

Implementering av lokale overvannsløsninger

Implementation of local stormwater management

Endre Langeland

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
Institutt for matematiske realfag og teknologi
Masteroppgave 30 stp. 2011



FORORD

Denne masteroppgaven er skrevet som avslutning på en 5-årig masterutdannelse innen vann og miljøteknikk ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) høsten 2011. Oppgavens tema er valgt ut fra egeninteresse rundt lokale overvannsløsninger og den beskjedne utbredelsen denne løsningen har hatt i Norge. Veilederen min har vært professor Oddvar G. Lindholm ved Institutt for matematiske realfag og teknologi, UMB. Jeg ønsker å takke han for god veiledning og hjelp.

Generelt har VA miljøet vist stor grad av velvillighet til å bidra med informasjon og inspirasjon til oppgaven min. Dette er jeg takknemlig for.

Jeg ønsker å takke Trond Andersen, Toril Hofshagen og Elin Riise ved Norsk Vann. Videre ønsker jeg også å takke Kristian Friis ved DANVA og Hans Bäckman ved Svenskt Vatten. Alle for å ha gitt god informasjon om nasjonale situasjoner rundt overvannshåndtering.

Flere kommuner har velvillig bidratt med informasjon. Jeg ønsker å takke Oslo kommune, Bærum kommune, Stavanger kommune, Sandnes kommune, Bergen kommune og Fredrikstad kommune for å ha bidratt til oppgaven min. Særlig ønsker jeg å takke Kjell Harald Kopseng, Svein Håkon Høyvik, Per Bamberg, Knut Vidar Loppen, Cecilie Bråthen og Kari Thingnes, Bjørn Zimmer Jacobsen og Hogne Hjelle. Fra Stockholm kommune ønsker jeg å takke Jens Fagerberg.

I tillegg ønsker jeg å takke Terje Farestveit (KLIF), Erling Holm, Jan Nielsen (København Energi), Stig Motsfelt (SiO), Christen Ræstad, Rainer Stange (Dronninga Landskap), Tone Lindheim (BLARK).

Til sist vil jeg takke familie og kjæreste for god hjelp og støtte.

Alle bilder og figurer er laget selv med mindre annet er oppgitt.

Ås, 10 desember 2011.

Endre Langeland

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning	9
1.1	Utbyggingen av vann og avløpsnett	9
1.2	Klima	10
1.3	Behovet for overvannshåndtering	11
1.4	Lokal overvannsdistribusjon	14
1.5	Bakgrunn for oppgaven	15
1.6	Problemstilling	15
2	Metode	17
2.1	Litteraturstudium	17
2.2	Samtaler	17
2.3	Casestudier	17
2.4	Begrensninger	18
3	Teori	19
3.1	LOD-tiltak	19
3.1.1	Infiltrasjonsløsninger	22
3.1.2	Fordrøyningsløsninger	29
3.2	Regelverk i Norge	31
3.2.1	Relevant regelverk for implementering av LOD	31
3.3	Sverige	37
3.3.1	Plan- og bygningsloven i Sverige	37
3.3.2	Lov om allmänna vattentjänster	37
3.4	Danmark	39
3.4.1	Planloven	39
3.4.2	Miljøbeskyttelsesloven	39
3.4.3	Lov om betalingsregler	40
4	Analyse	41
4.1	Case	41

4.1.1	Sloreåsen og Hallagerbakken	41
4.1.2	Nansenparken	43
4.1.3	Smeaheia	45
4.1.4	Bjølsen	46
4.1.5	Christian Kroghs gate 39-41	48
4.2	LOD i Norge	49
4.2.1	På nasjonalt nivå	49
4.2.2	På lokalt nivå	51
4.3	LOD utenfor Norge	54
4.4	LOD i Skandinavia	55
4.5	Finansiering	61
4.6	Kommunens ansvar ved vannskader	62
4.7	Oppsummerende ulikheter i Skandinavia	63
4.8	muligheter /veien videre	64
5	Konklusjon	67
6	Begrepsavklaring	68
7	Litteraturliste	69

Figurliste

Figur 1: Instalasjon av prefabrikerte rør ved Nasjonalgalleriet i 1925. Ukjent fotograf	9
Figur 2: Urbanisering gir økt avrenning, redusert grunnvannspåfylling, evatranspirasjon og tørrværsavrenning. Tall hentet fra (EPA 2003)	12
Figur 3: Vannføring ved to ulike nedbørs intensiteter (Lindholm 2007)	14
Figur 4: Vannføring på lik intensitet men ulik varighet (Lindholm 2007)	14
Figur 5: Treleddsstrategi (Lindholm et al. 2008).....	14
Figur 6: 1: Våtmark, 2: Permeabelt dekke, 3: Naturlig bekkeløp, 4: Grønne tak, 5-6: Oppsamling av regnvann, 7: Swale (Dickie et al. 2010).....	19
Figur 7: Overvannskostnader fra Tyskland (Daywater 2003)	20
Figur 8: Takvann III: Amis Halldin, (Svenskt Vatten 2011)	22
Figur 9: Swale (Dickie et al. 2010)	23
Figur 10: Tørt infiltrasjonsbasseng.....	24
Figur 11: Infiltrasjonskassett med forsedimentering	25
Figur 12: Infiltrasjonsbrønn med eksterne fordelingsmasser. Etter (Bregulla et al. 2010)	26
Figur 13: Regnbed	26
Figur 14: Regnbed i Trondheim (Foto: NVE)	26
Figur 15: Oppbygning grønt tak. Etter (Rambøll et al. 2009).....	27
Figur 16: Permeabelt dekke	28
Figur 17: Brostein Bjølsen studentby	28
Figur 18: Åpent fordrøyningsbasseng.....	29
Figur 19: Hallagerbakken.....	41
Figur 20: Sloreåsen	41
Figur 21: Oppbygning av grøft (Kopseng 1991)	42
Figur 22 Utforming av Nansenparken Illustrasjon: BJØRBEKK & LINDHEIM	43
Figur 23 Sentralsdammen	43
Figur 24: Overflatevann fra rør.....	44
Figur 25: Biofilter	44
Figur 26: Åpen vannrenne	44
Figur 27: Fordrøyningsdammen ved Smeaheia. Foto: (AMBIO 2008)	45
Figur 28: Oppsamlet overvann. Kart: FINN.NO.....	45
Figur 29: Knust permeabel teglstein	46
Figur 30: Fordrøyningskanal	46
Figur 31 Viser hvilken del av område som håndterer overvannet lokalt. Kart: Finn.no ...	47

Figur 32: Overvann fra takflater som samles i fordrøyningskanal. Kart:Finn.no	47
Figur 33: Overvann fra gateplan som samles i fordrøyningskanal. Kart: Finn.no	47
Figur 34: tilgjengelig informasjon om overvannshåndtering på kommunenes internettsider	52
Figur 35: Vurdering av påvirkningsmulighet (Fredrikstad Kommune 2007).....	54
Figur 36: En del av LOD anlegget i Augustenborg Foto: Miljöförvaltningen Malmö stad	57
Figur 37: Portalsiden til www.LARiDanmark.dk	60

Tabelliste

Tabell 1: Kommende klimaendringers innvirkning på nedbør basert på tall fra (Hanssen- Bauer et al. 2009). Øst 2: Østlandet, Vest 4 = SørVestlandet.	11
Tabell 2: Typiske avløpskoeffisienter fra ulike overflater (Winther et al. 2006).....	12
Tabell 3: Positive effekter ved bruk av lokale løsninger (EPA 2007)	21
Tabell 4: Takareal tilknyttet fordrøyningskanal målt fra kart	47
Tabell 5: Krav for avløpssystem i Danmark for oppstuvning (Spildevandskomiteen 2005)	59

SAMMENDRAG

Vann og avløpssystemer er en av de viktigste infrastrukturen og inngår som en nødvendig del av et velfungerende samfunn. Den økte urbaniseringsgraden skaper stadig større utfordringer knyttet til vannet som faller på overflaten. Andelen naturlige vegetasjonsflater byttes ut til fordel for tette flater som bygninger, asfalt og stein. Dermed reduseres infiltrasjon og tilbakeholdelse av vann lokalt. Dette resulterer i en økt overflateavrenning og mindre vann tilføres bakken lokalt. Et skiftende klima gir endret nedbørmønster og intensitet og forsterker problemet med håndtering av overvann. Mange eksisterende avløpssystemer utsettes jevnlig for belastninger nær tålegrensen. Når kapasiteten overskrides, skapes problemer ved at store mengder overvann strømmer til uønskede steder ofte sammenblandet med spillvann. Ulemper kan være midlertidige som følge av en oversvømt veibane, med påfølgende trafikale problemer, men det kan også gi permanente skader på bygninger, natur og vannressurser. Konvensjonelle systemer baserer seg på å lede overvann mest mulig effektivt bort ved hjelp av rørsystemer. Å utvide denne kapasiteten er krevende og kostbart. Lokal håndtering av overvann bidrar til å løse problemet lokalt og unngå at de store vannmengdene konsentreres i sentrale systemer. Lokale løsninger for overvann kan bli et viktig bidrag for å avlaste nye og eksisterende systemer, samtidig som det bidrar positivt i lokalmiljøet.

Implementeringsprosessen for lokal overvannsdiskonering(LOD) inneholder flere forhold som er nødvendig å ta hensyn til. Oppgaven ser på tilgjengelige teknikker for en lokal håndtering og utfordringer i forbindelse med innføring av slike metoder. Både regelverk og prosesser som foregår på nasjonalt og lokalt nivå, er av interesse her. Situasjonen i Norge blir sammenlignet med prosessen som foregår i Sverige og Danmark, for å kunne dra nytte av erfaringer og løsninger som er brukt der. Informasjon til oppgaven er innhentet ved hjelp av litteratursøk, i tillegg til samtaler i fagmiljøet og vurdering av noen konkrete caser.

Utbyggingen av lokale tiltak har til nå vært begrenset i Norge. Det fremgår flere uklare forhold som det er nødvendig å få klarhet i, for å kunne sørge for en kontinuitet i utbyggingen av lokale tiltak og sikre en god overvannshåndtering i fremtiden.

ABSTRACT

One of the most important infrastructures for a society is water and sewage systems. Increased urbanization leads to several challenges concerning surface water. Natural vegetated areas are being replaced by impermeable surfaces such as buildings and asphalt, which reduces the infiltration rate and the local retention of water. The change in climate gives more intense precipitation and contributes to increase the problem. Several existing drainage systems are often loaded critically. When capacity is exceeded, problems occur due to large amounts of storm flowing to critical areas. This storm water is often mixed with sewage. The problems may be temporary due to flooded roads etc, but it can also cause permanent damage to the buildings, nature or water resources. Conventional systems are constructed to transport storm water efficiently away using pipe systems. Expansions of existing systems are both costly and difficult. Local sustainable drainage systems help solving the problem locally and avoid accumulation of water in pipe systems. Local solutions can act as an important contribution to relieve existing and new systems, and at the same time let the water contribute positively in the local area.

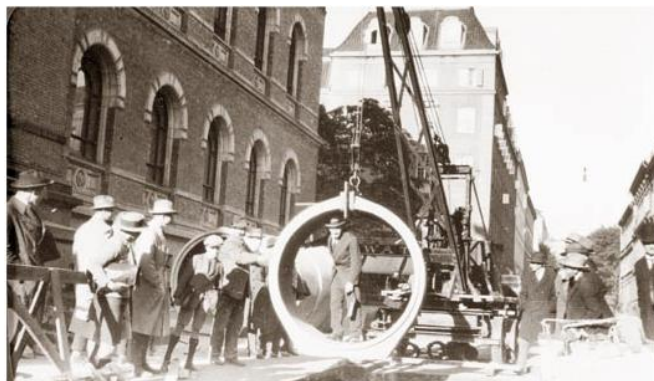
The implementation process for local handling of storm water in Norway contains several issues. This thesis looks at the available techniques for local management and the challenges associated with the introduction of such methods. Both the regulations and processes at national and local levels are important. Experiences from the implementation process in Denmark and Sweden are collected to find useful information for the further implementation process in Norway.

The use of local storm water drainage systems in Norway is so far limited. To speed up the implementation process several unclear issues needs to be figured out to allow continuity in development of local drainage systems and thereby ensuring good storm water management in the future.

1 INNLEDNING

1.1 UTBYGGINGEN AV VANN OG AVLØPSNETTET

I et moderne samfunn blir vann og avløpstjenester sett på som en naturlig del av infrastrukturen og helt nødvendig for å få vår hverdag til å fungere. Så tidlig som på 1600-tallet ble den første vannforsyningen med vann fra Akerselva til sentrum av Oslo laget med trestammer som rørmateriale. Frem mot 1800-tallet ble stadig flere trerørsledninger anlagt for å sikre bedre forsyning og brannsikkerhet. Behovet for vann økte i takt med økt befolkning og stadig flere vannkrevende industrier. Forsyninger ble finansiert av kommunen, innbyggerne og industrien. Frem til 1800-tallet eksisterte det ikke noe samordnet kloakksystem i norske byer. Både overvann og spillvann ble ført ut til nærmeste bekk via rennesteinene eller via åpne og lukkede grøfter. Den stadige utbyggingen av vannforsyning eskalerte problemene med å få ledet vannet bort fra byene. Derfor ble det utover på 1800-tallet bygget flere primitive avløpskanaler i gråstein med plankebunn, og etter hvert mer avanserte tørrmurte gråsteinkloakker for spillvannvann og overvann. Allerede på slutten av 1800 tallet diskuterte Ingeniør Salicath i Oslo innføring av separatsystem for overvann, blant annet for å unngå at kjellere fikk oppstuvning av kloakk ved sterk nedbør. Denne løsningen ble derfor valgt i den lavtliggende delen av Oslo sentrum. På grunn av økende forurensing av havnebassenget i Oslo, ble det første renseanlegget bygget rundt 1910. Videre opp gjennom 1900-tallet har det blitt gjort store utbygginger av VA systemene. (Johansen 2001)



FIGUR 1: INSTALASJON AV PREFABRIKERTE RØR VED NASJONALGALLERIET I1925. UKJENT FOTOGRAF

Byer i Norge har hatt ulike strategier for separate system for overvann og de fleste kommuner har i dag en blanding av fellessystem og separatsystem. I 2010 hadde Norge 36.100 km kommunale avløpsledninger, i tillegg til 15.200 km ledning kun for overvann (SSB 2010). I Norge er 60 % av ledningsnettet for avløp mellom 30 og 70 år gammelt (SSB 2010). Gjenanskaffelsesverdien av dagens VA anlegg i Norge er anslått til å være 500 milliarder NOK (Hofshagen 2011)

1.2 KLIMA

For overvannshåndtering er klima et sentralt tema. FN klimapanel(IPCC) gir i den fjerde klimarapporten, AR4, en vurdering av de menneskeskapte og naturlige endringene i vårt klima. Rapporten konkluderer med at konsentrasjonen av karbondioksid(CO₂), metangass og lystgass har økt dramatisk som resultat av menneskelige aktiviteter etter 1750. Dette er basert på analyser gjort på mange tusen års gamle iskjerner. Forbruk av fossilt brensel og omdefinert bruk av arealer er pekt på som hovedårsaken til de økte konsentrasjoner av karbondioksid. Karbondioksid er den største menneskeskapte klimagassen og har hatt en økning fra 280ppm i førindustriell tid til 379ppm i år 2005. Økende metan og lystgasskonsentrasjoner er knyttet til landbruk. Videre hevder rapporten at de store datamengder som finnes, danner et utvetydig bilde av at det foregår en global oppvarming som er sterkt knyttet opp til menneskelig aktivitet(IPCC 2008)

Norsk meteorologisk institutt og Bjerknessenteret har gjort beregninger for hvordan klimaet vil se ut i Norge i fremtiden. Dette er gjort basert på nedskaleringer av globale klimamodeller ved å bruke empiriske og dynamiske regionale modeller(HIRAM og BCCR). Resultatene fra dette er lagt frem i en rapport fra Norges Offentlige Utredninger(NUO) om klima, og viser generelt en økning av nedbør i Norge, mest på Vestlandet. Særlig høstperioden vil være preget av en økning i nedbøren. NOU-rapporten tar også for seg hvordan nedbøren vil forekomme i fremtiden. Resultatene viser en drastisk økning i antall dager med høye nedbørsverdier og en sterk økning av nedbørsmengden innenfor dagene med mye nedbør(se Tabell 1).

