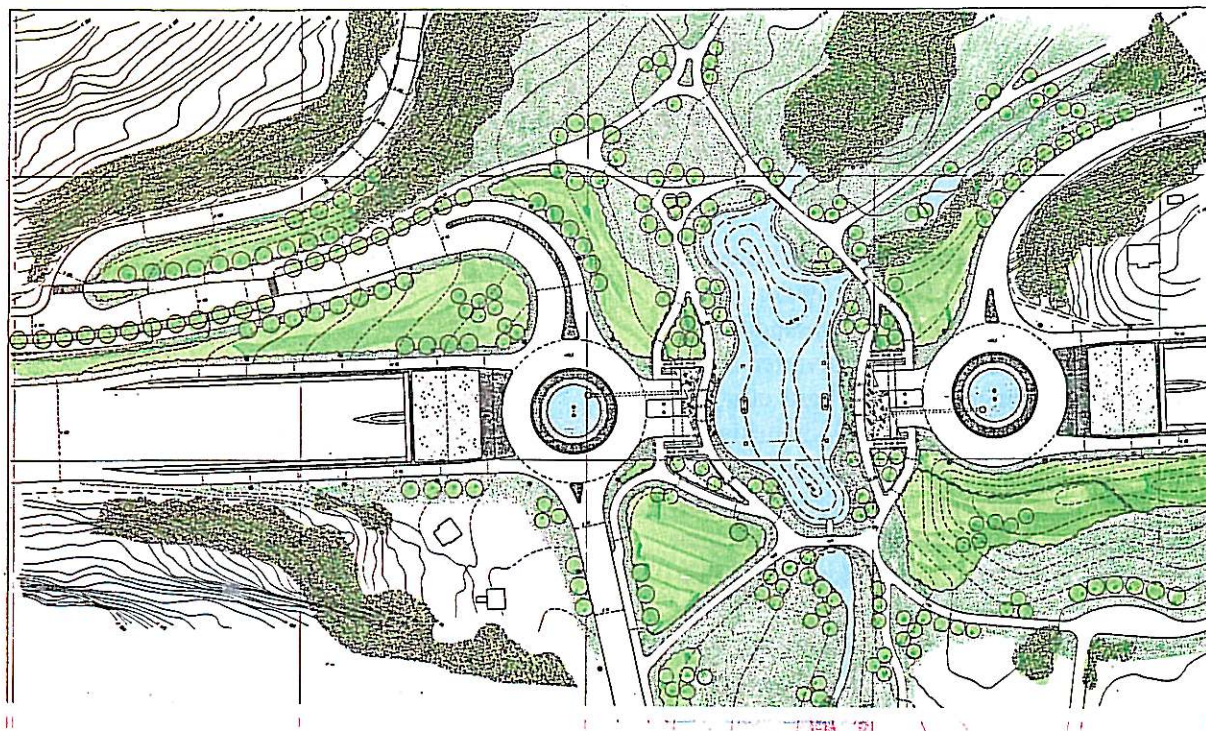
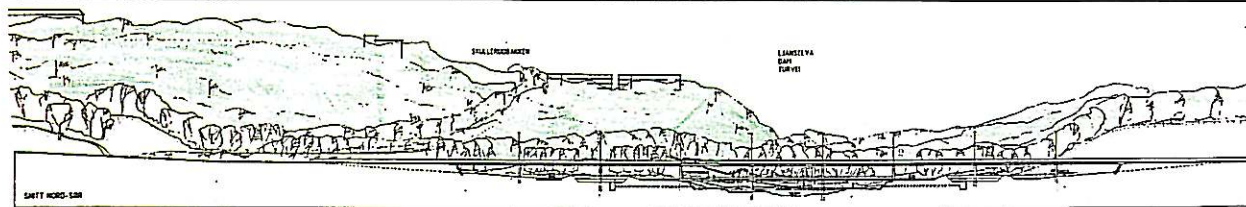


Overvann fra motorveger kan være sterkt forurenset, f.eks. på grunn av trafikkulykker hvor tankbil er innblandet. Skissen viser hvordan infiltrasjons- og fordrøyningsmagasinene i prinsippet kunne utføres for å sikre Ljanselva mot forurening.

og Sveits. Vi tar derfor med eksempler på detaljløsninger hentet fra tilsvarende prosjekter i Sveits.

Overvann fra ca. 4,5 ha motorvegareal blir ledet til et åpent fordrøynings- og infiltrasjonsmagasin. Da grunnvannet utnyttes, er det stilt strenge krav til infiltrasjon av overvann som kan være forurenset. Overvannet infiltreres i en infiltrasjonskum, etter å ha passert en oljeavskiller.

I løpet av de første seks årene ble det ikke påvist forurensninger fra magasinet. Drift og vedlikehold begrenset seg til vegetasjonspleie.



Overvann fra motorveger er tenkt ledet via midtdeler til to åpne infiltrasjons- og fordrøyningsmagasin, hvor det renses før det ledes ut i Ljanselva. Lokalvegen krysser Ljanselva og danner to dammer sentralt i dalrommet i tilknytning til veganlegget (Landskapsarkitektene 13-3).

5.3 Bygater

Problembeskrivelse

Er det praktisk og økonomisk mulig å håndtere overvannet lokalt i en bygata og på den måten få et ettrørs-system med lokal overvannshåndtering? Teknisk er det ikke noe problem, men økonomisk interessant blir det først når tiltaket gjennomføres som del av andre arbeider, som f.eks. en ombygging av gaten.

Bygging av nye hovedveger og endringer av trafikkmønsteret gjør at mange gater bygges om for å forbedre trafikkavviklingen og miljøet i gatene. I alle disse prosjektene foretar en som regel en full omarbeiding av overflaten. En tar i bruk flere materialer og søker om mulig å styrke innslaget av vegetasjon i gatebildet. Denne ombyggingen gir oss gode muligheter til å endre overvannssystemet og ta i bruk lokal overvannshåndtering. Men dessverre har det vært lagt lite vekt på dette i de prosjektene som til nå er gjennomført. De har kun vært opptatt av trafikkspørsmål.

For å illustrere hvordan en kan få til lokal overvannshåndtering, har vi derfor tegnet om to prosjekter.

Det første eksemplet er ombyggingen av Rådhusgata, og det andre er den planlagte ombyggingen av Finnmarksgata, begge i Oslo. Rådhusgata er et eksempel med hovedsaklig fast dekke, mens Finnmarksgata har mange grønne innslag.

Det er en viktig utfordring for de som planlegger denne typen prosjekter, å komme fram til gode helhetsløsninger som løser den konflikten vi ser i dag mellom estetiske hensyn og ønsker om lokal overvannshåndtering. Samtidig bør vegmyndighetene arbeide for å minimalisere, ev. sløyfe bruken av vegsalting for dermed å redusere forurensningsproblematikken knyttet til infiltrasjonen i rotsonen.

Viktige momenter:

- Permeable og semipermeable flater bør være nedsenket slik at de kan fordrøye og infiltrere overvann fra de tette arealene
- Benytte permeable eller semipermeable dekker der det er mulig, f.eks. på parkeringsområder
- Deler av trafikkarealet bør kunne «demmes ned» ved intensive kortvarige nedbørstilfeller
- I områder med høye forurensningskonsentrasjoner bør en benytte løsninger som sikrer at bare den mest forurensede delen av avrenningen tilføres avløpssystemet

Gate gjennom åpen bebyggelse og park-område

Finnmarksgata går gjennom et område med blokkbebyggelse og park. Den har midtdeler og fire gjennomgående kjørefelt.

En ny utforming av gata har som hovedmål å gjøre den til en viktig del av parkområdet (Tøyen kulturpark) ved å heve kvaliteten og gjøre den grønnere. På den måten skal den framstå som en verdig parkgate.

Finnmarksgata har i dag reservekapasitet og skal ikke ta økte trafikkmengder i fremtiden. Målene for ombyggingen kan dermed oppnås ved å utnytte den reservekapasitet som finnes i dag. Den foreslås derfor bygd om til en tofeltsgate for blandet trafikk. Det arealet som frigjøres, brukes til rabatter og beplantning. Gata utformes som en avenygate med gjennomgående trekker og grønne rabatter.



De senere årene har det vært fokusert mye på trafikk og miljø i byer og tettsteder. Gater bygges om til "miljøgater". Men nye grønne innslag og nye dekker utnyttes ikke til å redusere mengden av overvann som tilføres avløpsnettet. (Miljøbyen)



Finnmarksgata går gjennom et område med store grøntarealer. Trass i dette ledes alt vann fra tak og trafikkarealer direkte til avløpsnett.

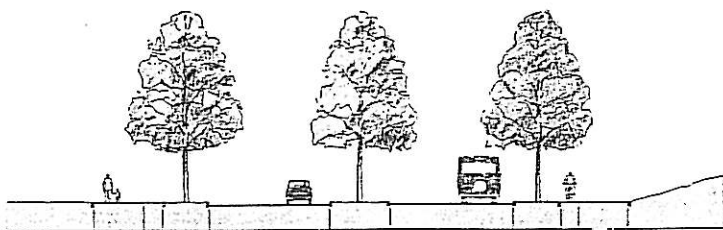
Avløpssystemet i området som Finnmarksgata går igjennom, er et fellessystem. I en normalsituasjon transporteres alt spillvann og overvann til renseanlegget. Ved kraftig nedbør må avløpsnett på grunn av kapasitetsbegrensningen la noe gå via overløp til en lokal resipient.

