

VANN I BY

Utfordringer og muligheter for Veg og VA

NIF-kurs 14 – 15 mai 2002. SAS Royal Hotel Bryggen Bergen



(5) OVERVANNETS BETYDNING FOR PLANLEGGING OG DRIFT AV VA

Sveinn T. Thorolfsson
Institutt for vassbygging, NTNU.
Norges naturteknisk vitenskapelig universitet.
S.P. Andersensvei 5. 7034 Trondheim
E-mail: Sveinn.Thorolfsson@bygg.ntnu.no

5.1 INNLEDNING

"Water belongs in the soil. This principle is supported by the fundamental way of landscapes maintain themselves, and by decades of experience in thousands of documented field installasjons. But it is astonishingly unrecongized in stowmwater management conventions in large areas of the country" (USA), Ferguson (1996/97).

Overvann (drenasjevann) er overflateavrenning fra regn og/eller smeltevann og kommer fra veier og gater, fra veinære områder, gårdsplasser, takflater og så videre. Det ledes av på overflaten, i grøfter, i stikkrenner eller i en ledning. Overvannet føres ofte sammen med spillvannet i såkalt *"fellesystem"* eller i egen overvannsledning der spillvannet går i egen ledning, såkalt *"separatsystemet"*. Overvann karakteriseres av meget stor variabilitet i mengder og konsentrasjoner fra nedbørfelt til nedbørfelt og fra nedbørtilfelle til nedbørtilfele i samme felt. Et variasjonsområde med en faktor på 10 fra regn til regn i samme felt er ikke uvanlig

Det er igjennom arealplanleggingen at grunnlaget for en god overvannshåndtering legges. Dersom man fra et vannvernsynspunkt planlegger feil, vil samfunnet i lang tid måtte leve med problemene og kostnadene som feildisponeringen måtte ha ført med seg, SFT (1978). I et ubebygget område finnes det et naturlig bekkesystem, som avleder overvannet. Når området utbygges forandres dette systemt. Forandringen kan bestå av fra en tilfeldig legging av tette flater til fullstendig erstatning av det naturlig bekkesystemet med et system av lukkede ledninger.

I et urbanisert område blir overvannet normalt avledet i et system bestående av to delsystemer. Det ene er markoverflaten med det naturlige bekkesystemet og det andre er et ledningssystem. Et totalsystem bør bygges opp av: 1) Det naturlige avrenningssystemet *"primærsystemet"* og *"ledingssystemet"*, sekundærsystemet.

Overvannssystemene bør planlegges slik at primærsystemet fortsatt kan avlede overvannet eller temporært tas i bruk uten at skader oppstår når sekundærsystemet overbelastes. Det kan overveies å sløyfe overvannsledninger, når stor del av overvannet kan infiltrere i grunnen eller avledes på overflaten. Sterkt forurenset overvann kan da vurderes tatt inn på spillvannsledningen.

Ved planleggingen av overvannshåndteringen må det tas hensyn til at overvannet er forurenset. Forurensingsgraden avhenge av arealbruk, topografi og klimaforhold. i planfasen må det også tas stilling til hvilket ledningssystem som skal brukes, fellessystem eller separatsystem.

Retningslinjer for planleggingen av overvannshåndteringen kan sammenfattes til:

- 1) Overvann er som alt annet vann, en ressurs som det bør tas vare på.
- 2) Overvannshåndteringen bør planlegges slik, at skadelige grunnvannsenkninger, setninger, flom og forurensinger (F&F) ikke oppstår.
- 3) Overvannhåndteringen skal kunne fungere om vinteren.
- 4) Vannføringen i områdets naturlige vassdrag bør ikke forandres vesentlig.
- 5) Overvann og spillvann skal ikke forurense resipienten.
- 6) Vann er et verdifult element i miljøet.

Alle utslipp må ses i sammenheng på planstadiet. Utslippene kan være overvann, spillvann overløpsvann, tilfeldige forurensinger fra lekkasjer og feilkoplinger, samt ikke-punkt kilde som avrenning fra jordbruk etc.