TABELL 1: KOMMENDE KLIMAENDRINGERS INNVIRKNING PÅ NEDBØR BASERT PÅ TALL FRA (HANSSSEN-BAUER ET AL. 2009). ØST 2: ØSTLANDET, VEST 4 = SØRVESTLANDET.

		Endring (%) i ant dager med mye nedbør (1961-1990 til 2071-2100)		Endring (%) i nedbørsmengde på dager med mye nedbør (1961-1990 til 2071-2100)		Endring(%) i nedbørssum (1961-1990 til 2021 -2050)	
		lav	høy	lav	høy	lav	høy
Norge	År	40,6	139,9	7,2	23,1	2,4	14
	Vår	41,6	193,1	5,9	29,1	3,7	20
	Høst	55,9	192,5	9,7	26,4	2,1	16,1
Øst 2	År	34,8	94,8	8	19	3,1	10,3
	Vår	26,3	199,9	6	32,4	2,9	15,5
	Høst	53,7	150,9	9,1	25,6	1	12,5
Vest 4	År	41,3	140,7	8,5	22,9	1,8	18,2
	Vår	4,7	216,4	-2,2	31,5	4,8	17,2
	Høst	77,4	197,5	10,6	27,7	0,3	20,3

Det nordiske forskningsprosjektet Regclim har også gjort analyser ved hjelp av empiriske og dynamiske modeller. I rapporten *Klimaet i Norge om 50 år* anslås en generell nedbørsøkning i Norge med hovedtyngde på Vestlandet og i høstsesongen. I Norge blir en gjennomsnittlig nedbørsøkning om høsten estimert til 17,1 %. For Vestlandet er estimatet for samme periode 23,5 %, noe som utgjør en gjennomsnittlig økning på 1,5 mm/døgn. (Regclim 2000)

1.3 BEHOVET FOR OVERVANNSHÅNDTERING

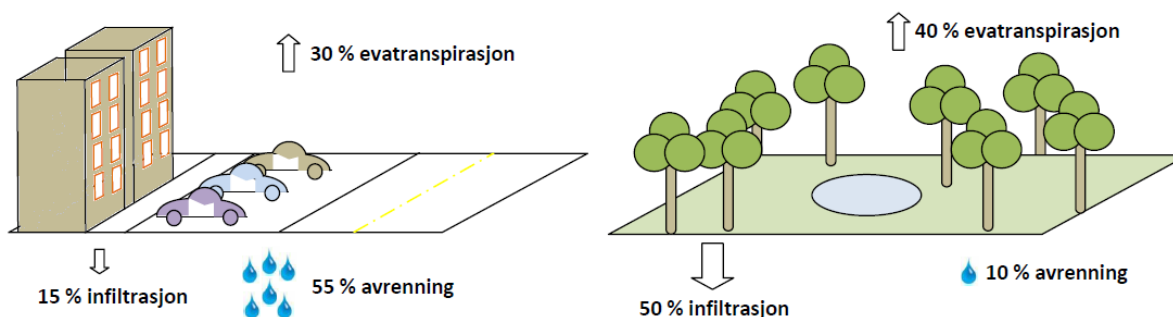
Når områder bebygges, blir overflaten endret. Arealer tilpasses for å gjøre plass til innretninger vi ønsker og områder formes. Som følge av dette blir de hydrologiske egenskapene forandret. For overvann gjør dette seg gjeldende ved at infiltrasjonskapasiteten endres, og at vannet tar nye veier på overflaten. Desto tettere en flate er, jo større andel av vannet blir transportert bort fra underlaget istedenfor å holdes tilbake og infiltreres. En flates tetthet i overvannssammenheng bestemmes gjerne av flatens infiltrasjonskapasitet eller avrenningskoeffisient. Urbane flater som asfalt og betongdekker har en meget høy avrenningskoeffisient i motsetning til vegetasjonsflater som generelt har lav avrenningskoeffisient. Konsentrasjonstiden også blir kortere i urbane felt, noe som fører til at det tar kortere tid før hele feltet bidrar til avrenning. Den økende urbaniseringen, med dertil redusert infiltrasjon og tilbakeholdelse lokalt i nedslagsfeltet, fører til at variasjoner i klima og nedbør kan gi ekstra store urbane

utfordringer. I tillegg har det historisk vært vanlig å foreta lukking av bekker og mindre elver, noe som vanligvis fører til nedsatt hydraulisk kapasitet.

TABELL 2: TYPISKE AVLØPSKOEFFISIENTER FRA ULIKE OVERFLATER (WINTHER ET AL. 2006)

OVERFLATE	AVLØPSKOEFFISIENT
TAKFLATE	1,0-0,9
BETONG OG ASFALTFLATER	1,0-0,8
BROLEGGING MED GRUSFUGER	0,7-0,6
GRUSFLATER OG FORTAU MED GRUS	0,3-0,2
PARKER MED RIK VEGETASJON	0,15
GRESSMARK, HAGER	0,1
FLAT TETTBEVOKST SKOG	0,05

Jo mindre vann som infiltreres, desto mer overflatevann. Med større vannmengder som renner på overflaten, øker også behovet for å ta hånd vannet for å unngå at det samler seg på ugunstige steder, og på den måten eventuelt medfører problemer. Den konvensjonelle metoden for overvannshåndtering i byer er å samle vannet opp i sluk og rør, enten via egne overvannsledninger eller sammen med spillvannet i et fellessystem. Dette stiller store krav til kapasiteten på ledningsnettet for å unngå at problemer og oppstuvninger i utsatte punkt forekommer.



FIGUR 2: URBANISERING GIR ØKT AVRENNING, REDUSERT GRUNNVANNSPÅFYLLING, EVATRANSPIRASJON OG TØRRVÆRSVRENNING. TALL HENTET FRA(EPA 2003)

For å møte de nåværende og kommende utfordringene, er det avgjørende at det eksisterer gode systemer for håndtering av vannet, enten løsningene er basert på konvensjonell overvannshåndtering eller lokal overvannsdiskonering. En utvidelse av rørsystemer som er plassert under bakken, kan være utfordrende siden dette involverer en rekke andre infrastrukturer som vei, elektrisitet, tele, data, vannforsyning, etc. og gjør det til en kostnadskrevenende prosess. Ved å anvende LOD blir overvann tatt hånd om lokalt i størst mulig grad. Dette kan gjøres ved infiltrasjon og tilbakeholdelse lokalt, enten som en selvstendig løsning eller som et supplement til konvensjonelle rørsystemer, for å unngå en overbelastning. Ulike LOD løsninger er omtalt i kapittel 3.1.

Hvordan avrenningen skjer fra urbane felt vil være avhengig av nedbøren. Dette vil variere, men det går likevel an å karakterisere årstidene på følgende måter:

Sommer

Sommeren kjennetegnes av intense regn som fører til avrenning fra overflater direkte knyttet til rørsystemet. Derimot vil overflater som er permeable eller semipermeable, få liten avrenning.

Høst

Regnet kommer ofte som langvarig regn på våte overflater. Dette gir avrenning også fra permeable flater, siden flatene er mettet med vann.

Vinter

I denne årstiden er marken gjerne frosset og det gir avrenning både fra tette og permeable flater. Avrenningen kan også overskride regnvolumet på grunn av snøsmelting.

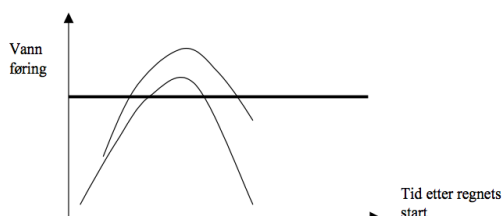
Vår

Marken er ofte mettet og avrenning skjer både fra tette og permeable flater.

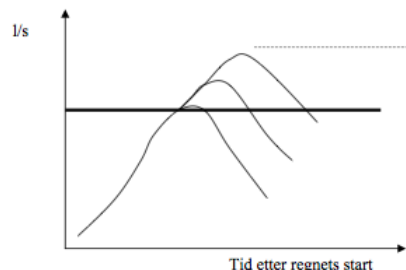
(Lindholm et al. 2008)

Figur 3 viser en eksempelvis effekt av økt regnintensitet i et overvannssystem som allerede er ved tålegrensen. Kapasiteten til systemet angis av den rette linjen. Av interesse er den delen av kurven som overstiger kapasitetslinjen. Intensitet over dette vil komme som en overbelastning av systemet, med mulige påfølgende skader eller overløp. Dette fører til en progressiv virkning av overbelastningen sammenlignet med intensitetsøkningen. Evans fant i studien *Foresight.Future flooding 2080* at en økning av regnintensiteten på 40% ville føre til en flomskadeøkning av bygninger på 130% (Evans et al. 2007). I tillegg er det også et ikke-lineært forhold mellom regnets varighet og

et al. 2007). I tillegg er det også et ikke-lineært forhold mellom regnets varighet og graden av overbelastning på grunnnet økt bidrag fra nedbørsfeltet etter hvert som varigheten øker (Lindholt 2007). Dette er vist i Figur 4. Fortetting og stadig påkobling på eksisterende ledningsnett øker faren for oversvømmelser.



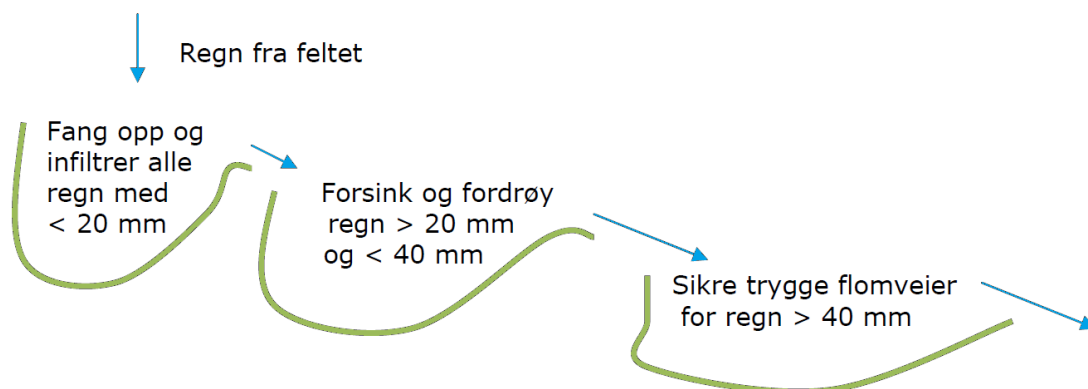
FIGUR 3: VANNFØRING VED TO ULIKE NEDBØRS INTENSITETER (LINDHOLM 2007)



FIGUR 4: VANNFØRING PÅ LIK INTENSITET MEN ULIK VARIGHET (LINDHOLM 2007)

1.4 LOKAL OVERVANNSDISPONERING

LOD er en alternativ metode for å ta hånd om overvann. Denne metoden baserer seg på å disponere overvannet lokalt i størst mulig grad som et alternativ til en sentral oppsamling av vann i sluk og rør, slik det foregår i konvensjonelle systemer. LOD kjennetegnes ved å infiltrere vannet i grunnen lokalt og/eller ved å holde tilbake vannet i en fordrøyningsløsning. LOD-løsninger blir ofte kombinert med konvensjonelle løsninger.



FIGUR 5: TRELEDDSTRATEGI (LINDHOLM ET AL. 2008)

En treleddsstrategi for ulike mengder med nedbør er utviklet og baserer seg på å skille hvordan de ulike regnintensiteter håndteres. Strategien vises i Figur 5. (Lindholm et al. 2008).

1.5 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN

Økende mengder overvann i urbane områder grunnet fortetting og økt regnintensitet har satt lokal overvannsdiskonering i et sterkere fokus de siste 10 årene, som en alternativ eller supplerende metode. Begrepet har eksistert i norsk litteratur siden 70-tallet, men utbredelsen av denne metoden har vært begrenset foreløpig. Dette til tross for at mange ledningsnett opereres på eller over sin tålegrense, og at en påfølgende utvidelse av eksisterende konvensjonelle system er en tung og stor prosess, både økonomisk og organisatorisk. Ved å studere den nåværende situasjonen er målet å få en oversikt over denne metoden og å sammenligne måten LOD brukes i våre naboland Sverige og Danmark. Dette kan være med på å gi mer informasjon og dertil kunne forklare noe av den langsomme utbredelsen metoden har hatt i Norge. Hvordan implementeringen foregår og hvordan udefinerte fremgangsmåter og regler påvirker denne prosessen står sentralt.

1.6 PROBLEMSTILLING

Hvordan skjer implementering av LOD som metode for håndtering av overvann i Norge, og kan erfaringer fra Sverige og Danmark kan hjelpe prosessen videre?