Det er et paradoks at vi i et område som dette, med store grøntarealer godt egnet for fordrøyning og infiltrasjon av overvann, leder overvannet inn på avløpsnett. Årsaken er at området ble bygd ut i en periode hvor vi ikke var opptatt av disse problemene. Men hva gjør vi i dag når deler av området, som f.eks. gata, bygges om? Beholder vi det gamle avløpssystemet, eller utnytter vi muligheten til å infiltrere overvannet lokalt?

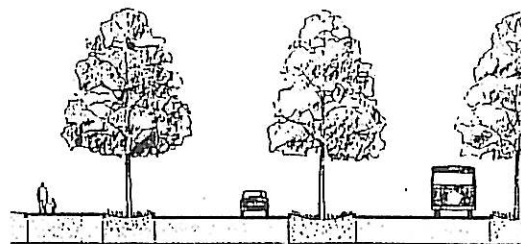
Dersom vi skal oppnå det siste, må det få konsekvenser for detaljutformingen av gata. Arkitekten har foreslått at de grønne rabattene heves opp som buede former for å gi gata et sterkere preg av grønt. Løsningen gir også beskyttelse av vegetasjonsflater og trær, både mot mekanisk skade og forurensing/salt, men gjør det vanskeligere å bruke grøntarealer til fordrøyning og infiltrasjon.

En alternativ løsning er å lede den mest forurensede delen av overvannet, "first flush", via sluk med strupt avløp til f.eks. avløpsledningen. Den resterende avrenningen ledes til infiltrasjon i grøftemagasin og til rotsone for trær.

Det hadde vært en enklere løsning dersom plante-rabatter og midtdeler kunne vært benyttet som "dike" for fordrøyning og infiltrasjon.



Finnmarksgata er planlagt bygd om til en tofeltsgate for blandet trafikk. Arealet som frigjøres, benyttes til beplantering. Gata skal framstå som en verdig parkgate.



Dersom rabattene er nedsenket i forhold til trafikkarealet, gir dette den enkleste og beste måten å fordrøye og infiltrere overvannet på.

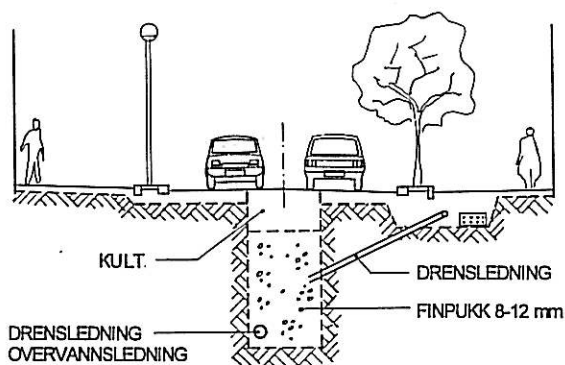
Sentrumsgate

Rådhusgata var én av de sentrale bygatene med stor gjennomgangstrafikk, men bygging av Oslostunnelen gjorde den til en ordinær sentrumsgate.

Gata går igjennom den eldste delen av Oslo sentrum, og hadde et gammelt ledningsanlegg.

I forbindelse med ombyggingen av gata ble alle ledninger og kabler skiftet ut. Avløpssystemet som var et fellessystem, ble bygd om til et tradisjonelt torørssystem. Kunne vi bygd et ettrørssystem med lokal overvannshåndtering?

Når gata bygges om som i dette tilfellet – med oppgraving for legging av nye ledninger og legging av nytt dekke i hele gatebredden, får en fordrøynings- og infiltrasjonsmagasin "gratis". Dersom det brukes knuste masser som tilbakefyllingsmaterialer i grøftene og i oppbyggingen av gata og fortauene, kan disse magasinene utnyttes til fordrøyning og infiltrasjon av overvannet. Ved å legge inn drensledninger kan en etablere overløp fra ett magasin til det andre, og til sist inn på f.eks. spillvannsledningen eller overvannsledningen.

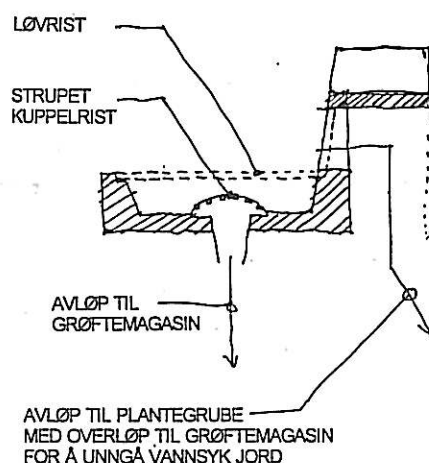


Ombygging av Rådhusgata ga muligheter for lokal overvannshåndtering. Grøftesonene og det nye fundamentet for gata kunne vært utnyttet som infiltrasjons- og fordrøyningsmagasin. Skissen viser hvordan dette i prinsippet kunne tenkes løst.

Grunnen i Rådhusgata består av leire. Den viktigste effekten vil derfor være fordrøyning av overvannet før det ledes inn på avløpsnett.

De nye trærne i den ombygde gata er plantet i trange plantegruber med lite jordsvolum i rotsone som gir liten mulighet for rotutvikling. I den alternative løsningen gis plantene bedre plass, og vann ledes både til infiltrasjon i grøftemagasiner og rotsone for trær.

Denne løsningen kan imidlertid skape problem for vegetasjonen på grunn av forurenset overvann. Størst problem forårsakes av salting om vinteren. For å løse dette kan det bygges sluk som leder den første og mest forurensete delen av avrenningen til avløpsnettet eller et magasin som ligger så langt borte fra rotsone at det ikke oppstår vegetasjonsskader, mens videre avrenning infiltreres til rotsone. Det vil bedre vanntilførselen spesielt i gater og områder uten vanningsanlegg, og på den måten forbedre vekstvilkårene vesentlig. For å sikre trærne bedre vekstvilkår burde også plantegrubene vært større enn det som er benyttet i Akersgata.



Hvordan sikre best mulig forhold for vegetasjonen? Forurensning kan unngås ved å ha sluk som leder det mest forurensete vannet til avløpsnett. I bygater hvor man bygger tette og hardt komprimerte fundamenter, bør det utvikles løsninger som sikrer tilfredsstillende lufttilførsler til rotsone i kombinasjon med infiltrasjon av overvann.

6. Sentrumsområde med fellessystem

6.1 Generelt

I by- og tettstedsområdene våre er det meste av avløpssystemet bygd ut. Dersom lokal overvannshåndtering skal bidra til å løse avløpsproblemer i noe vesentlig omfang, må løsningene være teknisk og økonomisk interessante i eksisterende bebyggelse. Vi har både for boligområder og trafikkområder tatt med eksempel på eksisterende områder. En viktig forutsetning for å komme fram til fornuftige løsninger i de enkelte byggeprosjektene er at det er utarbeidet en langsiktig og helhetlig plan for et større område. Den må beskrive hvordan vi ønsker at avløpssystemet og overvannssystemet skal utvikles over tid, og hvordan dette påvirker det enkelte byggeprosjektet.

I dette kapitlet gis to eksempler: Det ene er Ila som er et sentrumsområde i Oslo. Vi beskriver avløpsproblemer som finnes, og hvordan lokal overvannshåndtering som prinsipp kan bidra til å løse problemene. I det andre eksemplet gis det en beskrivelse av overvannsproblematikken knyttet til utvidelse av eksisterende bygg på en sentral tomt.

6.2 Sentrumsområde

Bebyggelsens karakter

Området har en dalform. Bebyggelsen ligger i dalsidene, og i dalbunnen ligger et stort sentralt parkareal, Ilaparken. Den ligger dermed godt til rette for å ta i mot overvann fra de tette områdene rundt. Infiltrasjonsmulighetene er gode. Før århundreskiftet rant det en åpen bekk gjennom dalen (Ringsdalsbekken). Denne ble etter hvert sterkt forurenset av kloakk og lukket i 1913. Den har utløp i Akerselva, men fører i dag lite vann. Den gamle bekkelukningen kan utnyttes som drenering og sikring av området.

Området ble bygd ut i perioden 1880 til 1940. Bebyggelsen består av karrébebyggelse fra før 1. verdenskrig og lamellbebyggelse fra mellomkrigstida.

Eksisterende overvannssystem

Bebyggelsen fra før 1900 har utvendig taknedløp som leder takvannet til rennestein. I gårdsrommene er det sluk som tar i mot overvann fra gårdsrommene.

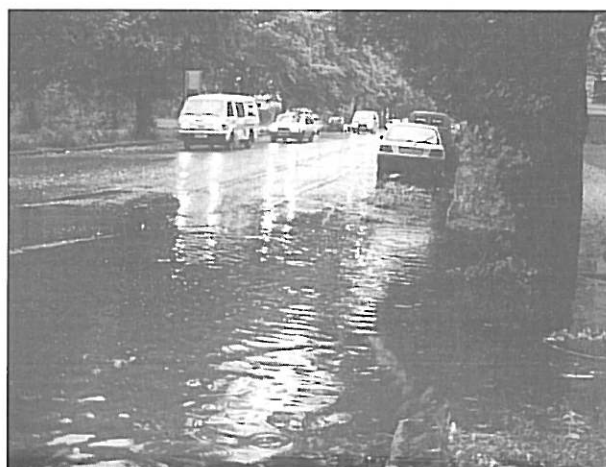
Gårdsslukene er koblet til den kommunale fellesledningen. Etter 1900 ble taknedløpene koblet direkte til avløpsnettet.