Dersom det naturlige bekkesystemet kan bli et funksjonelt avledningssystem for overvann, kan dette bli en økonomisk løsning som også er et verdifullt bidrag til nærmiljøet, SFT (1978). Primærsystemet bør benyttes til å avlede overvann i langt større grad enn i dag. Vurderinger av tiltak i primærsystemet kan være:

- 1) I planfasen bør bekker kartlegges mulighetene og kapasitetene disse har som elementer i et overvannssystem vurderes.
- 2) De spesielle forholdene om vinteren må vurderes nøye.
- 3) Bekkelukkinger bør unngås.
- 4) Bekkeskråninger må sikres mot erosjon og ras
- 5) Ved bruk av store tette flater bør disse avledes ut på permeable rabatter for infiltrasjon
- 6) Tette flater bør i størst mulig grad være omgitt av permeable flater.
- 7) Der det er ønskelig å avslutte tette flater med kantstein bør disse ha åpninger slik at overvannet slippes ut på de permeable flatene.
- 8) Permeable flater bør legges slik at man oppnår maksimal infiltrasjon.
- 9) Valg av jordtype og tilsåing bør utføres fra infiltrasjonshensyn.
- 10) Unødig komprimering skal unngås og anleggskjøring ikke tillates i infiltrasjonsområder.
- 11) Snøforholdene og snøsmelteavrenningen vurderes.

5.2 KOPLING TIL ANDRE FAGFELT

Fra midten av 1800 – tallet utviklet det seg i Norge som ellers i Evropa en avløpspraskis der overvannet ble ledet sammen med spillvannet frem til nærmeste resipient. Dermed ble fellessystemet utviklet ved å lede spillvann, drens vann og overvann i samme ledning. Denne utviklingen var ikke alltid planlagt og dimensjoneringsinnsatsen bak leggingen av overvannsførende ledninger var ofte minimal. Når spillvannet som ble ledet til nærmeste bekk førte til uholdbare tilstander ble bekken gjerne igjenlagt ved bruk av store ledninger. Etter andre verdenskrig kom så separatsystemene.

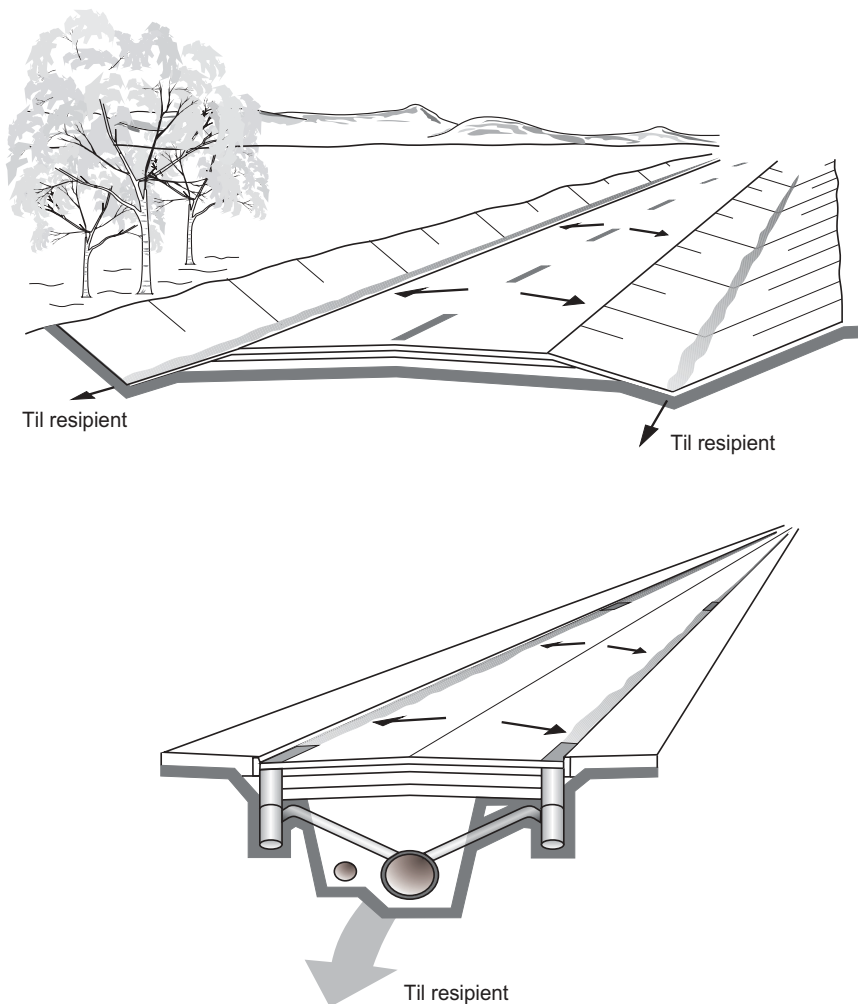
I urbane områder betraktes det som en selvfølge å fjerne overvannet og drenere grunnen. Dette for å unngå skader ved fukt, oversvømmelser og erosjon samt bidra til innbyggernes komfort. Overvannshåndteringen skal sørge for tilfredstillende drenering uten at skader oppstår. Overvannsteknologien er læren om de metoder og teknikker som benyttes i forbindelsen med håndtering av overvann. Her inngår: 1) Hydrologi, 2) hydraulikk, 3) hydrometri, 4) vannkvalitet, 5) geologi/geoteknikk, 6) VA-teknikk, samt arealplanlegging, samfunnsplanlegging, biologi, økologi ofl. Her nevnes: ”Den grønne trenden” og ”økologisk overvannshåndtering”, Thorolfsson (2001).