2 METODE

2.1 LITTERATURSTUDIUM

For å kunne kartlegge status for implementeringen av lokale overvannstiltak, er den største delen av informasjon til oppgaven blitt hentet inn ved hjelp av litteraturstudium. Det er brukt et stort utvalg av både nasjonal og internasjonal litteratur som er relevant for både de tekniske løsningene, men også litteratur knyttet til regelgrunnlag og erfaringer med eksisterende anlegg. Litteratur i form av publiserte artikler og veiledninger har blitt mest brukt. Det har vært fokusert på å bruke ny, oppdatert informasjon, siden bruken av LOD er under utvikling.

2.2 SAMTALER

I oppgaven er det foretatt en del samtaler med aktuelle personer i fagmiljøet og personer med relevante erfaringer rundt bruk av lokal overvannshåndtering. Hensikten med samtalene har vært å få en best mulig oversikt over nåværende status og utfordringer som foreligger. Samtalene har foregått på en ustrukturert måte da det før samtalene har vært uklart hvilken informasjon den enkelte kunne bidra med. En del av samtalene har foregått ved personlig møte, noen over telefon og noen som e-post korrespondanse.

2.3 CASESTUDIER

Oppgaven inneholder også casestudier. Alle casene er relativt korte og hovedfokus har vært implementeringsutfordringer, driftsutfordringer og finansiering. Områdene er valgt ut fra tilgjengelige tiltak som i tillegg til å håndtere overvannet lokalt, bidrar med et rekreativt innslag i nærmiljøet. Løsninger som utelukkende består av fordrøyning under bakken, er derfor ikke tatt med her. De undersøkte områdene varierer i størrelse, type og alder. Skriftlig informasjon i tillegg til befaring er brukt i arbeidet med casene.

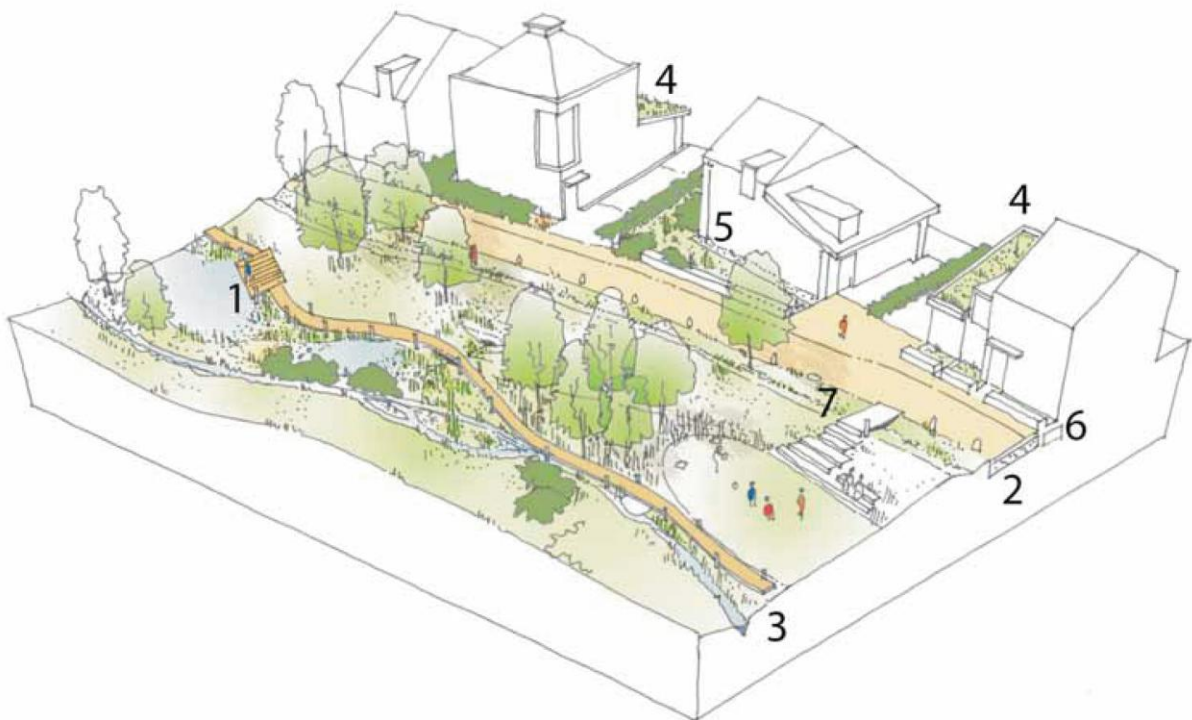
2.4 BEGRENSNINGER

Utfordringer knyttet til overvann er mange og innbefatter en rekke ulike innfallsvinkler. På grunn av oppgavens begrensede omfang er det nødvendig å foreta en del avgrensninger. Kun overvann i en urban setting er undersøkt og derfor typiske byutfordringer. Det er ikke sett på flomproblematikk utover det som har direkte sammenheng til normal overvannshåndtering. Forurensningene som overvannet fører med seg og hvordan renseeffekten til ulike tiltak er, vil ikke bli omtalt.

3 TEORI

3.1 LOD-TILTAK

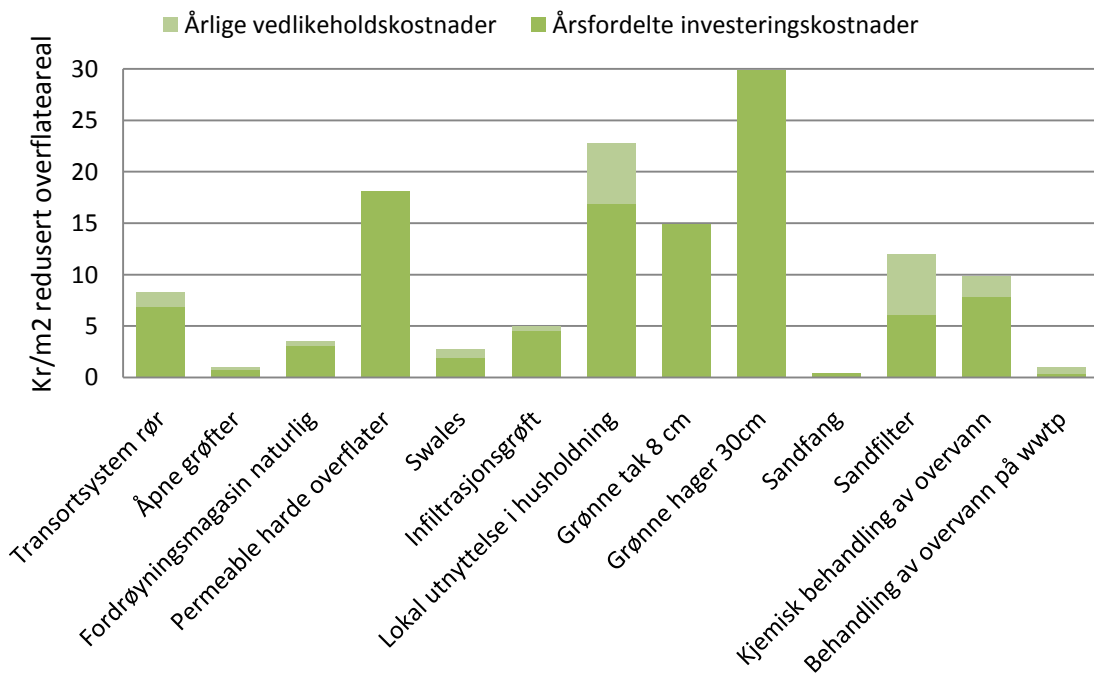
Dette delkapittelet gir en innføring i ulike metoder for lokal overvannsdiskonering og hvordan disse fungerer. Når LOD metoder blir brukt, beholdes en større del av overvannet lokalt. Ved å se på dette vannet som ressurs i stede for et problem, kan dette bidra positivt i lokalmiljøet (Lindholm et al. 2008). LOD kan redusere overvannsproblemer på et tidligere tidspunkt og unngå eskalering nedstrøms i rørsystemet. Et vannunderskudd i porene vil gi en uttørking av grunnmassene og som en konsekvens vil massene trekke seg sammen. Dette kan gi setningsskader på konstruksjoner og i verste fall få overflaten til å kollapse. Desto lengre avstanden til et fuktig jordsmonn er, jo lenger må også røtter fra vegetasjon strekke seg nedover for å oppnå den nødvendige andelen av vann og næring. Dette kan igjen føre til at røtter kommer til skade og ulempe for konstruksjoner og rør som ligger i bakken. Et lavere vanninnhold øker behovet for kunstig vanning fra drikkevannsressursene. Derfor gir en bedre vannbalanse i grunnen også positive økologiske effekter i nærmiljøet i form av et mer naturlig preg. Åpne løsninger kan dessuten bidra til et positivt estetisk element i en urban bebyggelse.



FIGUR 6: 1: VÅTMARK, 2: PERMEABELT DEKKE, 3: NATURLIG BEKKELØP, 4: GRØNNE TAK, 5-6: OPPSAMLING AV REGNVANN, 7: SWALE (DICKIE ET AL. 2010)

Etableringskostnadene for LOD-løsninger er ansett for å være lavere enn for konvensjonelle systemer. Generelt er en besparelse på mellom 20-50 % for infiltrasjonsbassenger kartlagt i Daywater sin rapport om LOD løsninger i Europa (Daywater 2003), men kostnadene varierer og det er ikke nødvendigvis et billigere alternativ. Av Figur 7 fremgår resultater fra en tysk undersøkelse for etableringskostnader og driftskostnader for ulike løsninger. Her er også priser for konvensjonelle overvannsystemer tatt med. (Daywater 2003)

Innsamling av kostnadsdata for LOD-løsninger er et mer omfattende arbeid enn tilsvarende innsamling for konvensjonelle systemer for overvann. Det er flere grunner til dette. En grunn er det ekstra arbeidet med å kartlegge kvantumet av redusert vanntilførsel til ledningsnettet fra hvert enkelt av disse lokale løsningene. En annen er at en rekke ringvirkninger må betraktes for å se helheten. LOD-tiltak inngår delvis som en integrert del av grøntarealer og gir uklare økonomiske forhold både til opparbeidelse, videre vedlikehold og den reelle verdien av tiltaket.



FIGUR 7: OVERVANNSKOSTNADER FRA TYSKLAND (DAYWATER 2003)

Områdespesifikke faktorer spiller i tillegg inn på det økonomiske bilde i større grad enn det som er tilfelle for konvensjonelle systemer. En omfattende undersøkelse av 17 LOD områder i USA, gjennomført av *United States Environmental Protection Agency*, har kommet til en besparelse for LOD anlegg som ligger mellom 15-80 % i forhold til konvensjonelle anlegg, men undersøkelsen viser også at noen få anlegg var dyrere enn konvensjonelle løsninger (EPA 2007).

Ved valg av løsning er det viktig å ta i betraktning hvor mye vann som skal tas hånd om. Jo bedre disse estimatene er, jo lettere er det å velge god løsning med tilstrekkelig kapasitet. Det er viktig å ta hensyn til nedbørens intensitet og varighet. De stedsspesifikke forhold er også av stor betydning. I klima med snøsmelting må smeltevann medregnes. For å unngå uønskede konsekvenser når et systems kapasitet overskrides, er det nødvendig at vannet blir overført til et annet egnet tiltak med ledig kapasitet, eller eventuelt til en flomvei ved ekstreme regn. Hensynet til høydenivå på bebyggelse er ekstra viktig når større deler av vannet skal beholdes lokalt, for å unngå uheldige konsekvenser.

I en vesentlig del av LOD litteraturen blir behovet for gode retningslinjer for fremtidig vedlikehold og driftsrutiner fremhevet. Her skiller løsningene seg klart fra konvensjonelle systemer på grunn av den høye graden av stedsspesifikke forhold og tilpasninger som krever ulik grad av driftsoppsyn og vedlikehold. Ved å ha kartlagt ansvarsforhold tidlig i planprosessen kan mange fremtidige problemer unngås (Daywater 2003).

TABELL 3: POSITIVE EFFEKTER VED BRUK AV LOKALE LØSNINGER (EPA 2007)

POSITIVE EFFEKTER AV LOD LØSNINGER

TILBAKEHOLDELSE AV FORURENSNING
 NATURLIG OPPRETTHOLDELSE AV GRUNNVANNSNIVÅ
 RENSEEFFEKT /REDUSERTE RENSEKOSTNADER
 REDUSERT BELASTNING PÅ RØRSYSTEM
 OPPRETTHOLDELSE AV HABITAT OG MILJØ FOR PLANTE OG DYRELIV
 REDUSERT FARE FOR OVERSVØMMELSER
 ØKT BOLIGVERDI SOM FØLGE AV POSITIVE ESTETISKE OG REKREATIVE OMRÅDER
 MULIG ØKONOMISK VINNING
 FORSTERKET TØRRVÆRSVANNEFØRING

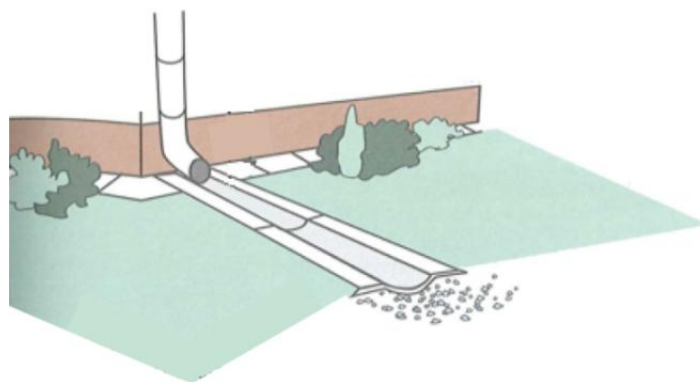
3.1.1 INFILTRASJONSLØSNINGER

Det kan gjøres tiltak på overflaten som øker infiltrasjonskapasiteten ved å endre materialvalg og struktur. Som det fremgår av Tabell 2 er det stor forskjell på avrenningskoeffisientene for ulike materialer. Vegetasjon har typisk en meget høy infiltrasjonskapasitet. Under er ulike infiltrasjonsløsninger presentert. For å kunne bruke denne typen løsninger er det viktig å undersøke infiltrasjonskapasiteten til det aktuelle område før valget foretas. Vannet kan ellers ta andre veier enn forutsatt og dette kan skape både problemer og skader.

Siden infiltrasjonsløsninger er basert på at vann trenger inn og nedover i det aktuelle mediet er det helt essensielt at transportårene holdes åpne over tid og ikke tilstoppes av partikler som transporteres med vannet. Hvor stort partikkelinnhold vannet har, er avhengig av lokale forhold på overflaten, både i form av naturlige forekomster og menneskeskapt elementer. En tilpasset sedimentering er derfor nødvendig for å unngå tilstopping. Dette kan løses som en forsedimentasjon i egen kum, tank eller basseng, eller som løsning integrert i selve infiltrasjonsmekanismen. Grunnet variasjoner i lokale forhold er det mer komplisert å beskrive kapasitet og størrelse til løsningene. Til dette kreves kjennskap til stedsspesifikke infiltrasjonsegenskaper og avrenningskoeffisienter.