Det kommunale avløpsnettet er bygd som fellessystem, men det ble foretatt noen omlegginger til separatsystem i 1960 – 70. Da ble det lagt ny overvannsledning i hovedgatene: Colletsgate, Waldemar Thranes gate og Bjerregaardsgate. Men ombyggingen ble ikke fullført, og overvannsledningene i disse gatene er i dag koblet til fellesledningen i Uelandsgate.

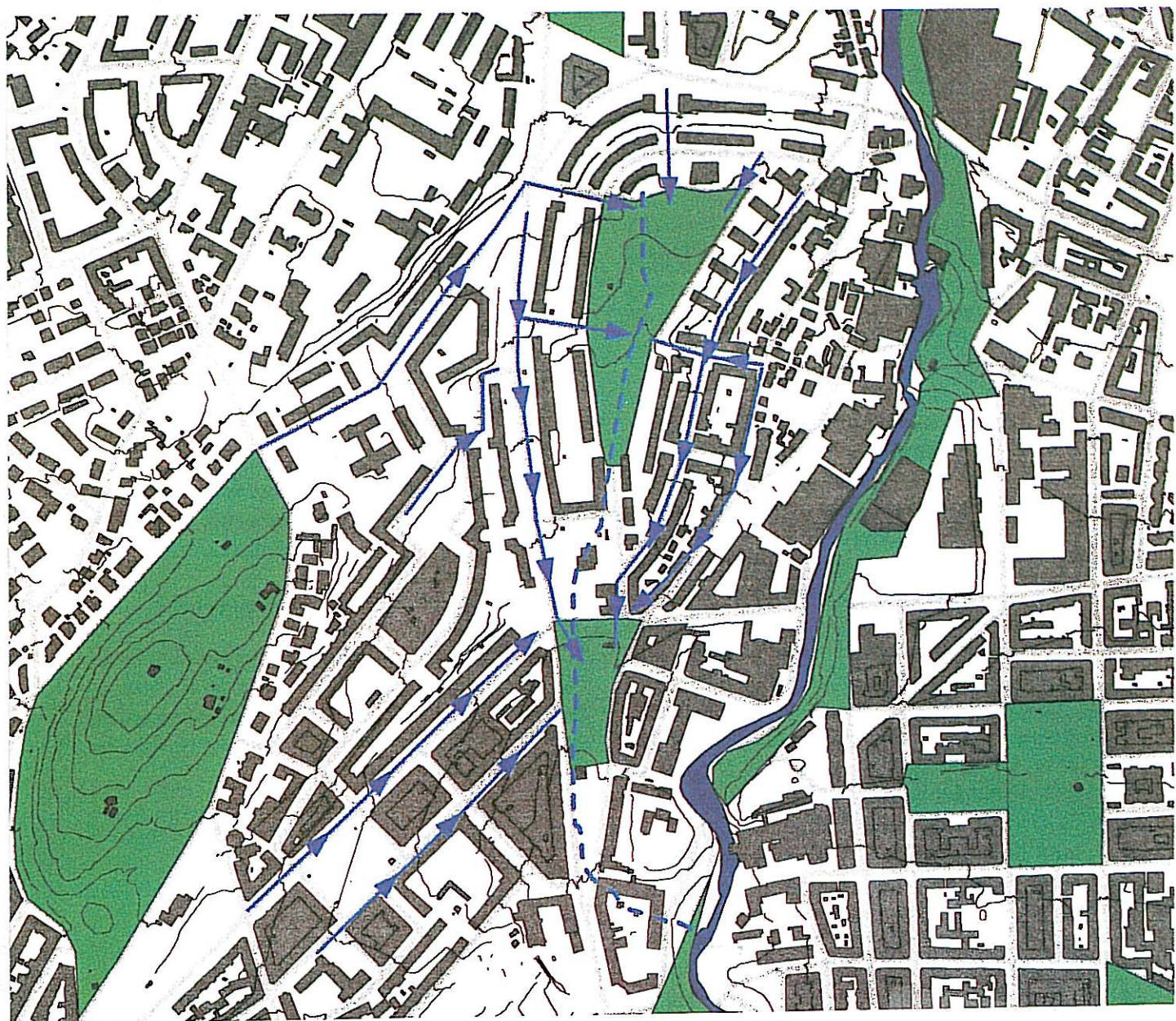
Overvann fra gatene går til vegsluk som er koblet til overvannsledningen eller fellesledningen.

Problemer

Ved kraftig nedbør er hovedledningen i Uelandsgate overbelastet. Videre er det flere overløp langs Akerselva. Denne forurensningen har fått økt betydning etter at ledningsanlegget langs elva er utbedret. I tillegg til det lokale forurensningsproblemet bidrar overvannet som tilføres avløpssystemet, til problemer for renseanlegget på grunn av belastningsvariasjoner, lave forurensningskonsentrasjoner og lave temperaturer.



Sluk går lett tett på grunn av løv. Resultatet er fordroyning på overflaten, men på en lite tilfredsstillende måte for trafikantene.



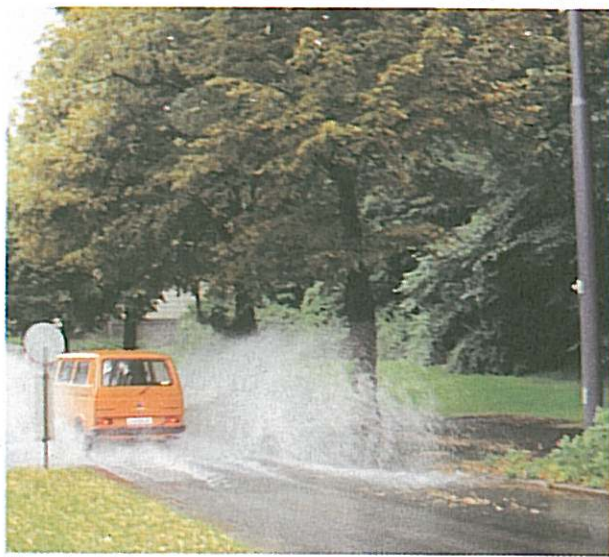
Gammel bekkelukking



Avrenning på overflaten



Alle tette flater har i dag direkte tilrenning til fellessystemet. Ved hjelp av tiltak på overflaten kan en redusere dette arealet med 60 % og i stedet utnytte grøntarealene til fordrøyning og infiltrasjon.



Hovedtrekket i dag er at alle tette flater har direkte avrenning til avløpsnettet. Bare trafikken hjelper overvannet ut på grøntarealene for infiltrasjon

Hvordan bør avløpssystemet fornyes/utvikles? – Bør vi fullføre ombyggingen til separatsystem?

I forbindelse med ombygging av hovedgatene på 70-tallet ble deler av avløpssystemet bygd om til et torørssystem. Dersom vi fullfører denne ombyggingen, får vi et separatsystem og fjerner dermed forurensningen fra overløpet, ca. 25 kg fosfor pr. år, og overvann til renseanlegget. Kostnader til transport og rensing ville dermed blitt redusert, men i stedet får vi et overvannsutslipp. Overvannet er fra ubetydelig til sterkt forurenset, avhengig av en rekke forhold som luftforurensninger, trafikkbelastning, tilstanden på gatedekke, tid siden det sist regnet osv. Dette er et sentralt boligområde med en del gjennomgangstrafikk, og vi kan anta at overvannet inneholder ca. 1,0 mg fosfor pr. liter. De "rene" overvannsutslippene fra separatsystemet vil dermed representere en forurensning av elva på ca. 17 kg fosfor hvert år.

I tillegg kommer at en kan ha lekkasje fra spillvannsledningen til overvannsledningen. I vårt eksempel viser målinger en innlekkning på 0,8 mg fosfor pr. km ledning og sekund. Totalt tilføres dermed overvannet 25 kg fosfor hvert år på grunn av lekkasjer fra spillvannsledningen. Dersom vi fullførte ombyggingen til et separatsystem, ville overvannsutslippene forurense Akerselva hvert år med 42 kg fosfor, dvs. 70 % mer enn med fellessystemet. Selv om vi rehabiliterte ledningene og fjernet lekkasjen fra spillvannsledningen, ville ikke separatsystemet gi en vesentlig reduksjon i forurensningen av elva. Å fullføre ombyggingen til et separatsystem ville derfor ikke være noen lønnsom investering for å forbedre vannkvaliteten i elva.

Hva kan vi oppnå med lokal overvannshåndtering?

Hovedtrekkene i nåsituasjonen er at alle tette flater i området har direkte avrenning til fellessystemet. Ved å utnytte terrenget, friarealene og grøntarealene til å håndtere overvannet lokalt, kan vi oppnå en vesentlig reduksjon i tilrenningen til avløpsnettet og dermed løse dagens kapasitetsproblemer.