Overvannshåndtering er et fagfelt som kombinerer tekniske fag, planlegging og naturvitenskapelige fag. Den tidligere overvannspraksisen ved ”å lede overvannet raskt bort i rør” erstattes delvis av ”lokal overvannsdiskonering (LOD) og/eller fordrøyd bortledning sammen med reduksjon av overvannsforurensinger. Disse løsningene må da integreres i i arealplanene og inngå i driftsopplegget for både VA- og planetaten. Et EU-COST C3 prosjekt, ”Vegetation and Urban Civil Engineering” tar sikte på å nærme seg løsning på dette flerfaglige oppgaven, Thorolfsson (1998b).

5.3 OVERVANNSTEKNIKKER

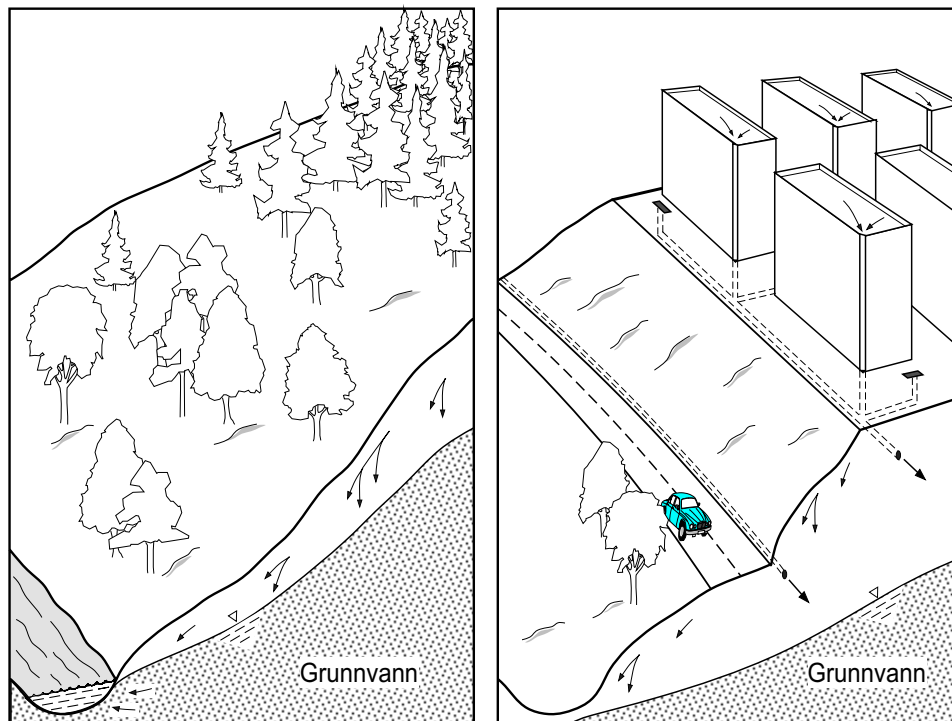
I et ubebygget område er det et naturlig bekkesystem som avleder overvannet. I et urbant område vil som regel overvannet bli ledet i et system som består av to delsystemer; markoverflaten med sitt naturlige bekkesystem og et rørsystem.