INFILTRASJON PÅ GRESSAREAL

En enkel måte for å redusere videreført avløpsmengde er frakobling av takvann. Vannet kan i stedet ledes ut på et gressareal. Gresskledde flater har ofte en god infiltrasjonskapasitet og derfor kapasitet til å motta mer vann enn det som naturlig faller direkte på denne flaten. For å lede vann fra tak ut på gressflate, bør arealet til gressflaten være 1-2 ganger takarealet (Lindholm et al. 2008).



FIGUR 8: TAKVANN ILL:AMIS HALLDIN,(SVENSKT VATTEN 2011)

De første meterne fra taknedløpet bør vannet ledes på et steindekke eller annet ikke-permeabelt dekke for å unngå fuktskader på bygninger og erosjonsskader på overflaten. Samme prinsipp kan også brukes for bortledning av vann fra en parkeringsplass. Dersom gressarealet er begrenset bør en videre vei for vannet planlegges, slik at det ikke får uheldige konsekvenser ved kraftig nedbør. Dette kan for eksempel være et regnbed eller en infiltrasjonskassett.

SWALES/GRESSKLEDEDE FORSENKNINGER

Swales er brede og grunne gressdekkede grøfter som dels infiltrerer og dels transporterer overvannet. En helning på under 3 % bør velges for å unngå erosjon i tillegg bør det permanente grunnvannsspeilet ligge minimum 0,6 meter under overflaten for å oppnå en tilfredsstillende infiltrasjon. Det er vanlig å bruke slike grøfter i forbindelse med boligområder, vei og parkeringsareal i byer. Grøftene er også beregnet på å kunne bli midlertidig dekket med vann. (Daywater 2003)

Grøften kan eventuelt utføres med et ekstra steinmagasin i bunn av grøften dersom avrenningsområdet er stort (Lindholm et al. 2008). Dette gir et ekstra fordrøyningsvolum før vannet infiltreres i grunnen. Swales er en populær metode og fin i kombinasjon med snøoppbevaring så lenge ikke snøen tettpakkes. I vinterhalvåret er det derimot begrenset infiltrasjonskapasitet i denne løsningen (Viklander & Bäckström 2008).



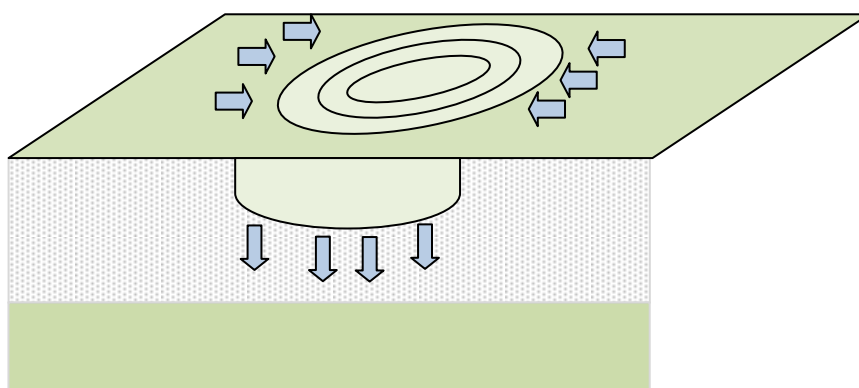
FIGUR 9: SWALE (DICKIE ET AL. 2010)

INFILTRASJONSBRØNN (SOAKAWAYS)

Infiltrasjonsbrønn er antatt å være den mest brukte formen for infiltrasjon av lokalt overvann (Bregulla et al. 2010). Utforming og materialvalg varierer og både sirkulære infiltrasjonsbrønner med steinfylte masser, samt plastkassetter er vanlig. Små enkle anlegg har gjerne en direkte infiltrasjon med en enkel form for sedimentasjon, mens større anlegg har egen forsedimentering (Daywater 2003). Engelske infiltrasjonsbrønner er designet for å kunne ta unna 2 timers regn med 10 års gjentakintervall (15mm/h). Et vanlig designkriterium for infiltrasjonsbrønn er halvert vannmengde innenfor 24 timer etter at brønnen ble fylt. De omkringliggende massene har stor betydning for infiltrasjonskapasiteten og det er viktig å hindre tilstopping av disse ved bruk av filtermateriale, for eksempel en geo-tekstil. Bunn på anleggene har gjerne en utgravingsdybde på 2 til 4 m avhengig av lokale forhold og størrelsen på anlegget. Infiltrasjonskapasiteten i området prøves med en infiltrasjonstest dersom dette ikke er kjent. Figur 12 under viser en vanlig designform. (Bregulla et al. 2010)

INFILTRASJONSBASSENG/INFILTRASJONSDAM

Infiltrasjonsbasseng oppbevarer regnvann i et basseng fylt med enten permeabelt jordsmonn eller sand og med en overdekning av gress eller annen permeabel vegetasjon. Vannet blir videre gradvis infiltrert i grunnen regulert av infiltrasjonskapasiteten til stedlige masser. En del utførelser har i tillegg også en regulert mengde vann videreført til ledningsnett. For å unngå at omkringliggende masser blir tilstoppet, er det vanlig å legge en geotekstilmembran.



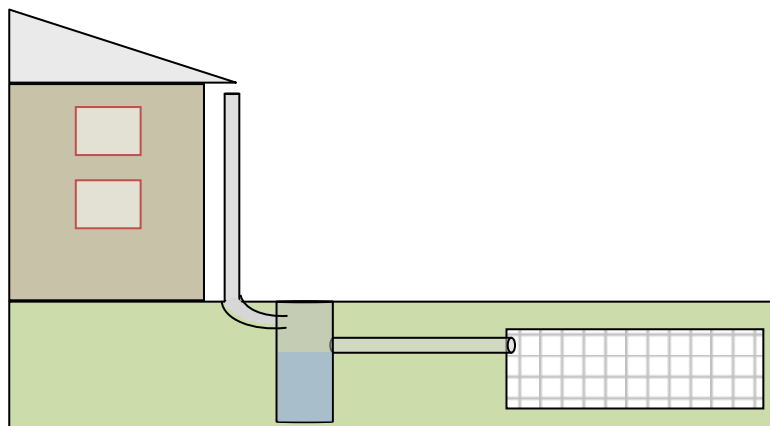
FIGUR 10: TØRT INFILTRASJONSBASSENG

Dette muliggjør også et lettere fremtidig filterbytte. Infiltrasjonsbasseng krever stort areal og har derfor noe begrenset bruksområde i en urban sammenheng. For å redusere faren for tilstopping er det viktig at tilført avrenningsfelt ikke er for stort. Et avrenningsfelt på 1000 m² er ideelt og det bør høyst være 4000 m². Dette for å redusere faren for sedimenttilstopping. (Bregulla et al. 2010) Det bør være minimum 200 mm mellom høyeste grunnvannstand og bunn i bassenget og infiltrasjonskapasiteten må ikke være mindre enn 15mm/h. (Daywater 2003)

INFILTRASJONSKASSETTER/LUKKEDE INFILTRASJONSBASSENG

Et infiltrasjonsbasseng er et magasin under jorden for midlertidig opphold for vann som etter hvert infiltreres i grunnen. Disse bygges primært opp ved hjelp av stein med store hulrom, eller ved prefabrikkerte plastkassetter som fås i er rekke størrelser og varianter. Magasinene beskyttes av en fiberduk for å unngå tilstoppelse. Det er også her viktig med en forsedimentering for å hindre tilstopping. Det kan også legges interne rørforbindelser i magasinet for å få til en bedre fordeling av vannet.

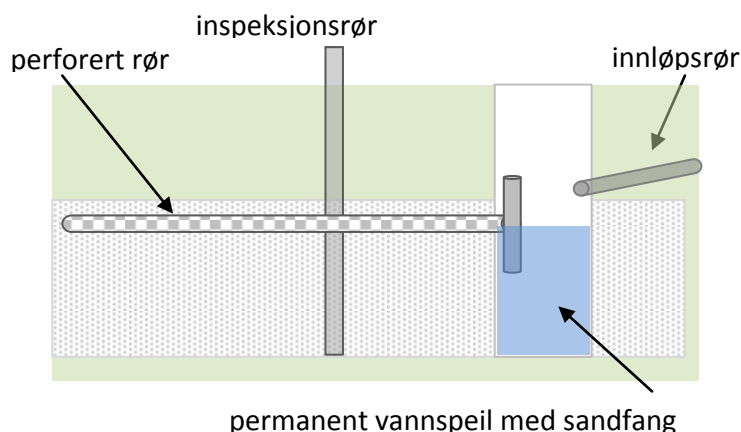
Den største fordelen med plastkassetter er det store porevolumet som oppnås per m³. I tillegg er slike systemer lette å arbeide med. Løsningen brukes mye i kombinasjon med andre lokale løsninger. (EPA 2007)



FIGUR 11:INFILTRASJONSKASSETT MED FORSEDIMENTERING

INFILTRASJONGRØFT

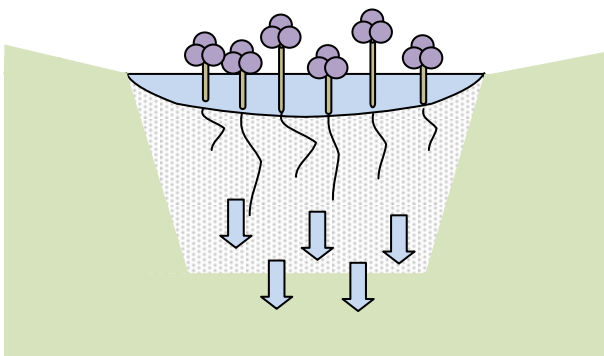
Infiltrasjonsgrøfter har samme type oppbygning som infiltrasjonsbrønner, men har en mer avlang form. Grøftene krever mindre infiltrasjonsvolum for samme vannmengde, men til gjengjeld er disse lengre og trenger større tilgjengelig overflateareal. Av den grunn har infiltrasjonsgrøftene vært mindre populære enn infiltrasjonsbrønnene. (Daywater 2003)



FIGUR 12: INFILTRASJOSBRØNN MED EKSTERNE FORDELINGSMASSER. ETTER (BREGULLA ET AL. 2010)

REGNBED

Regnbed er en type infiltrasjonsdam, men i en enklere og mindre utførelse. Det består av et bed med blomster som har kapasitet til å holde på regnvann midlertidig. Et regnbed blir gjerne tømt i løpet av 24 timer etter hvert som vannet infiltreres i bakken. Vekstene som beplantes må tåle å stå under vann i en kortere periode. Regnbed er mulig å anvende både til enkeltboligformål og til større områder. Dersom det tilføres vann med veisalt er det viktig at plantene tåler dette. (Rambøll et al. 2009)



FIGUR 13: REGNBED



FIGUR 14: REGNBED I TRONDHEIM (FOTO: NVE)

GRØNNE TAK

Ved å dekke takflater med vegetasjon kan en vesentlig del av nedbøren som faller tas opp. Grønne tak kan anlegges både på nye og eksisterende bygg og bidrar visuelt positivt i bybilde. To hovedkriterier må være oppfylt for å kunne anlegge grønne tak. Takkonstruksjonene må være bygget for å kunne tåle den ekstra belastningen og helningen på taket må ikke være for bratt. (Lindholm et al. 2008) Ved takhelning på mer enn 15-20 % må taket forankres. Anleggingskostnadene er høye, men vedlikeholdskostnadene er moderate og kan ofte utføres av den private eier. (Rambøll et al. 2009)

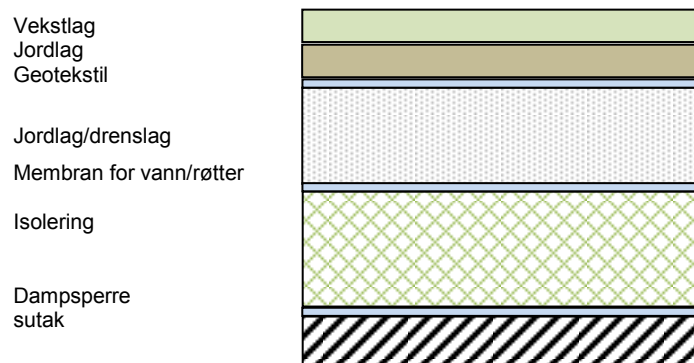
Grønne tak kan deles inn i tre kategorier:

Bepantning med steinurter og moser i et lag på 30 – 80 mm som inneholder et beskyttelseslag og drenslag. I bunn over takkonstruksjonen er i tillegg en vanntett membran. Dette er den mest vanlige formen for grønne tak og den som krever minst av det eksisterende taket.

Bepantning med gress og steinurter. Her består taket av en vanntett membran i bunn, etterfulgt av et tykt vekstmedium på 80-150 mm og et etterfølgende 20-40 mm vekstlag.

Den siste kategorien grønne tak er mer omfattende og omhandler takhager som inneholder flere vekster deriblant busker og mindre trær. Kravene til underlag er store på grunn av den omfattende beplantningen på overflaten.