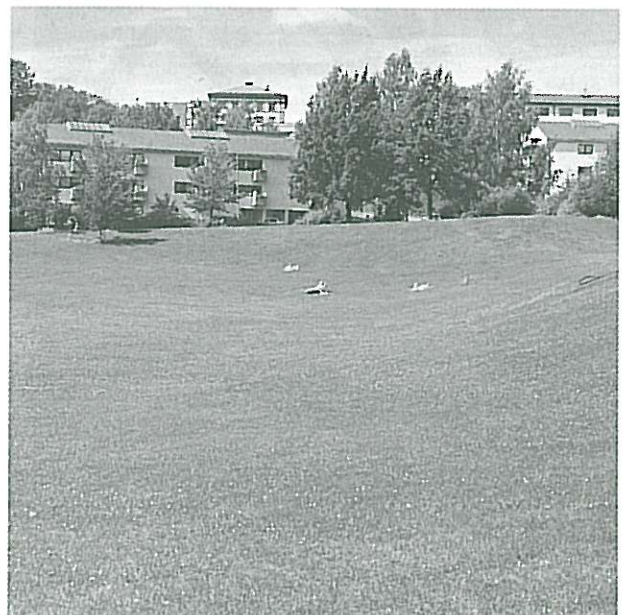
For Ilaområdet kan vi oppnå følgende resultat med lokal håndtering av overvannet:

- Areal med direkte tilrenning til avløpsnettet (fellesledningen) er redusert fra ca. 350 da til ca. 135 da, det vil si en reduksjon på ca. 60 %.
- Antar vi at årskostnadene ved å transportere og rense 1 m³ overvann er 1 kr, og at normal årsnedbør i Oslo er 700 mm, reduseres driftskostnadene med ca. 250 000 kr/år. Med en rente på 7 % p.a. og 50 års nedskrivningstid tilsvarer dette en investering på 3,5 mill. kroner.
- Fjerne kapasitetsproblemer på nettet
- Utslipp fra overløp til Akerselva fjernes

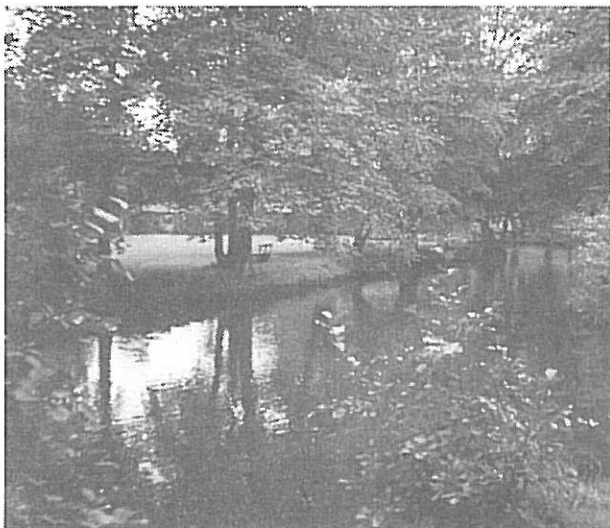
Et åpent overvannssystem kan bidra til å gjøre uteområdene på Ila frodigere og mer varierte. Renner, kanaler, fosser, terskler og dammer vil skape spennende lekeområder og vakre uterom/parkrom.

Prinsipp for overvannshåndteringen i Ilaområdet

For på sikt å kunne få endret avløpssystemet i et område som Ila, må det utarbeides en prinsipplan for hvordan vi ønsker at utviklingen av avløpssystemet i området skal være. Hovedprinsippene i en slik plan er beskrevet i det følgende.



I dalbunnen er et sentralt parkanlegg – Ila parken. Inn i dette området kan en lede "overskuddsvann" fra området rundt.



Ved å endre på avløpssystemet og gå over til lokal overvannshåndtering kan belastningene på avløpssystemet reduseres med ca. 60 %, og parken utvikles med dammer og bekkefar.

Infiltrasjon og fordrøyning i gårdsrommene

Karrébebyggelsen har store gårdsrom. Mange av disse har beholdt sin opprinnelige form med grusganger, rennestein og gressplener, men noen er delvis eller helt bygd om og asfaltert. De kan alle, om enn i ulik grad, benyttes for fordrøyning og infiltrasjon av overvannet. Det krever imidlertid at taknedløp ledes ut på overflaten, justering av overflaten med hjelp av renner, at en fjerner noe av de tette asfaltdekkene til fordel for semipermeable eller permeable dekker.

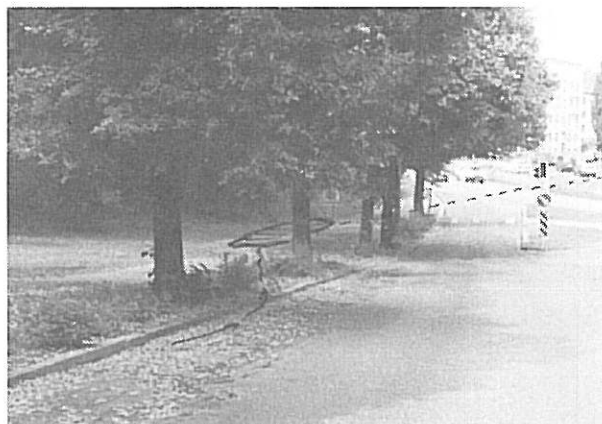


Bebyggelsen har store gårdsrom som kan benyttes til fordrøyning og infiltrasjon av overvann. Dette krever at taknedløp ledes ut på overflaten og en viss omarbeiding av denne.

Overvannet fra tak og tette flater/semipermeable flater ledes til fordrøyningsbassenger/infiltrasjonsanlegg, sentralt plassert i gårdsrommene. Slike anlegg kan bidra til et frodigere og mer varierte uterom nær boligene.

Takvann og vann fra gårdsrom ledes til grøntarealene i gatene

I flere av gatene er det gressrabatter mellom hus og fortau og mellom fortau og kjørebane. Som for gårdsrommene representerer disse muligheter for å infiltrere og fordrøye overflateavrenningen. Taknedløpene må da ledes ut på terreng og terrengfall justeres slik at overvannet ledes fra husvegg mot grøntrabatter og gate, på terrengoverflaten eller i definerte renner/hulkiler.



Overvann fra gårdsrommene kan ved bearbeiding av terrenget, bruk av renner og rennestein i gatene, ledes til lavpunkt hvor en utnytter infiltrasjons- og fordrøyningsmuligheter.

“Rennestein” bør brukes til å lede vann til rabatter og andre grøntarealer

Overvannet ledes i dag til sluk og skal i minst mulig grad renne langs kantstein/rennestein. Systemet fungerer imidlertid ikke helt etter forutsetningene. I gater med beplantning legger frø og blad seg langs kantsteinen. Under regnvær skylles dette mot nærmeste sluk hvor det fanges opp og tetter sluket. Det meste av vannet føres langs kantstein til et lavpunkt i gata. Dette kan benyttes på en mer planlagt måte. I gater med tilstrekkelig fall bør vi lede overvannet i rennestein, til grøntarealer, resipient eller avløpssystemet. På denne måten oppnår vi maksimal fordøyning og infiltrasjon.



I flere av gatene er det gressrabatter som representerer fordrøynings- og infiltrasjonsmuligheter. Som for gårdsrommene krever dette endring av taknedløpene og noe bearbeiding av overflaten.



I gater med tilstrekkelig fall kan overvann ledes i rennesteinen til nærmeste grøntareal for infiltrasjon.

6.3 Utvidelse av et større sentrumsbygg

Bebyggelsens karakter

Eksempelet er et sykehusområde, Vestfold sentralsykehus i Tønsberg. Den eksisterende bebyggelsen består av et større blokkkompleks i 8 etasjer, og noen lavblokker. Sykehuset skal utvides vesentlig, og de tette flatene økes med ca. 8 900 m².

Eksisterende avløpssystem

Sykehuset ligger i sentrum hvor det kommunale nettet er et fellessystem.

Problem

Det kommunale avløpssystemet er gammelt og overbelastet. Det er ikke aktuelt pga. kostnadene å bygge det kommunale nettet om til et separatsystem. Kommunens krav til byggherren er derfor at maksimal overvannsbetlastning skal være mindre enn 50 l/s.

Muligheter for lokal overvannshåndtering

Sykehuset ligger i et høyt utnyttet sentrumsområde; det er derfor ikke muligheter for å lede overvannet bort på overflaten til nabområder. Det vil si at vi må finne løsninger på egen tomt.

Fundamentene for nybygget og det nye trafikkarealet kan utnyttes til å fordrøye og infiltrere overvann. Da grunnen består av leire, er det i hovedsak fordrøyning en kan oppnå i dette tilfellet. En slik integrert løsning gjør at kostnadene for overvannshåndteringen blir lave, men dette krever at overvannshåndteringen må løses sammen med planlegging og prosjektering av byggets fundamentering og uteområdene.

Overvannssystem – prinsipp

Takvannet ledes via innvendige nedløp til et fordrøyningsmagasin som er lagt under en del av nybygget. Nødvendig magasinivolum oppnås ved å øke det ordinære drens laget under fundamentet. Fordrøyningsmagasinet dreneres til det kommunale nettet. Overvann fra trafikkarealene og "økonomigården" fanges først opp i et grøftemagasin, hvor vi oppnår en viss grad av fordrøyning. Fra dette magasinet ledes vannet til fordrøyningsmagasinet under nybygget.

Det er lagt inn overløp som hindrer at magasinet under bygget overbelastes.

Fordrøyningsmagasin – prinsipp

Byggegrunnen består som nevnt av tett leire. Det vil si at magasinet er veldefinert, og vi har god kontroll med overvannet som tilføres. Fundamentet er bygd som en frittstående betongplate.

Det tradisjonelle drens laget med maskingrus er erstattet med knuste masser (maskinkult), som har en effektiv porøsitet på ca. 40 %. Lagets tykkelse er økt fra 20 til 40 cm. Høyest tillatte vannstand er satt til 20 cm, det vil si 20 cm under diffusjonssperren. For å hindre at pukk arbeider seg ned i leira på grunn av varierende fuktighet, er det lagt en separasjonsperre (fiberduk, klasse III) mellom leira og maskinkulten.