Figur 5.1 viser dreneringen av et veianlegg, når det bygges i gjennom landskapet a) og når det senere utvikles til et veianlegg i et bebygde (urbant) område b).



Figur 5.1 Drenering av veier i landlige og bebygde (urbane) strøk (Thorolfsson 2000b)

En mulig utvikling langs og omkring veianlegget er at området utvikles til et byområde. Der fremgår at overvannet (regn- og smeltevann) i området ledes bort i lukkede ledningssystemer på tradisjonell måte, dvs raskest mulig bortledning av overvannet fra området. Overvannet ledes da ofte inn på avløpssystemet i byen og veg- og VA-ingeniørene har fått en felles oppgave, nemlig overvannshåndteringen



Figur 5.2 Vannballansen i et område før og etter utbygging (Thorolfsson 2001)

Når et område utbygges med tette takflater og asfalterte flater (veger og kjørearealer) endres den naturlige avrenningen og vannbalansen kan endres radikalt. En rask bortledning av overvannet medfører ulemper som: 1) Flomtoppene øker slik at de naturlige bekkesystemene kan overbelastes og forurenses, 2) Grunnvannstanden kan senkes og vekstmulighetene forringes og 3) Utbyggingskostnadene kan øke.

Nye overvannsløsninger legger vekt på å forsinke og/eller redusere tilførselen av overvann til avløssystemet ved tilstand som: 1) Infiltrasjon og/eller naturlig fordrøyning, 2) Øket bruk av naturlige vannveier, 3) Mindre bruk av ledninger og avløpstekniske installasjoner til transport av overvannet. Når et utbyggingsområde ligger oppe i et vassdrag er disse betingelsene som regel til stede. Utfordringen ligger i å finne frem til en løsning der prinsippet for bærekraftig utvikling kombinert med akseptable økonomiske og miljømessige kriterier oppfylles.

Denne praksisen var ment å gi gode overflate-miljøer og å gi sikkerhet mot oversvømmelser og erosjon. Motivene bak denne håndtering av overvannet er i hovedtrekk:

1. Veg- og bygningsfundaenter må ofte dreneres for å unngå problemer med telehiving og vanninntrengning i kjellere og underetasjer.
2. Oppstuvning av vann på veier og gater medfører ulemper for gående og kjørende.
3. Sammenlignet med åpne grøfter og bekker, eliminerer lukkede overvannsledninger all risiko for erosjon, ras, flomskader og drukningsulykker.
4. åpne bekker i tettbygde strøk forårsaker ofte flomskader ved kryssing av veier når løp og inntak gjentettes.

Denne overvannshåndteringen løser de umiddelbare dreneringsproblemerne, men den kan føre til økologiske, forurensingsmessige, tekniske og økonomiske problemer.

Som det fremgår av figur 5.2 har de tette takene og asfalterte plasser endret den naturlige avrenningen og den naturlige vannbalansen er radikalt endret. Den raske bortledning av overvannet har ført til:

- 1) Den naturlige bekken har forsvunnet.
- 2) Grunnvannstanden har sunket og vekstmulighetene er forringet
- 3) Flomtoppene har økt slik at naturlige bekkesystemer og ledningsanlegg nedstrøms kan overbelastes
- 4) Økt erosjon pga økt vannhastighet
- 5) Utslipp og spredning av overvannsforurensinger (tungmetaller og miljøgifter mm).
- 6) Utbyggingskostnadene vil ofte øke.

De negative virkningene av denne overvanns praksisen har fått oppmerksomhet. Det er kommet økte kunnskaper om virkningene i resipientene og nye overvannsløsninger er nå tilgjengelige. Den tidligere praksisen har ofte ført til:

1. Ofte kostbare ledningsanlegg
2. Senkning av grunnvannstanden og skader på vegetasjon og bygningskonstruksjoner.
3. Utslipp av overvannsforurensinger

En fremtidsrettet og bærekraftig overvannshåndtering baseres på å fordrøye og redusere, ”infiltrere”, overvannet og å unngå at overvannet blir forurenset.