(Rambøll et al. 2009)

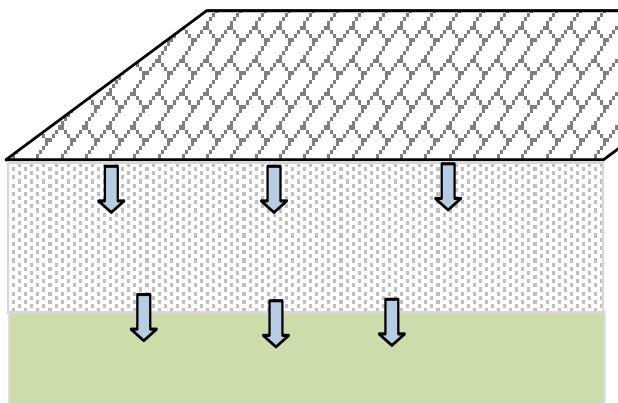


FIGUR 15: OPPBYGNING GRØNT TAK. ETTER (RAMBØLL ET AL. 2009)

Drenslaget er ofte utformet som små minikassetter i plast med stort porevolum som sørger for en effektiv drenering av taket. I mange tilfeller er alternativer til jord brukt for å holde vekten lav. Dette kan for eksempel være mineralull, spesialfilt, eller andre kunststoffer. (Rambøll et al. 2009)

PERMEABLE DEKKER

Permeable dekker er overflater som enten slipper vannet gjennom selve materialet eller mellom elementene. I denne kategorien inngår porøs asfalt, porøse betongtyper, steinsetting, gressarmering og grus. Permeable dekker infiltrerer og tilbakeholder vann og har på grunn av sitt store areal en høy fordampning. Overflatene kan i utgangspunktet brukes til de fleste formål, men for å sikre fremtidig infiltrasjonskapasitet er det nødvendig med et rutinemessig vedlikeholdsfokus. Derfor egner slike flater seg best på områder der det er enkelt å få til et systematisk vedlikehold. Parkeringsplasser og andre åpne plasser er overrepresentert som bruksområde. Fyllmassene til dekket er også av stor betydning for infiltrasjonskapasiteten. Porevolumet til permeable overflater varierer. Forsøk gjort på porøs asfalt viser en infiltrasjonskapasitet på 500 til 700 mm/min for nyetablerte overflater og en infiltrasjonskapasitet på 400 mm/min etter lang tids bruk. På porøse asfaltflater opprettholdes infiltrasjonskapasiteten ved å støvsuge overflaten. Permeable dekker kan også kombineres med kassettsystemer som gir et større magasin for infiltrasjon. Dette kan eventuelt videre kombineres med delvis videreføring av en viss vannmengde. (Daywater 2003)



FIGUR 16: PERMEABELT DEKKE



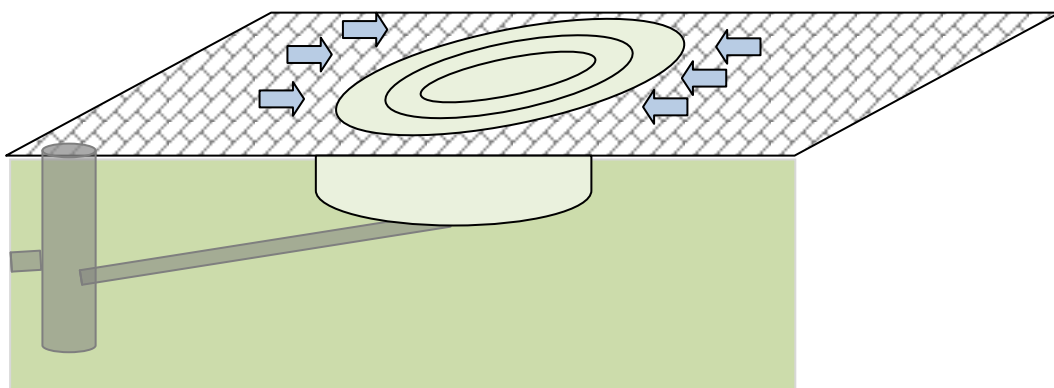
FIGUR 17: BROSTEIN BJØLSEN STUDENTBY

3.1.2 FORDRØYNINGSLØSNINGER

Fordrøye vil si å holde tilbake. Fordrøyningsløsninger tilfører mesteparten av det oppsamlede vannet til ledningsnett eller til annen resipient etter hvert. Et regulert utløp fordeler vannmengdene over en lengre tidsperiode enn i konvensjonelle systemer, gjerne flere dager. Dette avhenger av hvilke regn anlegget er konstruert for å kunne holde tilbake. Fordrøyning er et alternativ til infiltrasjon dersom infiltrasjon ikke er mulig på grunn av at kvaliteten på vannet er for dårlig, eller at infiltrasjon er vanskelig å gjennomføre på grunn av stedspesifikke forhold. Fordrøyningsløsninger brukes også gjerne i kombinasjon med infiltrasjon der infiltrasjonskapasiteten mm/min er for lav og derfor trenger mer tid til å infiltrere. Hvor hurtig de ulike fordrøyningsløsningene tømmes avhenger av hvordan de lokale kommunekravene er utformet og dimensjoneringen av anlegget. Kravene kommer gjerne som vannvolum per overflate og tid.

OPPSTUVNING PÅ TERRENG

Enkelte områder på både offentlig og privat grunn kan egne seg til å lagre vann for en kortere periode. Dette kan skje ved å lage eller omforme et areal for å tilbakeholde vann åpent på overflaten, som midlertidig fordrøyningsbasseng, gjerne i tillegg til sin primærfunksjon. Dette kan gjøres ved enkle grep som å lede vannet til tiltenkt sted ved hjelp av kantstein og renner, eller ved en mer helhetlig oppbygning. I og med at arealene kan benyttes under normale forhold opptar ikke denne løsningen nødvendigvis noe areal annet enn i nedbørsperioden og kort tid etter. Viktig her er å finne en frekvens som passer og dermed ikke kommer i konflikt med primærformålet. Det vil for eksempel være ugunstig dersom en fotballbane blir fylt med overvann hver gang en regneperiode inntreffer, men det er kanskje mer akseptabelt dersom dette skjer noen få ganger i løpet av et år.



FIGUR 18: ÅPENT FORDRØYNINGSBASENG

Andre steder som kun benyttes på fine dager vil kunne ha en hyppigere fyllingsfrekvens. En slik midlertidig vannmagasineringsanlegg kan lages ved å strupe avløpet fra det aktuelle område tilpasset ønskelig oppholdstid. Det kan også anlegges renner og kanaler på overflaten som i tillegg til å fordrøye vannet er et spennende innslag i bymiljøet. Det er viktig å fokusere på en god utforming som ikke gir hydrauliske eller estetiske problemer.

REGNOPPSAMLING

Regnvann kan enkelt fordrøyes og eventuelt gjenbrukes ved å koble takvannet fra avløpsrøret. Vannet samles da i en egnet tank. Det finnes ulike varianter alt etter om vannet skal gjenbrukes eller ikke. Dersom hensikten kun er å fordrøye, kobles en strupeanordning til avløpet fra tanken som sikrer en konstant lav utsivning. Alternativt beholdes alt vannet i tanken og gjenbrukes som hagevanning eller annet formål som ikke krever særlig høy vannkvalitet. Det finnes en rekke prefabrikkerte løsninger på det nordiske markedet som er tilpasset dette formålet.

FORDRØYNINGSBASSENG UTEN PERMANENT VANNSPEIL

Dette er basseng som er tørre utenom regnperioder. Ved nedbør videreføres en regulert del av vannet til ledningsnett eller annet utløp ved hjelp av en mengderegulator og vannspeilet stiger gradvis i bassenget. Et fylt basseng inneholder vann i typisk 1-2 dager etter regnværet. Slike basseng kan utføres med gresskledd overflate eller med en hard overflate som for eksempel betong eller asfalt. Ved gresskledd basseng kan det med fordel legges stein rundt avløpet for å minske tilstopping og dermed redusere vedlikeholdet. (Daywater 2003)

FORDRØYNINGSDAMMER MED PERMANENT VANNSPEIL

Dette er dammer med et permanent vannspeil i tillegg til tett bunn og sider. Dammen er utstyrt med et utløp som sikrer permanent vannspeil. Bare en regulert vannstrøm blir ført videre til avløpsledning eller annet utløp. For at dammen skal fungere som forutsatt er det viktig at bunnen er utført med vanntett forsegling, eller at tilsiget er større enn den jevnlig infiltrasjonen og fordampningen. Det er vanlig å bruke leirbunn eller plastmaterialer som forsegling. Renseeffekten i slike dammer er større enn hva som er tilfelle for tørre dammer. Fordrøyningsdammer er gjerne delt inn i to soner. En forsedimenteringssone og en hovedsone med mesteparten av volumet. Vann kan tilføres dammen direkte gjennom overflaten eller ved et tilløpsrør. (Daywater 2003)

KONSTRUERT VÅTMARK

En konstruert våtmark er et magasin med tette sider og bunn som er fylt med jord eller steinmaterialer. I tillegg er våtmarker rik på vegetasjon. Den konstruerte våtmarken er en utgave av fordrøyningsbassenget, men med et mer naturlig preg og biologisk mangfold. Vannivået ligger under normale forhold i nivå med jordoverflaten. (Dickie et al. 2010)

MAGASINER/ MONDULSYSTEMER

Fordrøyning i avstengte basseng kan ta unna store mengder med overvann og finnes i ulike størrelser og materialer. Både plasstøpte betongkonstruksjoner og prefabrikerte løsninger i form av store betongrør, plastrør og plastkassetter er vanlig. De plasstøpte variantene kan være meget store og gjerne inneha mer avanserte styringssystemer for innslipp og utslipp av vann.

3.2 REGELVERK I NORGE

Norge har ingen samlende lov for vann og avløpssektoren til tross for at vann og avløp er en høyst nødvendig og kritisk infrastruktur. Gjeldene regelverk for vann og avløp er fordelt utover mange ulike lover. Lovene knytter seg ofte til ulike departement med dertil ulik myndighet. Som en konsekvens er regelverket fragmentert og uoversiktlig å forholde seg til. Dels fordi det er tidskrevende å holde seg oppdatert i mange ulike lover og dels fordi dette gir motstridende føringer. I tillegg er det mange grunnleggende spørsmål som ikke er tatt hensyn til (Hofshagen 2004). Dette innbefatter også lovgivning rundt overvannsrelaterte spørsmål. Vann i vassdrag styres av en nasjonal vassdragsmyndighet. Norges Vassdrag og Energidirektorat(NVE) har i dag denne rollen. Det finnes ikke en slik nasjonal myndighet for overvann og ansvaret er splittet.

3.2.1 RELEVANT REGELVERK FOR IMPLEMENTERING AV LOD

For å kunne forholde seg til temaet om lokal overvannsdiskonering er det viktig å ha klarhet i hvilke regler og forskrifter som gjelder, hvordan disse fungerer, og hvem som er forvalter. I tillegg til norsk regelverk er også informasjon om tilsvarende svensk og dansk regelverk hentet inn for å gjøre sammenligninger. Kommunens mulighet til å pålegge lokale overvannsløsninger er i hovedsak styrt av plan- og bygningsloven, vannressursloven og forurensningsloven(Jakobsen 2010). Gjennom lokale forskrifter kan dette regelverket brukes for å utforme videre presiseringer.

3.2.1.1 Plan og bygningsloven

Plan og bygningsloven har i følge § 1 til formål å "fremme bærekraftig utvikling til beste for den enkelte, samfunnet og framtidige generasjoner". Det blir påpekt at avledning av grunn og overvann skal være sikret før oppføring av bygning igangsettes. Videre beskriver kapittel 28 krav til byggetomt og ubebygde area. Av særlig interesse i forbindelse med overvannsproblematikk er §28-1 som lyder:

"Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

For grunn som ikke er tilstrekkelig sikker, skal kommunen om nødvendig nedlegge forbud mot opprettelse eller endring av eiendom eller oppføring av byggverk, eller stille særlige krav til byggegrunn, bebyggelse og uteareal.

Departementet kan gi nærmere forskrifter om sikkerhetsnivå og krav til undersøkelser, sikringstiltak for person eller eiendom, dokumentasjon av tiltaket og særskilte sikringstiltak."

Dette gir kommunen rett til med hjemmel i plan og bygningsloven å nedlegge byggeforbud dersom overvannet kan skape fare eller vesentlig ulempe for miljø, natur eller grunn som følge av endringene som gjennomføres. Både opprettelse og endring av eiendom, samt endring av grunn er omfattet her. I følge (Jakobsen) er kommunens ansvar jf. forskrift 22.januar 1997 nr.23 begrenset til å påse at tiltak for å begrense fare eller vesentlig ulempe er tilstrekkelige og at det er tiltakshaver selv som må innhente informasjon for å avgjøre hvilke tiltak som er tilfredsstillende (Jakobsen 2010). Det fremgår videre av §28-2 at arbeid som bygging, riving eller sprengning ikke kan igangsettes uten at nødvendige tiltak er truffet.

3.2.1.2 Vannressursloven

Formålet med vannressursloven er *”å sikre en samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvann”*. For overvanns håndtering er særlig § 7 relevant. I følge forarbeidene er denne paragrafens formål å bevare naturlig hydrologisk kretsløp og på den måten forebygge flom og oversvømmelser. Den lyder:

”Ingen må hindre vannets løp i vassdrag uten hjemmel i denne lov.

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

Forarbeidene sier videre at annet ledd i paragrafen skal bevare muligheten for at nedbør og smeltevann infiltreres istedenfor å renne av på overflaten eller at dette vannet må føres inn i rør. Dette for å redusere faren for flom og gjøre behovet for økt dimensjonering av ledningsnett mindre. Bestemmelsen er i hovedsak tiltenkt tettbebygde strøk og påpeker at tette flater bør unngås. Paragrafen henvender seg både til tiltakshaver og relevante myndigheter, men presiserer at det ikke er et absolutt påbud. Selv om det her ikke er snakk om et absolutt påbud er det forutsatt at paragrafen blir tatt i betraktning når reguleringsplaner og bebyggelsesplaner utarbeides.

Vassdragsmyndigheten kan videre pålegge tiltak for å bedre infiltrasjonen. Dette kan gjøres ved utforming av bebyggelsesplan og reguleringsplan eller i etterkant av dette. Avgjørende er at pålegget kan gjennomføres uten urimelige kostnader. Beregning av denne merkostnaden må ses i sammenheng med både totalkostnadene for tiltaket og isolert sett.(Vannressursloven 2000)

Etter Forskrift om vassdragsmyndigheter går det frem at kommunen skal være vassdragsmyndighet for § 7 i vannressursloven(Forskrift om Forskrift om vassdragsmyndigheter 2000)

3.2.1.3 Forurensningsloven

Forurensningsloven har til formål å verne miljøet mot både eksisterende og kommende forurensning i tillegg til å redusere mengden avfall. På den måten skal man unngå at avfall og forurensninger fører til helseskader eller miljøskader. Forurensningsloven § 22 beskriver krav til utførelse av avløpsanlegg:

”Forurensningsmyndigheten kan i forskrift eller i det enkelte tilfelle fastsette nærmere krav til avløpsledning, herunder om den skal være lukket og vanntett.

Forurensningsmyndigheten kan avgjøre om alt avløpsvann skal ledes i felles ledning eller om det skal kreves særskilte ledninger for ulike typer avløpsvann.

Ved omlegging eller utbedring av avløpsledninger kan forurensningsmyndigheten kreve at eier av tilknyttet stikkledning foretar tilsvarende omlegging eller utbedring. Også ellers kan forurensningsmyndigheten kreve omlegging eller utbedring av stikkledning, når særlige grunner tilsier det.

I utslippstillatelse for avløpsanlegg kan det settes som vilkår at dette innrettes slik at anlegget kan ta avløpsvann fra annen kommune eller fra andre eiendommer.

Merkostnaden dette fører til skal betales av de som får muligheter til tilknytning. I mangel av avtale, fastsettes merkostnaden og fordelingen av dette ved rettslig skjønn.

Kostnadene ved underskjønnet skal deles forholdsvis mellom partene i skjønssaken som får muligheter for tilknytning.”