Tilførselen til magasinet

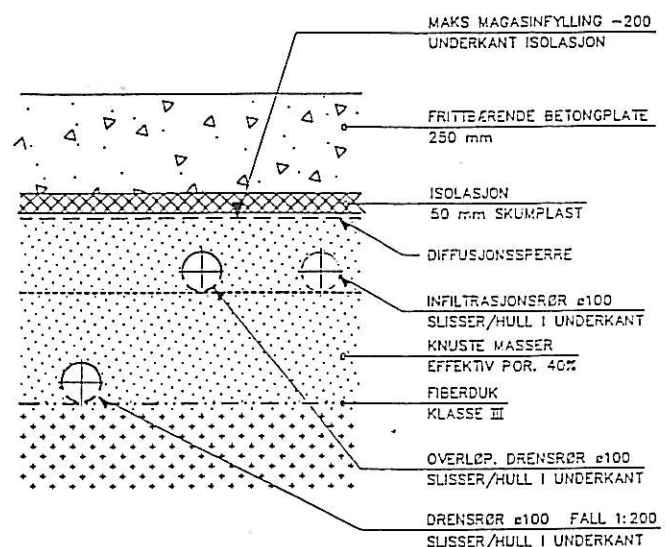
Avrenningen fra byggene og økonomigården tilføres først fordelingskummer. Disse står i forbindelse med infiltrasjonsrørene som fordeler tilførselen jevnt over magasinet. Bunn av infiltrasjonsrørene ligger på samme nivå som høyest tillatte vannstand i magasinet.

Avløp fra magasinet

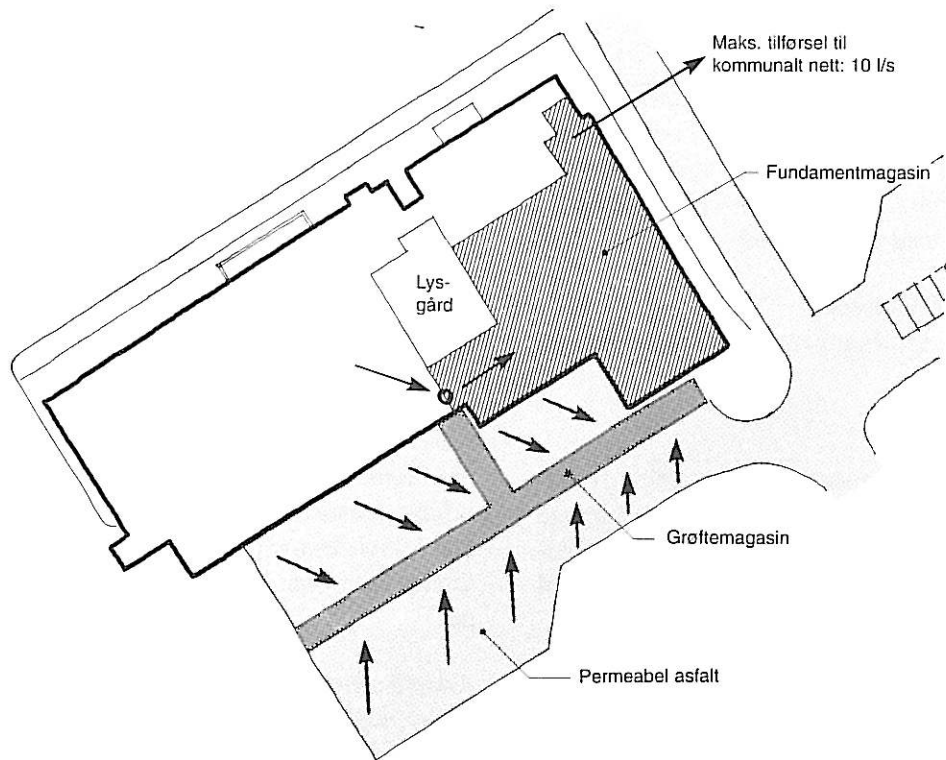
Avtappingen fra magasinet skjer via drensrør plassert i bunnen av magasinet, som dimensjoneres ut fra dimensjonerende tilrenning og tilgjengelig fordrøyningsvolum.

Overløp

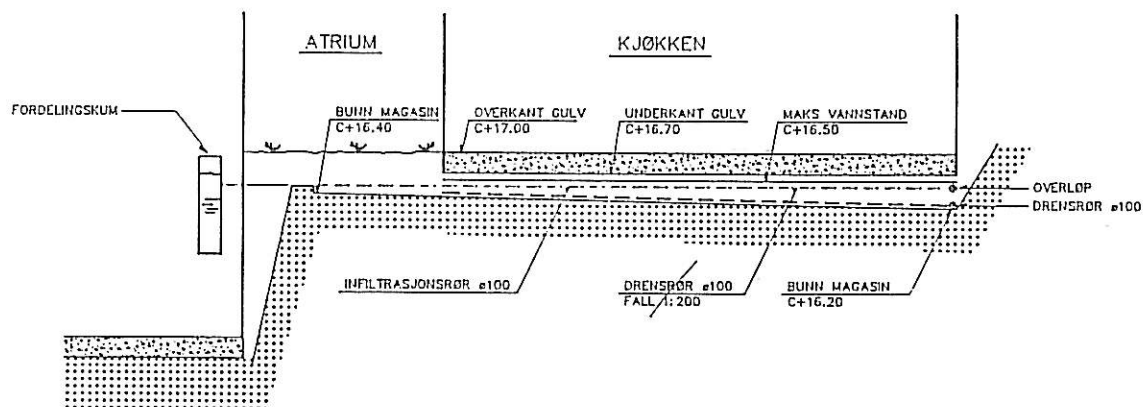
Det er lagt inn to overløp. Det ene er et drens system som har bunnrør på nivå med høyest tillatte vannstand i magasinet, for å sikre dette. I tillegg er det et overløp i fordelingskummen, som sikrer at magasinet ikke tilføres større avrenning enn det er dimensjonert for.



Prinsipp for oppbygging av fundamentmagasin



Avrenningen fra det nye parkeringsarealet og takflatene ledes til fundamentmagasinet under deler av det nye bygget (kjøkkenbygget)



Snitt gjennom fordrøyningsmagasinet under (kjøkkenbygget)

Litteratur

Referanser i tilknytning til

– kap. 1. Innledning

- [1] MOVIUM Svenska vatten- och avloppsvårksföreningen VAV – VA-FORSK. Stad och land nr. 86: Plats för regn
- [2] Erhard Bolender, Michale Brunner, Wolfgang Zimmermann: Ökologische Verbesserung von Münchener fliessgewässern. Das Gartenamt 39, juni 1990
- [3] Troels Lund: Dagligt liv i nordn i det 16^{de} aarhundrede. 1. Bog. Land og folk. Folkeudgave. København Gyldendalske bokhandels forlag 1903
- [4] Keith E. Linbeck: Confined Stormwater Drainage Systems – Uses, Abuses and Alternatives. Proceedings of Third International conference on urban storm drainage Vol. 3
- [5] Veiledning ved infiltrasjon av overvann – metoder og tekniske løsninger. Statens forurensningstilsyn, Oslo 1982

– kap. 2. Planlegging

- [1] Housing & Urban Development Association of Canada: Zero Increase in Storm Water Runoff. Toronto, Ontario 1976
- [2] Hans-Joachim Liesecke und Sönke Bogwardt: Regenwasserversickerung als kommunale Aufgabe. Grunplanerischer Beitrag im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsvorhabens. Das Gartenamt 12/92
- [3] Daniel Hartmann et al: Künstliche Meteorwasser-Versickerung. Aspekte der Versickerung der von Dächern, Plätzen und Verkehrsflächen anfallenden Abwasser. Schweizer Ingenieur und Architekt nr. 37 1991

– kap. 3. Tekniske elementer

- [1] Sonke Borgenwardt: Alternative Methoden der Regenwasserentsorgung. Ein Überblick aus der Sicht der Freiraumplanung - Teil 2. Das Gartenamt 5/92
- [2] Spildvandsforskning fra Miljøstyrelsen nr. 36

1992: Lokal afledning av regnvand. Miljøministeriet Miljøstyrelsen. København.

- [3] Nina Syversen, Roger Roseth: Vegetasjoners effekt på avrenning fra jordbruksarealer. Statens forurensningstilsyn, Landbruksdepartementet. Jordforsk 15.1.1992
- [4] Trond Mæhlum: Rensing av avløpsvann i konstruerte våtmarker – En litteratursammenstilling. Jordforsk, juli 1991
- [5] Petter D. Jenssen, Trond Mæhlum, Minna Wetlesen: Økologisk renseteknologi. Oversikt over ulike naturbaserte behandlingsmetoder for kommunalt avløpsvann. SFT-rapport 92:35. Statens forurensningstilsyn
- [6] Bundesamt für Umweltschutz: Bau durchlässiger und bewachsener plätze. Schriftenreihe Umweltschutz nr. 50. Bern, juni 1986
- [7] Rolf Larson: Enhetsöverbyggnad. Riksbyggen Utviklingsrapport 13/81. Stockholm 1982
- [8] Christopher J. Pratt: Permeable Pavements for Stormwater Quality Enhancement. Paper presented at ASCE Engineering Foundation Conference, Urban Stormwater Quality Enhancement – Source Control, Retrofitting and Combined Sewer Technology. Davos, Switzerland, 23 – 27 October, 1989
- [9] Terje Nordeide: Bruk av permeabel asfalt ved lokal overvannshåndtering. Avløpsteknikk. NTNFs program for VAR-teknikk, prosjektrapport 85/88. NTNf, Oslo 1989
- [10] D. Grotehusmann, A. Kelil, F. Sieker, M. Uhl (1992). Naturnahe Regenwasserentsorgung durch Mulden-Rigolen Systeme – Korrespondenz Abwasser h. 5 Hennef.
- [11] Birger Lund, Anne Bechsgaar: Faskiner. Grunnlag og erfaringer. Stads- og havneingeniøren 9 1993