Lokal håndtering av overvannet (Lokal overvannshåndtering, LOH) kan være en metode å oppnå det på. LOH kan oppnås gjennom følgende tiltak:

1. Taknedløp bør ikke koples til ledningsnett.
2. Eksisterende taknedløp frakoples ledningsnett og ledes fortrinnsvis ut på permeable flater, som gressflater etc.
3. Kantstein anlegges ikke langs kjørearealer. Eksisterende kantstein fjernes
4. Grøfter erstatter rennestein.
5. Sluk kobles ikke direkte til ledningsnett. Eksisterende sluk frakoples.
6. Antall sluk reduseres.
7. Bruk av ”porøs asfalt” i steden for tett asfalt på gang-, sykkel- og kjørearealer
8. Bruk av ”ikke-tett belegg” der det er mulig som brostein, betongkassetter etc.
9. Egne fordrøynings- eller infiltrasjonsanlegg bygges for området

LOH er nå påbudt i mange land som Norge sammenligner seg med, som USA, Canada, Japan, Australia og i Evropa.

Frem til nå har ikke bærekraftig overvannshåndtering vært prioritert i Norge. EU’s vanddirektiv og andre krav, også LA21 (Lokal Agenda 21) gjelder i Norge. Det vil høgst sannsynlig resultere i overvanns praksis i Norge.

5.4 SPESIELLE AVRENNINGSFORHOLD I KALT KLIMA

De spesielle forholdene i Norge med kalt klima skaper spesielle forhold i overvannshåndteringen Thorolfsson (2001a). Om vinteren er Norge dekket med snø og overvannsavrenningen påvirkes om vinteren fordi:

- 1) Telen går i bakken.
- 2) Sluk og inntak fryser – blokkeres
- 3) Snøen akkumuleres på bakken
- 4) Snøen brøytes, evt smeltes
- 5) Snøen mottar forurensinger fra omgivelsene
- 6) Det regner på snøen og snøen mettes
- 7) Snøen smelter, med eller uten regn-på-snø
- 8) Smeltevannet renner av.

Regn-på-snø hendelser gir ofte oversvømmelser og store overløpsutslipp. Overvannets skaper jevnlig stressede driftssituasjoner om vinteren, der avløpssystemene, både primær- og sekundærsystemet overbelastes og oversvømmelser oppstår som i Klæbuveien i Trondheim 5. februar 1999. Da rant overvannet (regn og smeltevann) ned fra Høgskoleplatået og ned i Klæbuveien og inn i kjellerne. Overvannet fant ikke vegen ut av området på overflate. Det ikke var planlagte flomveger ut av området. I boligblokken på bildet stod vannet i kjelleren en meter opp på veggen. I ledningsnettlet ble overvannet blandet med spillvannet så en blanding av kloakkvann og overvann befant seg i kjelleren. Skadegivende flomsituasjoner oppsto også 31. januar og 15. februar, 1999 (Thorolfsson og Matheussen 2001)



Figur 5.3 Klæbuveien Trondheim 5. februar 1999
(Foto: Ivar Mølsknes. Adresseavisen 5.2.1999)

Urban avrenning i Norge over hele året kan beskrives slik:

- | | |
|---------------------|---|
| 1. Sommersituasjon: | Intense byger på tørr og tett overflate. Liten avrenning fra semipermeable og permeable flater. |
| 2. Høstsituasjon: | Langvarig regn på våt mark. Betydelig avrenning fra permeable flater. Høy grunnvannstand. |
| 3. Vintersituasjon | Regn-på-snø og frossen mark. Avrenning fra tette flater og betydelig avrenning fra semipermeable og permeable flater. |
| 4. Vårsituasjon | Snøsmelting, avrenning fra alle typer flater. Høy grunnvannstand |

Alle avrenningsituasjoner må kunne simuleres og analyseres

5.5 UTSLIPP AV OVERVANNRELATERTE FORURENSINGER

Overvannsforurensingene er kommet i fokus og anlegg for redusering av overvannsforurensinger bygges. Tabellen nedenfor oppgir konsentrasjoner i overvann med variasjonsområde sammenlignet med innløpsvann til renseanlegg (SFT 1995).