I følge Jakobsen (2010) er det ved bruk av denne paragrafen også mulighet for å kreve omlegging fra tilførsel til kommunal ledning til å pålegge infiltrasjon/tilbakeholdelse der det er fare for at kapasiteten til avløpsledningen blir overbelastet. Dette er begrunnet ut fra forarbeidene i odelstingsproposisjonen nr 11 (1979-1980) for § 22:

”Første ledd annet punktum er nytt. I en rekke tilfeller er det ønskelig å skille ulike typer avløpsvann i forskjellige ledninger og til forskjellige resipienter. Det kan således være nødvendig å rense sanitært avløpsvann på annen måte enn overvann, kjølevann og annet høyverdig rensset avløpsvann fra bedrifter. I utgangspunktet bør valg av ledningsnett derfor fastsettes av forurensningsmyndigheten i forbindelse med utslippstillatelsen. I utslippstillatelsen kan en imidlertid fastsette at kommunen selv skal avgjøre hvilket system som velges. Dette bør avgjøres på konkret grunnlag, og i en rekke tilfeller vil anvendelse av både fellessystem og separatsystem være aktuelt i forbindelse med en utbygging. En må her ta hensyn til avløpsvannets art, forholdene i resipienten og kapasitet på ledninger og renseanlegg.”

3.2.1.4 Teknisk forskrift

I følge paragraf 15-10 i teknisk forskrift går det frem at lokal overvannshåndtering skal brukes i størst mulig grad slik at vannbalansen opprettholdes og at det ikke oppstår kapasitetsproblemer (Byggteknisk forskrift 2010):

”(1) Avløpsanlegg skal prosjekteres og utføres slik at avløpsvann bortledes i takt med tilført vannmengde, og slik at god hygiene og helse ivaretas. Bortledning av overvann og drensvann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper ved dimensjonerende regnintensitet.”

(2) Følgende skal minst være oppfylt:

- a) Anlegg skal ha tilstrekkelig tetthet mot lekkasje ved normal bruk. Avløpsledning skal være selvrensende og ha nødvendige punkter for inspeksjon og rengjøring.*
- b) Byggverk skal sikres mot oversvømmelse som følge av høy vannstand eller overtrykk i avløpsledning. Sjenerende lukt skal ikke forekomme.*
- c) Overvann, herunder drensvann, skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt for å sikre vannbalansen i området og unngå overbelastning på avløpsanleggene.”*

I tillegg til å ha mulighet til å pålegge lokale overvannstiltak er også muligheten for å kunne ta betalt for å lede bort overvannet en meget aktuell problemstilling. Hvorvidt dette i dag er mulig er beskrevet i lov om kommunale vass og avløpstjenster og i forurensningsforskriften.

3.2.1.5 Lov om kommunale vass og avløpsavgifter

Gebyr for vann- og avløpstjenester er bestemt med hjemmel i lov om kommunale vass- og kloakkavgifter, som kort beskriver hvem loven gjelder for (Vass- og kloakkavgiftslova 1974). Videre utdyping finner man i forurensningsforskriften.

3.2.1.6 Forurensningsforskriften

Kapittel 16 i forurensningsforskriften beskriver rammene for gebyrene og tar for seg de ulike gebyrer og gebyrmodeller. Overordnet kan man dele inn vann og avløpsgebyret i et tilknytningsgebyr og et årsgebyr (Forurensningsforskriften 2004).

Tilknytningsgebyret er et engangsgebyr som betales ved tilknytning til kommunal vann eller avløpsledning. Det er ikke noe særskilte krav om at etableringsgebyret skal gjenspeile selve etableringskostnadens størrelse. Det er kommunens oppgave å bestemme størrelsen på dette. Det kan også bestemmes et tillegg i tilknytningsgebyret

ved tilbygg eller påbygg
(Forurensningsforskriften 2004).

Årsgebyret kan enten beregnes fra forbruk alene eller deles opp i en fast og en variabel del. SFT sier i sine kommentarer til forurensningsforskriften § 16.4 at det kan beregnes økt avløpsvannmengde i forhold til målt vannforbruk dersom overvann blir ført inn på kommunal avløpsledning. Videre står det også i SFTs kommentar at begrensningene for å kunne pålegge ulike gebyrsatser i § 16.5 ikke gjelder for den faste delen av årsgebyret der kommunen har valgt en todelt gebyrordning for årsgebyret. (SFT 2003)

” § 16-5. Ulike gebyrsatser

Det kan fastsettes lavere tilknytningsgebyr for eiendommer der det er betalt refusjon eller annen form for opparbeidelseskostnader for vann- og/eller avløpsanlegg som er utført etter planer godkjent av kommunen.

Det kan fastsettes ulike gebyrsatser for tilknytnings- og årsgebyr dersom et vann- eller avløpsanlegg eller større enhet av dette medfører vesentlig høyere eller lavere kostnader enn de øvrige.

Det kan videre fastsettes ulike gebyrsatser for tilknytnings- og årsgebyr for ulike boligkategorier, der det er ulike kostnader forbundet med betjening av ulike boligkategorier.

Det kan fastsettes ulike gebyrsatser for avløpsvann som forurensningsmessig avviker fra vanlig kommunalt avløpsvann.

De begrensninger som fremgår av annet til fjerde ledd gjelder ikke fordelingen av den faste delen av årsgebyret ved bruk av todelt gebyrordning.”

I følge forurensningslovens § 24a om særlige erstatningsregler for avløpsanlegg er anleggseieren ansvarlig uten hensyn til skyld for skade som et avløpsanlegg volder fordi kapasiteten ikke strekker til eller fordi vedlikeholdet har vært utilstrekkelig (Forurensningsloven 1981).

3.3 SVERIGE

Sverige har ikke en overordnet overvannsmyndighet. I forhold til helhetlig overvannsplanlegging er innføring av en slik myndighet et høyaktuelt tema som diskuteres. Selv om det ikke eksisterer en overvannsmyndighet har Sverige innført en egen sektorlov for vanntjenester, *lag om allmänna vattentjänster*. Strukturen slik den fremstår i dag gir kommunene myndighet for overvann i forbindelse med plan- og bygnings saker som dekkes av plan och bygglagen og for lag om allmänna vattentjänster. I forbindelse med forurensninger i overvannet er Naturvårdsverket myndighet. Myndighet knyttet til oversvømminger i vassdrag er lagt til Myndigheten för samhällsskydd och beredskap(MSB).(Bäckman 2011)

3.3.1 PLAN- OG BYGNINGSLOVEN I SVERIGE

Den svenske plan og bygningsloven sier i kapittel 2, § 3 at det skal tas et generelt hensyn til natur og miljøaspekter ved planlegging. I tillegg går det frem at kommunen kan bestemme at tilstrekkelige løsninger for avløp skal foreligge før en byggetilatelse gis(kap4, §14). Det er ikke lagt noen mer spesifikke krav eller føringer for overvann i denne loven.(Plan- och bygglag 2010)

3.3.2 LOV OM ALLMÄNNA VATTENTJÄNSTER

Lov om allmänna vattentjänster har til formål å sikre god vann- og avløpsforsyning med hensyn til mennesker og miljø. Utgiftene skal deles rettferdig og rimelig mellom alle som har nytte av anlegget(Lag om allmänna vattentjänster 2006). I forbindelse med overvannshåndtering er avsnittet, *forpliktelse om å betale avgift for allmenne vanntjenester*(§ 24 til § 28) viktig. Det er hovedsakelig to avgifter:

En etableringsavgift som omfatter:

- Serviceavgift for fremføring av ledninger
- Punktforbindelsesavgift
- Overflateavgift for tomteareal
- Boenhetsavgift

Bruksavgift

En årlig avgift som dekker drift, vedlikehold og andre kostnader forbundet med VA anlegget som ikke dekkes av etableringsavgiften.

Det fremgår at bebygde arealer må betale for allmenne vanntjenester, herunder bortledning av overvann. Dersom det er behov for å lede bort vann fra ubebygde areal som er regulert til boligformål kan det også her bli krevd et gebyr for dette. Videre fremgår det at ansvarlig for allmenn plass og vedlikehold av denne, kan bli ilagt en avgift dersom bortledning av vann behøves med hensyn til menneskers helse eller miljøet. I begrepet allmenn plass inngår veier, gater og parker. Også veieier er derfor pliktig til å betale avgift for bortledning av overvann. Det fremgår videre at kostnader knyttet til eventuell nødvendig rensing av overvann skal dekkes. Avgift for overflatevann fra allmenn plass og gater som betales av forvalteren for det gjeldende område ut fra størrelse og trafikkintensitet. Gebyrenes størrelse blir fastlagt i kommunale forskrifter med hjemmel i *lag om allmänna vattentjänster* (Lag om allmänna vattentjänster 2006). Loven inneholder ikke detaljer om hvordan eventuelle LOD-tiltak kan gi utslag i gebyrberegningen. Her følger eksempler på hvordan LOD gir gebyrreduksjon i Göteborg og Stockholm:

Göteborg: På privat grunn gir lokal håndtering av overvannet innenfor egen tomt 20% reduksjon i serviceavgift og 20 % reduksjon i tomtearealavgift. Göteborg har ingen årlig bruksavgift for overvann. Denne inngår som en uspesifisert del av den årlige bruksavgiften for spillvann. På allmenn plass varierer avgiftsstørrelsen med trafikkintensiteten og regnes ut pr kvadratmeter overflate(Göteborg Stad 2009).

Stockholm: På privat grunn gir lokal håndtering av overvannet innenfor egen tomt 50 % reduksjon i tomtearealavgift i tillegg til fritak fra å betale årlig avgift for overflatevann. Allmenn plass avgiftsbelegges etter trafikkintensitet og størrelse i kvadratmeter(Stockholm Vatten 2008).

3.4 DANMARK

Danmark fikk i 2009 en sektorlov for vann og avløp som sikrer de økonomiske og organisatoriske forhold. Denne sektorloven inneholder imidlertid ikke detaljer angående overvannshåndtering. I LOD sammenheng er Planloven, Miljøbeskyttelsesloven og Lov om betalingsregler for spildevandsselskaber (betalingsloven) relevant.

3.4.1 PLANLOVEN

I Planlovens kapittel 4 om kommuneplanlegging og kapittel 5 om lokalplanlegging inngår bestemmelser som omhandler håndtering av overvann. Bestemmelsene i § 15 gir hjemmel for å pålegge en rekke spesifiserte LOD-tiltak:

- Grønne tak
- Regnvann til toalett og vask av klær
- Permeable overflater på utendørsareal, stier og veier
- Renner og grøfter
- Oppsamling av regnvann i dammer og bassenger
- Oppsamling av regnvann i regnvannskassetter eller infiltrasjonbrønner.
- Bruke områder som midlertidig forsinkelsesbasseng ved å bestemme høyde på kantstein ved grønne områder og parkeringsareal.
- Etablere eller opprettholde terrengutforming for å håndtere større nedbørsmengder
- Utpeke arealer for lokal håndtering av overvann og på den måten sørge for en helhetlig overvannsplanlegging.
(Planloven 2009)

3.4.2 MILJØBESKYTTELSESLOVEN

Miljøbeskyttelseslovens § 19 er mest aktuell i forbindelse med lokal overvannshåndtering. Den fastslår at man ikke skal avlede vann til jorden som kan forurense undergrunn og grunnvann. Kommunen har derfor hjemmel til å avvise prosjekter som fører til uakseptabel forurensningsrisiko eller bestemme vilkår som fører til redusert fare for forurensning. Infiltrasjonsbassenger, vannspeil og dammer er eksempel på LOD elementer som kan bli omfattet av denne lov. (København Kommune 2010a)

3.4.3 LOV OM BETALINGSREGLER

Lov om betalingsregler for spildevandsselskaber beskriver gebyrer knyttet til vann og avløpstjenester i Danmark. Det er i hovedsak tre gebyrer som er gjeldende for avløp.

Tilknytningsbidrag: Dette betales for eiendommer som blir tilknyttet vann eller avløpstjenester. Tilknytningsbidragets størrelse er nasjonalt bestemt i denne loven og blir årlig regulert av Danmark Statistikk.

Vannavledningsbidrag: Dette er et årlig gebyr for bortledning av spillvann og overflatevann. Kommunen kan dele dette gebyret inn i en fast og en variabel del. Den variable delen gebyrlegges etter målt vannforbruk per år. Den faste delen bestemmes av kommunen og kan ikke overstige maksimumsgrensen som indeksreguleres årlig av Danmarks Statistikk (Betalingsloven 2010). For tiden er denne grensen 700 kr pr år (DANVA 2011b).

Veibidrag: I gebyret skilles det mellom private/kommunale veier og statlige/fylkes veier. Gebyret for kommunale veier og private veier dekkes av kommunen. Dette veibidraget kan maks tilsvare 8 % av utgiftene til avløpsanleggene. Prosentsetningen fastsettes av det aktuelle VA selskap/kommunen og skal beregnes ut fra skjønn om hvor stor del av veiarealet som er tilknyttet avløpssystemet. (DANVA 2011a).

Det fremgår av § 2 at det ikke skal betales årlig vannavledningsbidrag for tak og overflatevann. Kun 60 prosent av tilknytningsgebyret betales ved tilknytning når tak- og overvann er håndtert lokalt. Tilsvarende skal det ved frakobling av tak- og overflatevann betales tilbake 40 prosent av det gjeldende tilknytningsgebyret. I tillegg åpnes det i paragraf 2b stk 3 for å gi reduksjon i det årlige vannavledningsgebyret dersom VA godkjente oppsamlinger av regnvann benyttes. Dette må i så fall godkjennes av kommunen (Betalingsloven 2010). Det er ikke kjent at dette praktiseres i noen kommuner i følge DANVA (Friis 2011).

4 ANALYSE

4.1 CASE

4.1.1 SLOREÅSEN OG HALLAGERBAKKEN

Områdene befinner seg på Søndre Nordstrand i Oslo. Sloreåsen og Hallagerbakken er 2 av 13 boligområder på Holmlia som ble bygget ved bruk av lokal overvannshåndtering i perioden 1977 til 1988. De to områdene har henholdsvis 270 og 225 boligenheter. Helning og graden av kupert terreng gjør LOD løsninger gunstig. Samtidig fører den store andelen bart fjell til kortere konsentrasjonstider og mindre naturlig infiltrasjon. (Kopseng 1991)

Lokal håndtering av overvannet ble valgt for å redusere kostnadene knyttet til overvannshåndtering og ble gjort på initiativ fra vann og avløpsverket i Oslo. De utarbeidet i den forbindelse en ny praksis for hvordan overvann og drensvann skulle håndteres. Det gikk klart frem at det ikke lå hjemmel for å pålegge utbygger en slik løsning. Staten var derfor avhengig av et godt frivillig samarbeid med utbyggere. Dette fungerte bra mellom de store utbyggerne og etaten. Kun noen tilfeller knyttet til private enkeltutbygninger fungerte mindre bra samarbeidsmessig. (Kopseng 2011)

I hovedsak ble det anlagt hus og leiligheter uten kjeller for å redusere problemene knyttet til drenering. Takvann ble i størst mulig grad ført ut på bakken for infiltrasjon. Kantstein ble unngått der dette ikke var nødvendig av trafikkmessige årsaker. Det ble også kartlagt hvilke deler av områdene som ville egne seg best for å ta i mot overvann før områdedisponeringen ble utarbeidet.