– kap. 4. Boligområder

- [1] NTNf/ 3B-programmet: Ny plan og teknikk for eneboligområder – Brenna utviklingsprosjekt. Prosjektrapport nr. 28 – 1989. Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1989

- [2] Norges byggforskningsinstitutt, Byggforskserien, byggdetaljer 514.115 Lokal overvannshåndtering i boligområder
- [3] Norges byggforskningsinstitutt, Byggforskserien, byggdetaljer 514.221 Fuktsikring av bygninger
- [4] Vegard Halden: Analyse av avløpsforholdene i Åsdalsveien i Oslo og forslag til utbedringer. Hovedoppgave 1991. Institutt for vassbygging
- **kap. 5. Trafikkområder**
- [1] James D. Sartor et al: Water pollution aspects of street surface contaminants. Environmental Protection Technology Series. EPA-R2-72-081 November 1972
- [2] Tor-Sverre Thomassen: Tiltak i vedlikeholdet, NIF-kurs: Tiltak mot miljøproblemer fra vegtrafikken 19. – 20. november 1991
- [3] Vilhelm Bjerknes: Forurensning av vann. NIF-kurs: Tiltak mot miljøproblemer fra vegtrafikken 19. – 20. november 1991
- [4] Petter Næss: Natur- og miljøvennlig tettstedsutvikling. Faglig sluttrapport, NIBR-rapport 1992:2
- [5] Charles Fermaud, Hans Bohlenlenblust, Benno Buhlmann: Gewässerschutz und Transport gefährlicher Güter. Risikoanalyse für die Nationalstrassen des Kantons Uri. Schweizer Ingenieur und Architekt nr. 46 1991
- [6] HTTA short report: Highway drainage. The journal of institution of highways and transportation. January 1988
- [7] Niemczynowicz, J., Hogaland, W., Wahlman, T. Konsekvensanalys av enhetsöverbyggnad. Exempel från Glasberget i Mölndal. Vatten 41 (1985), nr. 4, s. 250 – 258
- [8] Standards and specifications for infiltration practices: Porous asphalt pavement. Maryland department of natural resources, water resources administration. Stormwater management
- [9] Untersuchung über die Beschaffenheit von Strassenoberflächenwasser in abhängigkeit der Luftverschmutzung an der Bab A 81. Institut für Siedlungswasserbau, Wassergute und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart, März 1979
- [10] Miljøbyen 2005. Miljøverndepartementet, Samferdselsdepartementet, Norges Statsbaner, Statens forurensningstilsyn, Vegdirektoratet, Oslo 1991
- **kap. 6. Sentrumsområde**
- [1] Eirik Bjørn: Overvann i gamle bystrøk. NIF-kurs om Overvannsteknikk og Teknologi 4. – 6. februar 1991
- **VEDLEGG**
- [1] Lokalt omhädertagande av dagvatten – lod. Anvisningar och kommentarer. VAV publikation P46 juni 1983
- [2] Rules and standards. Work Sheet A138 ATY January 1996

1. Dimensjonering

1.1 Generelt

Med lokal overvannshåndtering utnytter vi naturens evne til å ta hånd om overvannet. Dermed introduserer vi også langt flere forhold som påvirker dimensjoneringen enn det som er tilfellet ved et tradisjonelt avløpssystem. I løpet av de siste tiårene er det utviklet forenklete metoder for vurdering og dimensjonering av lokal overvannshåndtering som gir akseptable resultater med hensyn til anleggets funksjon og driftssikkerhet. Det er derfor ingen grunn til å velge tradisjonelle løsninger på grunn av problemene knyttet til dimensjonering.

I planlegging og prosjektering av lokal overvannshåndtering bør en ta utgangspunkt i de naturgitte forholdene og tilrettelegge utbyggingen slik at mulighetene til infiltrasjon og fordrøyning utnyttes i størst mulig grad. Ved hjelp av de enkle dimensjoneringsmetodene kan en så foreta en kontroll av kapasiteten.

For å oppnå størst mulig sikkerhet bør en gjennom utformingen av anleggene legge inn overløp og planlagte flomveger.

2. Dimensjonering ved bruk av regnvelopmetoden

2.1 Generelt

Regnvelopmetoden er en grafisk metode hvor en for nedbørstilfeller med en valgt returperiode, T , og ulike varigheter, sammenligner samlet tilført vannmengde og avtappet (avledet) vannmengde fra anlegget. Differansen mellom tilført og avtappet vannmengde uttrykker den vannmengden som må magasineres i løpet av nedbørstilfellet, eller ledes bort. Ved å framstille dette i et diagram kan en grafisk finne dimensjonerende magasinivolum som vist i figuren i avsnitt 2.4.

2.2 Tilført vannmengde

Hvor stor andel av nedbørsmengdene som renner av fra arealet, A , er avhengig av den gjennomsnitt-

lige avrenningskoeffisienten, ϕ , (rasjonell metode). Det arealet som effektivt bidrar til avrenningen, kalt det reduserte arealet, er da:

$$A_r = \phi A$$

For å beregne tilført vannmengde tar vi utgangspunkt i stedets varighets-/intensitetskurver, og beregner tilført vannmengder, V_T , for nedbørstilfeller med en valgt returperiode T og ulike varigheter, t :

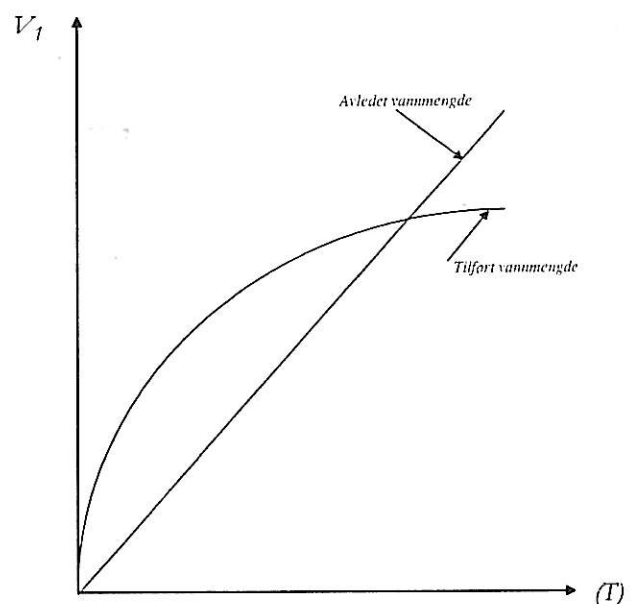
$$\begin{aligned} V_T &= i_T(t) \cdot t \cdot A_r \\ i_T(t) &= \text{nedbørsintensitet for regnvær med} \\ &\quad \text{returperiode } T \text{ og varighet } t \\ t &= \text{nedbørstilfellets varighet} \end{aligned}$$

2.3 Avtappet vannmengde

Avtappet vannmengde, V_a , er avhengig av anleggets fysiske utforming og de lokale grunnforholdene. Beregningen av denne omtales i de følgende avsnittene om infiltrasjon og fordrøyning.

2.4 Bestemmelse av avledet eller magasinert vannmengde

Ved å tegne opp tilført og avtappet vannmengde kan en for nedbørstilfeller med valgt returperiode, T , finne hvor mye vann som maksimalt må ledes bort eller magasineres.



Grafisk framstilling av tilført og avledet vannmengde som funksjon av tiden

3. Infiltrasjon

3.1 Generelt

Vurdering av et arealets infiltrasjonsevne og dimensjonering av nødvendig infiltrasjonsareal, forutsetter at vi kjenner arealets infiltrasjonskapasitet. Den påvirkes av en rekke faktorer som bl.a. vegetasjon, jordart, struktur, helningsforhold m.m. Infiltrasjonskapasiteten kan derfor variere betydelig innenfor et lite område. Det kan derfor være vanskelig å fastsette den uten et omfattende og kostbart måleopplegg.

I det følgende gis det en kortfattet beskrivelse av hvordan en kan foreta en forenklet vurdering av et areals infiltrasjonsevne og dimensjonering. Metodene baserer seg på svenske og tyske anvisninger [1] [2]¹.

3.2 Forenklet metode for vurdering av arealets infiltrasjonsevne

En kan få en indikasjon på om et område kan utnyttes til infiltrasjon av overvann, ved å vurdere de dimensjonerende forholdene ut fra en gitt poengskala [1]¹.

Poengskala for vurdering av flaters infiltrasjonsevne (Alm et al, 1982):

- Grunnvannsnivået ligger minst 0,5 m under overflaten
- Forholdet mellom avrenningsarealet, A_a , og infiltrasjonsarealet, A_i

$A_i \geq 2A_a$	20
$A_a \leq A_i < 2A_a$	10
$0,5 A_a \leq A_i < A_a$	5
- Vegetasjonslagets sammensetning

Høyt innhold av morene/silt	3
Høyt innhold av leire	0
- Grunnforholdene under vegetasjonslaget

Grus/sand	10
Grus/sandig morene	7
Siltig morene, tørr leire	5
Moreneleire, silt	0
- Infiltrasjonsflatens helning

$I \leq 7\%$	5
$7\% < I < 20\%$	3
$I \geq 20\%$	0
- Vegetasjonstype skog, eng

Anlagt grasflate, etablert	3
Anlagt grasflate, nyetablert	0

- Bruksområde

Ubetydelig slitasje	5
Middels slitasje	3
Kraftig slitasje	0

De dimensjonerende faktorene vurderes ved å finne den aktuelle verdien ut fra poengskalaen. De summeres, og en får en grov vurdering av infiltrasjonsmuligheten i området.