Parameter	Overvann (middel)	Overvann (variasjon)	Innløpsvann renseanlegg (middel)	Innløpsvann renseanlegg (variasjon)	Kjemisk rensing (middel)	Kjemisk rensing (variasjon)
KOF (mg/l)	65	5-100	440	220-720	80	20-140
BOF (mg/l)	14	8-30	180	16-330	40	10-70
Tot-P (mg/l)	0,3	0,1-0,76	7	2,9-11,4	0,3	0,12-1,3
Tot-N (mg/l)	2	1,3-3,6	25	10-44	20	7-35
NH4-N (mg/l)	0,7	0,2-1,5	15	5-29	7	1-19
SS (mg/l)	200	30-1750	320	85-850	8	2-85
Cd (µg/l)	1	0,5-3	5	0,5-10	<0,1	<0,1-0,2
Pb (µg/l)	200	0,5-840	20	6-400	<1	<1-4
Hg (µg/l)	0,1	0,1-0,2	0,3	0,1-0,7	<0,1	<0,1
Cu (µg/l)	100	1,5-1.330	100	48-300	7	<5-32
Ni (µg/l)	300	5-850	30	9-40	8	5-13
Zn (µg/l)	300	5-850	180	130-1.650	30	7-59
Cr (µg/l)	-	-	7	3-9	1	0,6-2
PAH (µg/l)	4	1-40	0,7	0,03-5	-	-

”Lite-forurenset overvann (LFO)” (takvann, overvann fra gårdsplasser, lite trafikkerte parkeringsplasser etc) bør ikke blandes med ”sterkt-forurenset overvann (SFO)” (fra sterkt trafikkerte og forurensete kjørearealer etc) bør samles opp og renses. ”Sandsli-systemet” som er utviklet i Bergen tar vare på disse kriteriene (Thorolfsson 1998). I det blå-grønne konseptet søkes overvannshåndteringen integrert i arealplanen, der overvannet betraktes som en del av landskapet og som en positiv ressurs som det tas vare på.

Flommer og erosjon forårsaket av overvannet er et økende problem som krever større ressurser. Denne komplekse opptreden av overvannet krever integrerte løsninger der aspektet med overvann som ressurs og problem løses mest mulig samtidig. Prinsipielt kan det hevdes at alle tiltak, både konstruktive og ikke-konstruktive, som bidrar til å hindre at overvannsavrenning oppstår, vil bidra positivt mht både ressurs- og problemspektet.

Disse utslippene stammer både fra rene overvannsledninger og overløpsutslip, samt direkte overflateavrenning (diffus avrenning).

I forhold til kloakkvannet, inneholder overvannet lave konsentrasjoner av næringsstoffer, men høye konsentrasjoner av tungmetaller og organiske mikroforurensinger som PAH etc. Dette gjelder særlig overvann fra vei- og trafikkarealer, som kan føre til skader i sårbare resipienter. Det kan ofte være hensiktsmessig å behandle overvannet lokalt isteden for å bruke fellessystem i tettstedre og byer (SFT 1995).

Høye konsentrasjoner kan ventes ved:

1. I sterkt urbaniserte områder
2. Etter lange tørkeperioder
3. Tidlig i et regnskyll (første utspyling)
4. I områder med anleggsvirksomhet
5. I smeltevann fra gammel snø fra veiarealer.

Ved overgang til piggfrie dekk vil større mengder sand og grus, evt. også koksalt, bli brukt i vintervegvedlikeholdet. Stor andel av disse stoffene vil føres med overvannet til avløpsystemet og finne veien til resipientene.

Årlige mengder forurensinger som går til urbane resipienter i Norge er ennå ikke tallfestet med sikkerhet. Et eksempel fra Risvollan Urbanhydrologiske feltlaboratorium tas: Hvert sommer kjøres bort ca. 750 kg med suspendert materiale fra målekanalen for overvannet. Det utgår ca. 37.5 kg/ha.

Bildet viser forurensinger i urban snø i Risvollanfeltet i Trondheim.



Figur 5.4 Forurensinger i urban snø i Risvollanfeltet i Trondheim

Høye forurensingskonsentrasjoner kan ventes under følgende forhold:

- 1) I sterkt trafikerte områder
- 2) Tidlig i regnskyll.
- 3) Ved høge regnintensiteter
- 4) Etter lange tørke periode
- 5) I områder med anleggsvirksomhet
- 6) I smeltevann fra gammel snø fra veiarealer.