FIGUR 19: HALLAGERBAKKEN



FIGUR 20: SLOREÅSEN

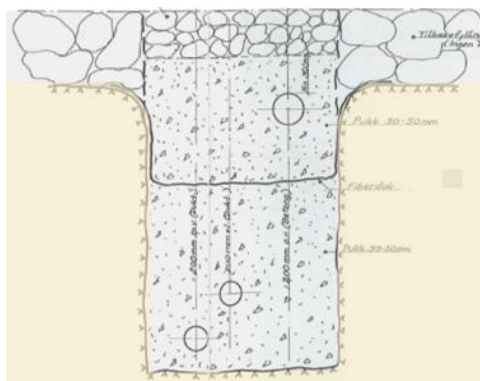
Overvann ble ledet til stikkledningsgrøfter fylt med puk(3-5 cm). Videre ble overvannet ledet inn på hovedledningsgrøftene eller ut i steinmagasin for infiltrasjon.

Ledningsgrøftene ble derved brukt som steinmagasin med infiltrasjon. På denne måten ble behovet for overvannsledninger redusert med 85 %. I de første utbyggingsfeltene ble konvensjonelle overvannsledninger lagt klare for tilkobling i tilfelle det lokale overvannsystemet ikke skulle fungere som forutsatt.(Kopseng 1991)

I 1991 gav Norske Sivilingeniørers Forening ut en rapport om overvannsteknikk utarbeidet av Kjell Harald Kopseng ved vann og avløpsetaten i Oslo, VAV. Rapporten inneholder beskrivelse og erfaringer fra Søndre Nordstrand utbyggingen. Den påpeker behovet for et større fokus på å forhindre gjentetting av pukklag i grøfter, tilbakefyllingsmasser langs kjellervegger og for lite bruk av sjiktsperre (fiberduk). Også høydenivået på hus burde hatt tettere oppfølging noen steder, spesielt på tomter utført av enkeltutbyggere. Fra en del private veier ble veivannet infiltrert i grøft uten bruk av sandfang og dette blir påpekt som kritisk praksis. (Kopseng 1991)

Ved befaring høsten 2011 fremstår områdene som tiltalende med stort innslag av grønn vegetasjon til tross for tett boligbygging. Det er ikke tegn til overvannsrelaterte problemer verken i pent vær eller i regnvær. VAV poengterer her viktigheten av et godt og tett samarbeid mellom de involverte parter gjennom både planfasen og utbyggingsfasen. Dette var avgjørende for at prosjektet lyktes (Kopseng 2011).

Det føres årlig tilsyn med sandfang i områdene for å hindre tilstopping. De problemene som har oppstått har vært relatert til fuktinntrengninger i hus med kjellere. Grunnen til dette er at vann fra taknedløp ikke har blitt transportert bort på en effektiv måte. Det kan ikke sies å ha sammenheng med dreneringsgrøftene for overvann.(Hoven 2011)



FIGUR 21: OPPBYGNING AV GRØFT(KOPSENG 1991)

Overvannsløsningen er delvis finansiert av vann og avløpsetaten og dels av den private utbygger. Siden løsningen i stor grad er basert på å bruke ledningsgrøfter for infiltrasjon og transport av overvannet, er offentlige grøfter opparbeidet av vann og avløpsetaten og private stikkledningsgrøfter betalt av utbygger. (Kopseng 2011)

4.1.2 NANSENPARKEN

Parken er lokalisert ved den tidligere flyplassen på Fornebu og omfatter totalt 200.000 m². De tidligere eierne av grunnen, Oslo kommune og Statsbygg, forpliktet seg til å opparbeide overordnet grønnstruktur med midler fra tomtsalg. Parken ble bygget i tidsrommet 2006 – 2008. (Bjørbekk & Lindheim 2009)

I tillegg til funksjon som en rekreativ park tar den i mot overvann fra et område på over 400.000 m². Anlegget starter med en vannrenne som blir forsynt med vann fra den nedenforliggende sentraldammen. Vannet renner videre nedover gjennom ulike vannområder. Sentralt i parken ligger den store sentraldammen som har en overflate på 6500 m², et vannvolum på 9000 m³ og et fordrøyningsvolum på 1200 m³ (Borgejordet 2010). I tilknytning til dammen står pumpehuset med grovsil, mikrosil og pumper. Dette forsyner tre biofilter, samt renser og regulerer den permanente mengden vann i anlegget. Når sentraldammen går i overløp fortsetter vannet nedover i flere terskelhøyder og siver gradvis inn i et langsgående infiltrasjonsmagasin. Ingenting av overvannet fra anlegget når sjøen. Anlegget har ingen form for inngjæring. For å ivareta sikkerheten rundt dammen, er en grunn sone på 1,5 meters bredde anlagt langs kanten før dammen heller nedover mot en snittdybde på 1,5 meter (Borgejordet 2010).



FIGUR 22 UTFORMING AV NANSENPARKEN ILLUSTRASJON: BJØRBEKK & LINDHEIM



FIGUR 23 SENTRALDAMMEN

Bærum kommune leies inn for å drifte anlegget. Driften går jevnt over bra. Det blir ikke foretatt noe vedlikehold nedover i de små dammene utenom plukking av det som kommer av søppel. Ved sentralsdammen spyles årlig steinen i randsonen for å fjerne begroing. Det har vært perioder med algeoppblomstring i anlegget. Dette er direkte knyttet til gjødsling av omkringliggende grøntarealer og det er derfor nødvendig å være påpasselig med dette for å unngå algevekst. Det er ingen problemer i vinterperioden når vannsirkulasjonen er avslått. Grunnet fordampning og infiltrasjon forsvinner en del av vannet. Den lave andelen tette flater på nåværende tidspunkt gjør tilrenningen av overflatevann for lav til å holde et permanent vannspeilet i lengre perioder og trenger derfor etterfylling fra vannforsyningen. Biofiltrene, som har til hensikt å rense vannet jevnlig, fungerer dessverre dårlig. Dette er å ses på som en konstruksjonsfeil da de aldri har fungert etter hensikten. Vannet blir ikke fordelt utover filteret som planlagt og skyldes en kortslutning av vannet i filteret. Det pågår fortsatt en tvist med den tyske produsenten rundt dette. Mikrosilen brukes derfor hyppigere enn det som var hensikten. Pumpehuset har ukentlig tilsyn. (Loppen 2011)

Finansieringen av parken er dekket av Oslo kommune og Staten i form av salg av tomter på den gamle flyplasstomten. I tillegg fikk Statsbygg Infrastruktur Fornebu (IFBU) FOU midler til å utvikle et konsept for storskala åpen håndtering av overvann.(Borgejordet 2010)

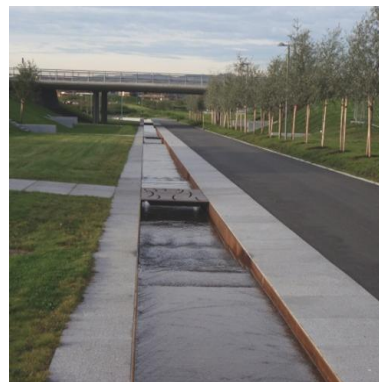
Den totale kostnaden for opparbeiding av Nansenparken var ca 120 millioner kr (Bjørbekk & Lindheim 2009). Anlegget eies av Fornebu Utvikling som også finansierer driften av anlegget. Årlige driftskostnader for parken er ca 3 millioner og dette omfatter i hovedsak vedlikehold av vegetasjon(Loppen 2011).



FIGUR 24: OVERFLATEVANN FRA RØR



FIGUR 25: BIOFILTER



FIGUR 26: ÅPEN VANNRENNE

4.1.3 SMEAHEIA

Smeaheia er et boligområde i Sandnes. Det fordrøyes overvann fra ca 2400 beboere i et område på 300.000 m². En lokal fordrøyningsløsning ble valgt grunnet kapasitetsmangel for videreføring av vannet. En åpen dam i ene enden av boligfeltet fordrøyer overvannet før det videreføres i en kanal som ender opp i Figgjovassdraget. Overvannet transporteres i konvensjonelle overvannsrør fra boligfeltet til fordrøyningsdammen. Vannvolumet ved normaltstand er på 1500 m³. Den totale fordrøyningskapasiteten er på ytterligere 1500 m³. Den videreførte vannmengden reguleres ved hjelp av en sluseventil. Dammen har sider med en helning på 1:5 og grunnet klager fra beboere på at dette var for farlig, ble dammen seinere gjæret inn. (Bamberg 2009)

Det er ingen form for sandfang ved de tre innløpene og dette fører til sedimentering i dammen. Grunnet inngjæring er sedimentert sand vanskelig å fjerne. Vedlikeholdet er fordelt mellom VA- og parketaten i Sandnes kommune. VA tømmer dammen for sand årlig og holder ukentlig tilsyn med utløpsrister. Øvrig vedlikehold foretas av parketaten. Det har vært problemer med vannpest i dammen, men dette problemet er nå utryddet og tilstanden er forholdsvis bra. Fuglemating skaper problemer med vannkvaliteten og det er noen luktproblemer grunnet manglende tørrvannstilrenning. Overvannsløsningen ble finansiert av utbyggingsselskapet for området. Driftsutgiftene fordeles mellom VA og parketaten. (Bamberg 2011)



FIGUR 27: FORDRØYNINGSDAMMEN VED SMEAHEIA. FOTO:(AMBIO 2008)



FIGUR 28: OPPSAMLET OVERVANN. KART: FINN.NO

4.1.4 BJØLSEN

Bjølsen studentby ble bygget i 2003 og inneholder 1064 boenheter for studenter i Oslo sentrum. På grunn av et presset avløpsnett i området ble det satt krav om fordrøyning av overvannet fra kommunen (Snøhetta 2004). Fordrøyningskravet fra Oslo kommune var en maks videreført overvannsmengde på 10 l/s (Stange 2011). Målinger fra kart viser en tomtestørrelse på ca 18.000 m². Studentbyen har en helhetlig overvannsløsning basert på fordrøyning og delvis infiltrasjon. Overflatene består av brostein, asfalt, knust teglstein og gressdekke. Vannet fra tette flater på området blir delvis ledet til det permeable dekket av knust teglstein, delvis til gress og resterende overflatevann blir ledet via renner og rør til en fordrøyningskanal med permanent vannspeil.

Kanalen er utformet med en lengde på 55 meter og 3,5 meters bredde. Kanalen kan fordrøye 110 m³ med overvann (Snøhetta 2004). Den er utstyrt med et enkelt strupelukk på utløp for å redusere videreført vannmengde. Bunnen er steinsatt og sidene er beplantet med vannstauder. Både bunn og sider i kanalen har tett membran for å sikre et permanent vannspeil. Det er ikke gjort målinger i ettertid på den reelle videreførte vannmengden ved full kanal (Motsfelt 2011). Kanalen er ikke inngjæret.

Vedlikehold av området utføres av driftspersonell ved Studentboligene i Oslo. Med unntak av selve fordrøyningskanalen er det kun nødvendig med generelt vedlikehold på overflaten som søppelplukking og stell av vegetasjon.



FIGUR 29: KNUST PERMEABEL TEGLSTEIN



FIGUR 30: FORDRØYNINGSKANAL

Den åpne kanalen har vedlikeholdsarbeid en gang årlig. Da spyles bunnen for å fjerne begroing på stein og i tillegg ryddes det noe opp i kantvegetasjonen. Utløpssluket renskes fra tid til annen gjennom året for å hindre tilstopping. Når vinterperioden starter tappes dammen ned for å unngå isdannelse på det permanente vannspeilet, men dammen beholder sin funksjon som fordrøyningsdam. Erfaringen med overvannsløsningen er god og det er i følge driftsansvarlig ingen kapasitetsproblemer med systemet. Fordrøyningskanalen har aldri gått i overløp. (Motsfelt 2011)

TABELL 4: TAKAREAL TILKNYTTET FORDRØYNINGSKANAL MÅLT FRA KART

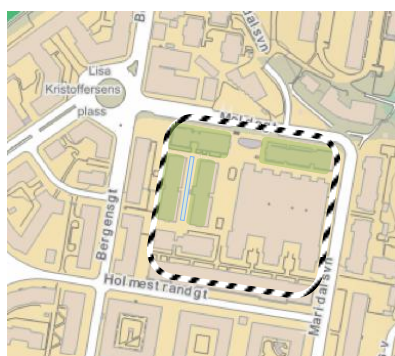
BYGNINGSNUMMER	AREAL TAK (m ²)
17 + 19	780
3 + 5	625
11 + 15	780
21 + 23	770
Totalt	2955

Arealberegninger gjort ut fra kart viser at kanalen tar i mot vann fra ca 3000 m² takflater og 2700 m² annet overflateareal. Resten av overvannet fra takflater og bakkeplan blir sendt til avløpsnettets på konvensjonelt vis. Det er ingen kontrollert vannvei dersom fordrøyningskanalen skulle gå i overløp.

Finansieringen av den lokale håndteringen av overvann har inngått som vanlige byggekostnader ved utbyggingen og det blir betalt standard vann og avløpsgebyr for boligene.



FIGUR 31 VISER HVILKEN DEL AV OMRÅDE SOM HÅNÐTERER OVERVANNET LOKALT. KART: FINN.NO



FIGUR 32: OVERVANN FRA TAKFLATER SOM SAMLES I FORDRØYNINGSKANAL. KART:FINN.NO



FIGUR 33: OVERVANN FRA GATEPLAN SOM SAMLES I FORDRØYNINGSKANAL. KART: FINN.NO

4.1.5 CHRISTIAN KROGHS GATE 39-41

Christian Kroghs gate 39-31 er en nyoppført bygård i Oslo med åpen fordrøyningsløsning for overvann. Oslo kommune har stilt krav om fordrøyning med en maks tillatt videreført mengde på totalt 3 l/s overvann fra takflater og bakgård. Selskapet Dronninga Landskap har løst dette med en åpen overvannsløsning bestående av trær, planter, renner, regnbed og en fordrøyningskanal. Kanalen er 1-2 meter bred og har en lengde på 36 meter. Denne kanalen kan fordrøye 24 m³ overvann. Videreført vannmengde reguleres ved hjelp av et virvelregulator. Den åpne fordrøyningsløsningen var også et rimeligere alternativ enn en nedgravd fordrøyningsløsning sett i lys av bygge- og driftskostnader. Dette er den første private fordrøyningskanalen i sentrumskjernen av Oslo. (Stange 2011)

Siden anlegget er helt nytt finnes det derfor ingen driftserfaringer foreløpig. Løsningen er finansiert av utbygger og det er ikke gitt støtte til overvannsprosjektet.