Verdier over 30:

- Alt overvann kan infiltreres, og ytterligere overvannssystem er ikke nødvendig for å ta hånd om sommersituasjonen.

Verdier i området 25 til 30:

- Forutsetningene for infiltrasjon er gode. Ved verdier i området 15 til 25 er det nødvendig å drenerer lavpunkter for å hindre oppdemning under kraftige sommerregn.

Ved verdier under 15:

- Arealet betraktes som tett. Det kan likevel være et poeng å lede overvann til arealet for å oppnå fordøyning og rensing.

3.3 Forenklete dimensjoneringsmetoder

For å beregne nødvendig infiltrasjonsareal eller hvor mye vann som infiltrerer, må en vite flatens infiltrasjonskapasitet. Denne kan variere vesentlig innenfor ett og samme område, og det kreves derfor et omfattende måleopplegg for å en sikker kvantifisering. Forenklinger og tilnærmede metoder er derfor som oftest nødvendig. Dersom det foreligger målinger, anbefales at en baserer beregningene på den såkalte 80 %-fraktilen. Det vil si at det skal være 80 % sannsynlighet for at den infiltrasjonskapasiteten som legges til grunn for beregningene, er lik eller lavere enn den virkelige. Avhengig av hvilke data som er tilgjengelige, forslår de svenske normene følgende praksis for fastsettelse av infiltrasjonskapasiteten:

Tilgjengelige data:	Infiltrasjonskapasitet:
Ingen	$f_{skjonn}/3$ (se tabell)
En måling	$f_{malt}/3$
Flere målinger	80 %-fraktil

¹ Se Litteraturreferanse til Vedlegg

Dersom det ikke foreligger målinger, kan tabellen nedenfor brukes til en skjønsmessig vurdering av infiltrasjonskapasiteten.

Jordart	Type	Infiltrasjonskapasitet (mm/h)	
		p = 0,5 ^{*)}	p = 0,8 ^{*)}
Morene	Opprinnelig	47	20
Sand	Opprinnelig	68	32
Silt	Anlagt	27	8
Leire	Anlagt	4	1
Vegata-sjonsjord (> 10 cm)	Anlagt + opprinnelig	25	8

*) p = 0,5 og p = 0,8 står for henholdsvis 50 %- og 80 %-fraktilen av de målte verdiene.

Den vannmengden, V_i , som infiltreres på et infiltrasjonsareal, A_i , i løpet av tiden, t , blir da:

$$V_i = f A_i f$$

f flatens infiltrasjonskapasitet
 A_i infiltrasjonsarealet

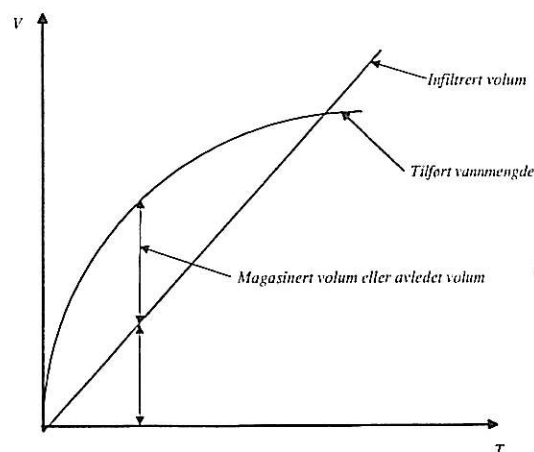
Når en skal beregne belastningen på infiltrasjonsarealet, må en ta høyde for at i tillegg til tilrenningen må det også ta hånd om den nedbøren som faller direkte på infiltrasjonsarealet. Total belastning på arealet blir da:

$$V_T = ((A_i + A_r)/A_i) V_{T(\Delta r)}$$

$V_{T(\Delta r)}$ Tiltført vannmengde fra tilrenningsarealet

Dersom vi i et diagram framstiller belastningen på infiltrasjonsarealet for nedbørstilfeller med valgt returperiode, ulike varigheter og infiltrert vannmengde, kan vi finne:

- Hvor stort infiltrasjonsarealet må være for at alt vann skal infiltrere direkte
- Hvor stor avrenningen blir eller hvor mye som må magasineres, for et gitt infiltrasjonsareale



Tiltført og infiltrert vannmengde for et infiltrasjonsareale som funksjon av tiden

Når en bruker konstant verdi for infiltrasjonskapasiteten som beskrevet foran, tar en ikke hensyn til at infiltrasjonskapasiteten vil være langt høyere i starten når det øvre jordlaget ikke er mettet. Det medfører at de kortvarige og intensive nedbørstilfellene lett overskrider infiltrasjonskapasiteten. Men i praksis vil en ikke ha avrenning fra en vegetasjonsflate ved de kortvarige og intensive nedbørstilfellene om sommeren.

I de tyske normene angis beregningsmetoder basert på Darcy's lov og grunnens permeabilitet i umettet tilstand, som settes til 50 % av permeabiliteten i mettet tilstand [2]¹. Infiltrasjonskapasiteten basert på Darcy's lov:

$$f = k_u I$$

k_u = permeabilitet i umettet sone
 I = hydraulisk gradient

Det antas at:

$$I = 1$$

$$k_u = k_m/2$$

k_m = permeabiliteten for jordarten i mettet tilstand

Permeabilitetsverdier for ulike jordarter i mettet tilstand:

Jordart	Permeabilitet (m/s)
Grus	$10^{-3} - 10^{-1}$
Sand	$10^{-5} - 10^{-2}$
Silt	$10^{-9} - 10^{-5}$
Leire	$< 10^{-9}$
Morene	$10^{-10} - 10^{-6}$

¹ Se Litteraturreferanse til Vedlegg

Nødvendig infiltrasjonsareal (A_i) kan beregnes ut fra følgende formel:

$$A_i = A_r / ((10^7 k_m / (2 i_r(t)) - 1) \text{ (m}^2\text{)})$$

A_i Infiltrasjonsarealet i (m²)

A_r Tilknyttet tett areal i (m²)

k_m Permeabiliteten til grunnen i metta tilstand (m/s)

$i_r(t)$ Regnintensitet i l/s ha med returperiode T og varighet t (tas fra MIs varighets- og intensitetskurve)

Infiltrasjonsarealet beregnes for flere nedbørstilfeller, og dimensjonerende arealbehov kan bestemmes grafisk.

4. Fordrøyning

4.1 Generelt

Dersom en ikke har tilstrekkelig areal tilgjengelig for å infiltrere alt overvann direkte, må en fordrøye avrenningen. Dimensjonerende fordrøyningsvolum bestemmes med de samme metodene som beskrevet for infiltrasjonsarealer, ved å sammenligne tilført vannmengde og avtappet vannmengde fra magasinet for nedbørstilfeller med valgt returperiode og ulike varigheter. Tilført vannmengde beregnes på samme måte som for infiltrasjonsanlegg, se pkt. 2.2.

Avtappingen er avhengig av bassengets oppbygging og kan foregå ved infiltrasjon, perkolasjon, drenering, eller en kombinasjon av disse.

4.2 Avtapping

I det følgende gis det en kort beskrivelse av de forutsetninger som legges til grunn for å beregne avtappingen fra bassenget.

Infiltrasjon

Bassenget tømmes ved infiltrasjon til underliggende grunn. For dimensjonering av fordrøyningsvolumet benyttes de samme forutsetningene som for beregning av infiltrasjonskapasiteten, se pkt. 3.3.

Perkolasjon

Bassenget tømmes ved at vannet strømmer fra bassenget ut i grunnen – perkolasjon. For å beregne

perkolasjonens størrelse gjør de svenske anvisningene følgende forutsetninger:

- Tømningshastigheten beregnes ifølge Darcy's lov:

$$v = k_u I$$

k_u permeabiliteten i umettet sone

I hydraulisk gradient

hvor en setter:

$$I = 1$$

$$k_u = k_m \quad (\text{de tyske retningslinjene forutsetter } k_u = k_m/2)$$

k_m permeabiliteten for jordarten i mettet tilstand

- En antar at magasinbunnen tettes over tid, og forutsetter derfor at perkulasjonen bare skjer gjennom sidene. For å gjøre sidearealet så stort som mulig bør derfor bassengene være lange og smale. (Denne forutsetningen bør en vurdere kritisk i det enkelte tilfellet. For det første er det ikke foretatt en systematisk undersøkelse av berettigelsen for denne forutsetningen. For det andre kan en hindre en tiltetting av bunnen dersom en plasserer gode sandfang med filter på innløpet til bassenget).
- Avtappingen fra bassenget forutsettes konstant og lik avtappingen ved halvfullt magasin.

For et basseng med høyde, h , bredde, b , og lengde, l , gir disse forutsetningene følgende avtappet vannmengde, V_i , som funksjon av tiden, t :

$$V_i = k_m A_i t$$

$$A_i = 2 (l+b) h/2 = (l+b) h$$

Drenering

Dersom grunnen er for tett (lav infiltrasjons- og permeabilitetskapasitet), kan dimensjonerende fordrøyningsvolum bli urimelig stort. For å redusere dette kan det være nødvendig å legge inn en dremsledning i bunnen av bassenget.