Påvirkningen er stedsavhengig. Den viktigste skadevirkningen er giftvirkning i vannet. Forurensingen i overvannet kan være betydelig, og kan ha negativ effekt på sårbare resipienter. Overløpsutslipp fra fellessystemer er også et stort problem som kan reduseres gjennom planlegging og driftsinnsats. Dette har jeg drøftet i innledningsforedraget, avsnitt 2.4 overløpsutslipp.

5.6 TILTAK FOR Å REDUSERE FORURENSINGSVIRKNINGENE.

De fleste forurensingskomponentene i overvann er partikulært bundet, slik at behandlingsanlegg som fjerner partikler også vil fjerne det aller meste av forurensingene, bortsett fra forfor og nitrogen.

Følgende lokale behandlingsmetoder kan være aktuelle ved for forurenset overvann:

- 1) Overvannsdammer, 2) Infiltrasjonsmagasin, 3) Infiltrasjon i grønne områder,
- 4) Gresskledte åpne grøfter, 5) Perkolasjonsmagasin (f.eks nedgravde "steinkister"),
- 6) Perkolasjonsgrøfter, 7) Kunstige våtmarker, 8) Naturlige våtmarker, 9) Rotsoneanlegg;
- 10) Fordrøyningsmagasin, 11) Oljeavskillere etc.

Disse anleggene og tiltakene bør implementeres i planene på et tidlig stadium og hvilket anlegg som skal velges, vil avhenge av lokale forhold, topografi, geologi og geografisk lokalisering og klima. I kaldt klima må de spesielle forholdene om vinteren vurderes.

Et eksempel på tiltak er hentet fra byen Seattle i USA. Her blir overvannet fra en parkeringsplass ved et stort kjøpesenter ledet via en åpning i kantsteinen ut på en gresskledt senkning i rabatten og infiltrert. Forurensingene i overvannet filtreres i gressmatten og slammet blir igjen. Renset overskuddsvann renner helt bort til sluket og går inn på ledningsnett, Thorolfsson (1998d)



Foto: Sveinn T. Thorolfsson. Seattle i April 1997

5.5 Håndtering av overvannet fra en parkeringsplass i University district. Seattle. USA

5.7 AVSLUTNING

Overvann er som alt annet vann en ressurs som må tas vare på. Optimal overvannshåndtering legges igjennom arealplanleggingen og en flerfaglig prosess. Overvannshåndteringen skal ikke forringe av miljøet. Ved valg av tekniske løsninger bør prinsippet om bærekraftig utvikling følges.

Overvannet er forurenset og må behandles deretter. Et overordnet prinsipp bør være ikke å blande forskjellige typer avløpsvann, feks overvann og spillvann. Lite-forurenset overvann (LFO) og sterkt forurenset overvann (SFO) bør ikke blandes hvis mulig. Lite forurenset overvann bør disponeres nært kilden, gjerne ved infiltrasjon, mens sterkt forurenset overvann bør samles opp og renses. Man vet at overvannsfurensinger fra veianlegg kan være skadelige for omgivelsene.

De spesielle avrenningsforholdene om vinteren må gis større oppmerksomhet. Spesielle metoder og løsninger må utvikles til bruk i urban avrenning i kalt klima. .