En annen grunn til dette tiltaket kan være å sikre at tømningstiden ikke skal bli for lang. Det er viktig å merke seg at beregningene ikke tar hensyn til at bassenget kan være delvis fylt når et regnvær inntreffer. For å redusere sannsynligheten for at dette skal resultere i at overbelastning skjer for ofte, ble det av Paus et al (1974) foreslått at tøm-

ningstiden ikke skulle overstige 4 døgn. Det finnes ingen retningslinjer for maksimal tillatt tømningstid. Men ved dimensjonering bør tømningstiden beregnes, og behovet for drenering av bassenget vurderes.

De svenske retningslinjene gir følgende veiledning i bruk av drensledning:

Grunnforhold	Permeabilitet (m/s)	Behov for drensledning
Grus Grusig sand Grov sand	$k > 5 \times 10^{-4}$	Ikke nødvendig
Mellomsand Finsand	$2 \times 10^{-4} < k < 5 \times 10^{-4}$	Bør vurderes
Morene Morenleire Leire Silt	$k < 2 \times 10^{-4}$	Nødvendig. All tømning av magasinet forutsettes å skje via drensledningen

De svenske anvisningene på dette punktet bygger på at arealbruken og mulig magasin høyde er begrenset. En bør derfor vurdere hva som kan aksepteres i det enkelt tilfellet og hvilke behov dette stiller med hensyn til drensledning.

4.3 Framgangsmåte ved beregning av fordrøyningsvolum og basseng

Følgende framgangsmåte kan benyttes ved beregning av fordrøyningsvolum og bassengstørrelse:

1. Akseptabel frekvens for overbelastning (returperiode T) bestemmes. Normalt velges $T = 2$ år, men hensynet til virkningen av eventuelle oversvømmelser bør være bestemmende.
2. Tilført vannmengde V_T for valgt returperiode og ulike varigheter av nedbørstilfeller beregnes ifølge pkt. 2.2 og framstilles i et diagram.
3. Avtappet vannmengde som funksjon av tiden (t) og bassengets oppbygging, beregnes ifølge pkt. 3.3. Det foretas beregninger for flere magasin størrelser. De tegnes så opp i samme diagram som tilført vannmengde. Ved disse beregningene tar en oftest utgangspunkt i en gitt magasin høyde bestemt ut fra de lokale forholdene. Avtappet vannmengde blir da en funksjon av magasinets lengde og bredde.
4. Dimensjonerende fordrøyningsvolum, netto magasin volum M_n , bestemmes grafisk ut fra

diagrammet ved å måle største avstand mellom tilførsels- og avtappingskurven.

5. Brutto magasin volum M_b bestemmes ved:

$$M_b = \frac{M_n}{n}$$

n magasin fyllingens effektive porøsitet

Jordart (magasinfylling)	Effektiv porøsitet (%)
Steinfylling	30
Singel og pukkk	40
Grus (2 – 10 cm)	30
Naturgrus (usortert)	15 – 25
Sand (0,01 – 2 cm)	25
Morene	0 – 10
Tørrskorpeleire	2 – 5
Leire, silt	0

6. Magasinets form bestemmes ut fra beregnet bruttovolum og valgt høyde. Dersom en forutsetter et langt og smalt basseng, kan vi gjøre følgende tilnærminger for å finne magasinets lengde og bredde:

$$b = M_b / A_i$$

$$l = A_i / h$$

A_i magasinets infiltrasjonsareal, se pkt. 4.2.

Eksempel på beregning av steinmagasin (6)

Et infiltrasjonsanlegg skal bygges for takvann fra et industribygg. Takflaten har et areal (A) på 4 000 m².

For beregning av magasinet legges følgende forutsetninger til grunn:

- Avrenningskoeffisienten for taket settes lik 1
- Grunnen består av finsand med målt permeabilitetskoeffisient $k_m = 10^{-4}$ m/s
- Grunnvannsnivået ligger slik at et magasin med høyde $h = 1,0$ m kan bygges
- Den effektive porøsitet for magasinmassene (steinfyllingen) $n = 30\%$

Følger vi framgangsmåten beskrevet foran, får vi følgende:

1. Oversvømmelse tillates i snitt én gang hvert annet år. Det vil si returperiode $T = 2$ år
2. Vi benytter nedbørsdata for Oslo-området og beregner tilførte vannmengder for nedbørstilfeller med returperiode 2 år og varigheter på fra 0 til 18 timer.

$$V_T = f A i_T(t) t$$

V_T Tilført vannmengde

f Avløpskoeffisienten

A Tillrenningsareal

$i_T(t)$ Nedbørsintensitet for nedbørstilfelle med returperiode T og varighet t

t Nedbørstilfellets varighet

Tilført vannmengde framstilles i et diagram som funksjon av tiden.

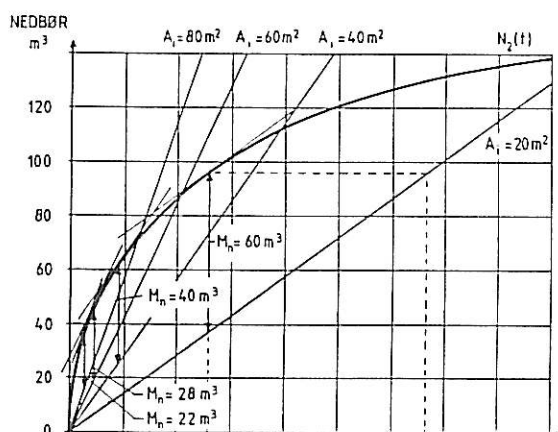
3. Vi beregner avtappet vannmengde som funksjon av tiden og framstiller den i diagrammet sammen med tilført vannmengde. Vi forutsetter at magasinet tømmes kun ved perkolasjon. Magasinet høyde settes ut fra de lokale forholdene lik 1 m. For øvrig benyttes forutsetningen i pkt. 4.2. Dette gir følgende uttrykk for avtappingen:

$$V_i = k_m A_i$$

$A_i = l b h$ magasinets infiltrasjonsareal

Avtappingen beregnes for flere magasin-størrelser og infiltrasjonsareal

4. Nettomagasin M_n for et gitt infiltrasjonsareal finner en av diagrammet som største vertikale avstand mellom tilført vannmengde og avtappet vannmengde.



Tilført vannmengde for nedbørstilfeller med returperiode 2 år (Blindern, Oslo) og avtappet vannmengde for ulike infiltrasjonsareal

Ut fra diagrammet kan vi sette opp følgende tabell:

Infiltrasjonsareal A_i (m ²)	M_n (m ³)	$M_b = M_n / n$ (m ³)	h (m)	$b = Mb/A_i$ (m)	$l = A_i/h$ (m)
20	60	200	1	10	20
40	40	133	1	3,3	40
60	28	93	1	1,6	60
80	22	73	1	0,9	80

I eksemplet anbefales et perkolasjonsmagasin med størrelse $b = 0,9$ m, $h = 1,0$ m, $l = 80$ m ($V = 73$ m³). Dersom det ikke er plass til dette magasinet, anbefales $b = 1,6$, $h = 1,0$ m, $l = 60$ m ($V = 93$ m³).

4.4 Beregninger basert på tyske retningslinjer

I de tyske retningslinjene gis følgende uttrykk for beregning av fordrøyningsvolumet (samme forutsetningene som for dimensjonering av infiltrasjonsflater [2]²):

Åpne basseng (dammer/diker med infiltrasjon til grunnen)

$$M_n = (A_r + A_i) 10^{-7} i_T(t) 60 - A_i t 60 k_m / 2$$

M_n Fordrøyningsvolum (netto magasin-volum) i m³

A_r Redusert avrenningsareal (m²)

A_i Tilgjengelig infiltrasjonsareal (m²)

$i_T(t)$ Regnintensitet (l/s ha) for nedbørstilfellet med varighet t og returperiode T

k_m Permeabilitet (m/s) for mettet tilstand

t Nedbørstilfellets varighet (min)

Følgende forutsetninger er lagt til grunn:

- Magasinet beregnes for regnets varighet.
- Avtappingen fra magasinet forutsettes konstant. Det vil si at vi ser bort fra endringene i vannstandshøyde i magasinet.
- Infiltrasjonskapasiteten til grunnen settes til 50% av grunnens permeabilitet i vannmettet tilstand: $f = k_m / 2$

² Se Litteraturreferanse for Vedlegget

Lukket basseng

I tillegg til forutsetningene omtalt foran, forutsettes det at magasinet tømmes ved perkolasjon og at denne foregår gjennom magasinets bunn og sider. Gjennomsnittlig vannstand settes lik $h/2$, hvor h er høyeste vannstand. Det virksomme infiltrasjonsarealet, A_p , blir da:

$$A_p = l (b + 2h/4) = l (b + h/2) \text{ (m}^2\text{)}$$

b magasinets bredde (m)
 h utnyttbar magasin høyde (m)
 l magasinets lengde (m)

Avtappet vannmengde fra magasinet, V_i , blir da:

$$V_i = (b + h/2) l k_m / 2 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Nødvendig bruttomagasin blir:

$$M = A_r 10^{-7} i_T(t) t 60 - (b + h/2) l t 60 k_m / 2 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Setter vi:

$$M = n b h l, \text{ hvor:}$$

n magasinfyllingens effektive porøsitet
 h maksimal vannstand
 b magasinets bredde
 l magasinets lengde

får vi:

$$l = \frac{A_r 10^{-7} i_T(t) t 60}{n b + (b + h/2) t 60 k_m / 2} \text{ (m)}$$

Lengden, l , kan finnes grafisk ved å sette inn flere verdier for regnintensiteten, $i_T(t)$. Dersom regnintensiteten kan uttrykkes som en funksjon, t , kan dimensjonerende lengde beregnes analytisk. Dimensjonerende regn finner vi ved å sette $dl/dt = 0$.