5.7 REFERANSER

- Fergusson B. K. (1998). Introduction to Stormwater – Concept, Purpose, Design.
- Ferguson B.K. (1995/96): Preventing the Problems of Urban Runoff. Renewable Resources Journal. Pp 14 – 18. Winter 1995-96.
- Maksimovic C. Chief Editor. (2000): “Urban Drainage in Specific Climates” Volume II. Urban Drainage in Cold Climates. Editors, S. Sægrov, J. Milina and S. T. Thorolfsson. IHP-V | Technical Document in Hydrology | No. 40, Vol. 11 UNESCO, Paris 2000.
- SFT (1978): Retningslinjer for håndtering av overvann. TA531.
- Rowney A. C., Stahre P. And Roesner L. (1998). Sustaining Urban Water Resources in the 21st Century: Proceedings of the conference on: Urban Water Resources in the 21st Century. September 7-12, 1997. Malmö, Sweden. ISBN 0-7844-0424-0
- Statens forurensningstilsyn, SFT (1982): Veiledning ved infiltrasjon av overvann – metoder og tekniske løsninger. TA 568. Oslo 1982.
- Statens forurensningstilsyn, SFT (1978): *Retningslinjer for håndtering av overvann*. TA 531. Oslo 1978.
- SFT (1995). Kommunal avløpsanlegg. Overvannsutslipp. TA-1249/1995. ISSN 0806-4008.
- Statens vegvesen (1997). Vegavrenning – Aktuell miljøforskning. MISA 97/08.
- Thorolfsson S. T. (2000a). *Specific problems in Urban Drainage in Cold Climate*. Ch5 in “Urban Drainage in Specific Climates” Chief Editor C. Maksimovic, Volume II. Urban Drainage in Cold Climates. Editors, S. Sægrov, J. Milina and S. T. Thorolfsson. IHP-V | Technical Document in Hydrology | No. 40, Vol. 11 UNESCO, Paris 2000
- Thorolfsson S. T. (2000b). *VA-systemer VK*. Del IV. Overvannshåndtering. Insittutt for vassbygging. NTNU
- Thorolfsson S. T and Brandt Jon (1996). The Influence of Snow melt on urban runoff in Norway. Proceedings of 7th International Conference on Storm Drainage. Hannover Germany. 9-13 September 1996. pp 133- 138. ISBN 3-00-000860-8.
- Thorolfsson, S. T. (2002). *SPECIFIC PROBLEMS IN URBAN RUNOFF THROUGH THE WINTER IN AREAS AROUND THE NORTH ATLANTIC*. Department of Hydraulic & Environmental Engineering, The Norwegian University of Science and Technology (NTNU). To be presented at: NCH-2002. 4-8 August Røros. Norway.
- Thorolfsson, S. T. (2002): *Miljøutfordringer – Separasjon av drenasjevann*. NIF-Vegdrift 2002 – Kurs i vinterdrift. NIF-kurs, 6-7 mars 2002, Rica Hotel, Hell, Norge.

- Thorolfsson, S. T. (2001a). *Utfordringer mht urban avrenning i Norge. Flommer, forurensing og bærekraft.* NORVAR/NHR (2001): Seminar om: ”Overvannsteknologi i Norge – Nye utfordringer. Gardermoen 8. oktober 2001.
http://www.hydrologiraadet.no/overvannsteknologi_rapport.htm
- Thorolfsson, S. T. og Matheussen B. M. (2001b). *Flom-Frekvens-kurve for Risvolan – feltet i Trondheim.* Insitutt for vassbygging. NTNU.
- Thorolfsson, S. T. (200c). Fysisk urbanhydrologi med vekt på overvannsteknologi. Kompendium i fag SIB 5030 Urbane vannsystemer. Insitutt for vassbygging. NTNU.
- Thorolfsson, S. T. (2000). OVERVANNSHÅNDTERING – 1) Grunnlag og metoder, 29 Teknisk tiltak. Kompendium i fag 34545 VA-Systemer VK 2000. Insitutt for vassbygging. NTNU.
- Thorolfsson, S. T. (1999): *Stormwater Management in Birkeland Basin, Bergen. Sixteen Years Research and Experiences.* In the Proceeding of “Sustaining Urban Water Resources in the 21st Century”. ASCE. Pp 558 – 571. ISBN 0-7844-0424-0
- Thorolfsson, S. T. (1998a). *New strategies in stormwater-meltwater management in the city of Bergen.* In the Proceedings of NOVATECH98. pp 321-328. 4-6 May, Lyon, France. Volume 2, 1998. ISBN 2-9509337-2-6
- Thorolfsson, S. T. (1998b): *Use of vegetation in stormwater - meltwater management in the city of Bergen. The blue - green concept.* Cost Action C3 - Working Group: Vegetation and Urban Civil Engineering. Osnabruck, Germany 12-13 February, 1998.
- Thorolfsson S. T. (1998c): *Noen Internasjonale og norske erfaringer med TOD (Total overvannsdiskonering).* NIF-kurs – Dagens utfordringer i den kommunale VA – hverdag – Hvor møter vi den. 13 – 14 oktober 1998, Pers hotel, Gol. Norway.
- Thorolfsson S. T. (1998d). En rapport fra en vitenskapelig reise til Canada og USA. (Vancouver – Seattle – Northtorp – Grand Coole Dam – Ellensburgh – Vancouver /Portland – St.Helen – Seattle). 18.6.- 4.7 1998. Institutt for vassbygging NTNU. 1998.