FIGUR 34: DEN NYE BAKGÅRDEN I CHRISTIAN KROGHS GATE

4.2 LOD I NORGE

Pågående og kommende klimaendringer gir overvannshåndtering både utfordringer og drahjelp i Norge. De mer ekstreme væertypene stiller helt klart strengere krav til kapasiteten i overvannssystemer, men fokuset på klimaendringer har også bidratt til å gi økt fokus på VA sektoren som en viktig og sårbar infrastruktur. Dette har løftet frem VA sektoren i media og resultert i større oppmerksomhet, også hos politikere. Selv om ny og høyere regnintensitet skaper problemer, er det også andre vel så viktige grunner til at kapasiteten svikter i dag. Utbygging og fortetting med redusert infiltrasjon og tilbakeholdelse, og dertil påkobling til eksisterende ledningsnett, er viktige faktorer for at kapasiteten svikter. Siden konsekvensene fra dette sammenfaller med konsekvensene fra klimaendringene gir en utbedring, uansett grunn, en forbedring.

Selv om det er primært på lokalt nivå gjennom kommunene at den konkrete planleggingen for overvannshåndtering skjer, er det også viktig at det nasjonale regelverket som ligger til grunn er godt utarbeidet. Som redegjort i kapittel 0 styres lovgivning knyttet til LOD av en rekke ulike lover og forskrifter. For kommunene som skal utføre en forsvarlig overvannshåndtering gir et slikt fragmentert og mangelfullt regelverk vanskeligheter med å avgjøre hva som er mulig å gjennomføre.

4.2.1 PÅ NASJONALT NIVÅ

Norsk Vann er VA sektorens ikke-kommersielle interesseorganisasjon som blant annet jobber for å forbedre VA tjenester og belyse utfordringer i sektoren. Organisasjonen er eid av norske kommuner, kommunalt eide VA- selskaper og enkelte andelsvannverk og representerer gjennom dette 360 kommuner i Norge (Norsk Vann 2011). Norsk Vann har gjennom flere år jobbet med å klargjøre problemstillinger knyttet til overvannshåndtering. Sammen med Kommunenes Sentralforbund(KS) har de siden 2006 appellert til myndighetene om å utrede behovet for innføring av en egen sektorlov for vann og avløpstjenester og på den måten samle lovgivningen for VA. For overvannshåndtering og klimautfordringer vil også tema rundt moderniseringen av gebyrbestemmelsene for VA være sentralt. Det er her nødvendig med flere avklaringer knyttet til hvilke overvannstiltak som skal kunne finansieres over VA gebyret, og hvordan andre tiltak som er nødvendig for overvannshåndteringen alternativt skal finansieres av kommunene. Også de i dag uklare linjene mellom privat og kommunalt ansvar for overvann gir gråsoner som må avklares. Med gjeldende regelverk er det domstolene som må avgjøre rett i mange tilfeller(Hofshagen 2011). I følge Norsk Vann er det på tide

å få iverksatt tiltak for å styrke kommunenes hjemmelsgrunnlag i forbindelsen med påleggelse av LOD-tiltak for privat og eksisterende bebyggelse siden dagens regelverk ikke har fulgt utviklingen på dette området (Henriksen 2011). Norsk vann har gjennom flere år etterspurt en overvannsmyndighet på statlig nivå for å gjøre det enklere for VA sektoren å forholde seg til overvannshåndtering og klimatilpassing. Det er også behov for å få føringer for overvannshåndtering inn i kommunenes plan og byggesaksarbeid. Norsk vann har utarbeidet en rekke publiseringer rundt overvannshåndtering for å bidra til å styrke kompetansen i forhold til kommende utfordringer knyttet til overvann og klimaforandringer.

I 2010 kom en rapport fra Norges Offentlige Utredninger(NOU) med navnet *Tilpassing til eit klima i endring*. Rapporten påpeker flere forhold knyttet til overvannshåndtering som er kritiske med tanke på klimatilpassing og kommer derfor med følgende anbefalinger for å være bedre rustet mot klimaendringer:

- Styrket veiledning i hvordan kommunene kan håndtere overvann i sin planlegging og derunder flomveier.
- Styrke utdanningstilbud og rekruttering til VA sektoren
- Avklare det nasjonale ansvaret gjennom å peke ut en myndighet for dette feltet
- Statlige retningslinjer for klimatilpasset dimensjonering.
- Klargjøring av juridisk ansvar slik at det ikke skal være mulig for eier av VA tjenestene å fraskrive seg ansvar for skade på abonnenten sin eiendom som følge av for liten dimensjonering og tilbakeslag.
- Avklare kommunenes muligheter for finansiering med tanke på håndtering av overvann i regulerte områder.
- Vurdere endringer av plan og bygningsloven slik at det vil være mulig å pålegge tiltak også for eksisterende bebyggelse.

(Flæte 2010)

Også forsikringsbransjen er utilfreds med dagens situasjon. På høringsrunder knyttet til innføring av Lov om kommunale vass og avløpsanlegg påpeker direktør i Finansnæringens Fellesorganisasjon behovet for en avklaring knyttet til skadeutbetalinger og skadeomfang i forbindelse med skader som oppstår som følge av overvann. Han ytrer også ønsket om et tettere samarbeid med involverte parter for å bedre kunne kartlegge hvilke tiltak som vil være mest effektive for å redusere skadeomfanget fra overvann. På samme måte som Norsk Vann anser Finansnæringens

Fellesorganisasjon en sektorlovgivning i tillegg til definert overvannsmyndighet som en hensiktsmessig utvikling for å oppnå klarhet.(Trulserud 2011)

Det er tydelig at overvannhåndtering har fått et større fokus i Norge de siste årene. Flere rapporter og mer informasjon har blitt produsert. Noen av tiltakene er kommet i form av statlig regi, andre tiltak i form av markedsføring for firma, eller gjennom interesseredret engasjement. Det eksisterer etter hvert flere informasjonssider og steder med tilgjengelig informasjon. Eksempler på dette er regjeringens nettside *klimatilpassning.no* som har informasjon om en del prosjekter som pågår i Norge og noe informasjon om lokale overvannsløsninger. Et annet eksempel er den interessebaserte, brukerstyrte siden *blagronnebyer.ning.no* som har til formål å fremme bruk av blågrønne løsninger gjennom tverrfaglig kompetanseutveksling og dermed bidra til løsninger på byers utfordringer(Nettverket blågrønne byer 2011).

4.2.2 PÅ LOKALT NIVÅ

Det eksisterer i dag få urbane områder i Norge som tar hånd om overvann lokalt. En del kommuner har enkelte LOD løsninger og i hovedsak dreier det seg om lukkede fordrøynings tiltak under bakkenivå. I tillegg opplyser flere kommuner at de ikke har oversikt over sine lokale løsninger og at det ikke eksisterer noe vedlikeholdsplan knyttet til disse. Det beskjedne antallet LOD løsninger gjør også at drifts og vedlikeholdserfaringer fra Norge er forholdsvis udokumentert. Imidlertid finnes noen lokale overvannsutbygginger fra 70- og 80-tallet, men den manglende kontinuiteten gjør at erfaringene fra disse anleggene lett blir glemt. Det vil kunne være til stor nytte å få utarbeidet en felles plattform for allerede eksisterende LOD-tiltak for å dele kunnskap om løsninger for å lære av hva som fungerer bra og mindre bra som lokal overvannsløsning i Norge.

4.2.2.1 LOD aktivitet kommunene

Av de ti største bykommunene i Norge har Oslo, Bergen og Fredrikstad utarbeidet kommunale veiledere for lokal overvannshåndtering. Veilederne er tilgjengelige fra kommunenes nettsider i tillegg til en viss fysisk distribusjon. Oslo kommunes veileder er det ferskeste bidraget og ble publisert høsten 2011. Veilederne har noe ulikt fokus men er generelt rettet mot kommunens egne saksbehandlere, utbyggere, innbyggere og andre med interesser knyttet til overvannsplanlegging. Kravene som stilles til overvannshåndtering varierer i veilederne. Generelt inneholder disse en strategi for overvannshåndtering, en innføring i lokal overvannshåndtering og informasjon

vedrørende beregning av overvannsmengder. I veilederne påpekes ettertrykkelig viktigheten av et tverrfaglig samarbeid. For kommunene uten egen overvannsveileder finnes en del informasjon om kommunens overvannsplanlegging på Norsk VA-norm sine nettsider. Dessverre er det i få tilfeller et bindeledd mellom kommunens nettsider og VA norm siden.

Mange norske byer krever nå at overvannspåslipp skal reduseres ved hjelp av infiltrasjon eller fordrøyning der kapasiteten til ledningsnett er eller vil bli utfordrende. Dette gjelder nybygg og større rehabiliteringer der dette kan pålegges med hjemmel i lov enten i forbindelse med arealplaner eller detaljplaner. Disse tiltakene vil på lengre sikt ha stor betydning for kapasiteten til avløpsnett. På kort sikt vil tiltakene kun ha en begrenset effekt i ferdigutviklede urbane områder, siden byggearealet her er relativt lite. Her vil muligheten for å pålegge tiltak i etterkant være av stor betydning. Reglene for eksisterende bebyggelse er mer uklare og krever presiseringer. Det er heller ingen restriksjoner for hvordan overflaten på eksisterende eiendommer blir endret over tid.

By etter innbyggertall	Overvannsveileder	Informasjon nettside
Oslo	Ja	God informasjon
Bergen	Ja	God informasjon
Trondheim	Nei	Ingen informasjon
Stavanger	Nei	Ingen informasjon
Kristiansand	Nei	Henviser til VA-Norm
Fredrikstad	Ja	God informasjon
Tromsø	Nei	Ingen informasjon
Sandnes	Nei	Ingen informasjon
Drammen	Nei	Henviser til avtalevilkår
Sarpsborg	Nei	Ingen informasjon

FIGUR 35: TILGJENGELIG INFORMASJON OM OVERVANNSHÅNDTERING PÅ KOMMUNENES INTERNETTSIDER

Fredrikstad har foretatt et spennende tiltak for å redusere overvann i ledningsnett. Tiltaket i seg selv er vel kjent, men gjennomføringsmetoden er interessant. Kommunen har de senere år hatt et økende problem med kjelleroversvømmelser som følge av oppstuvning av avløpsvann ved mye nedbør. 850 skadetilfeller er registrert i forbindelse med dette. For å redusere problemet ble det derfor sett på muligheten for å pålegge avkobling av takvann fra avløpssystemet. Med utgangspunkt i normalreglementet/standard abonnementsvilkår er det i bystyret gitt nærmere regler som kan pålegge huseierne dette. Forurensningsloven § 22 er også brukt med begrunnelsen

om at 850 vannskader må ses på som en "særlig grunn" til å kreve omlegging. Tiltaket ble satt i gang i 2008 og til nå har mellom 2500 og 3000 eiendommer fått pålegg om å koble fra takavløp. De mest sårbare områdene prioriteres. Det gis også dispensasjoner der en slik frakobling ikke er mulig grunnet stedspecifikke hensyn. Så langt har ikke tiltaket blitt tvunget gjennomført noen steder. Erfaringer med tiltaket er gode, men det er for tidlig å si hvilken effekt tiltaket vil ha for fremtidig kapasitet. (Hansen 2011)

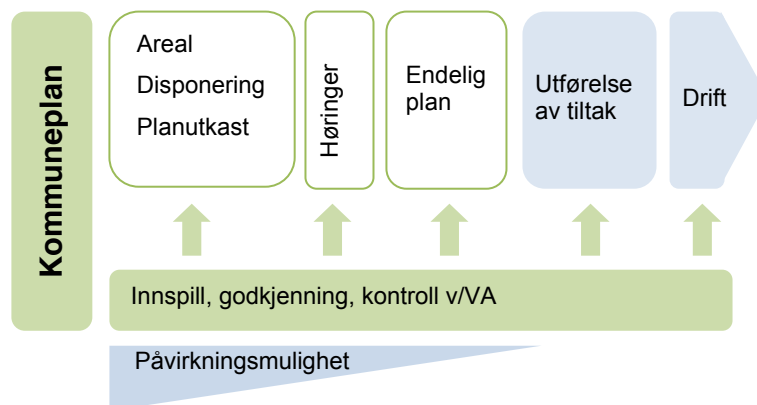
Stavanger ser for tiden på muligheten for å differensiere avløpsgebyret i en spillvannsdal og en overvannsdal. Den juridiske muligheten for dette er i dag uavklart og flere avklaringer er nødvendig før det kan være aktuelt å gå videre med en slik ordning. Stavanger har hatt møter med Klima og Forurensningsdirektoratet angående problemstillingen. VA etaten i Stavanger kommune mener dette kan være en god måte å motivere til økt bruk av LOD, og ser på dette virkemiddelet som mer aktuelt enn å innføre en delvis tilbakebetaling av tilknytningsgebyr ved frakobling av overvann. Videre påpekes utfordringene til hvordan kommuner eventuelt må avsette midler til et overvannsgebyr fra vei. (Høyvik 2011)

Flere norske byer er i tillegg med i ulike prosjekter både nasjonalt og internasjonalt. Noen prosjekter har et direkte fokus på overvannshåndtering, andre har det som del av et større prosjekt.

4.2.2.2 Samarbeidsprosesser

Hvordan en kommune bør organisere et tverretattlig samarbeid for å sikre en god overvannshåndtering vil variere i den enkelte kommune. For å få til dette er det oversiktlig å innføre et formalisert tverretattlig samarbeid for lokal overvannshåndtering. Overvannshåndtering har fått et økt fokus i planprosessen gjennom den nye plan og bygningsloven. Dette kan bidra til at overvann kommer med i både reguleringsplaner og detaljplaner i større grad enn det som er tilfellet i dag. Det er særlig samarbeidet mellom plan og bygningsetat og VA etat som er sentral for etablering av overvannsløsninger i forbindelse med byggeprosjekter. For overvannsløsninger i kommunal forvaltning er det naturlig at VA etaten og park etaten får et tettere samarbeid for å få utviklet gode felles løsninger for å integrere overvannsløsninger som en naturlig del av urbane grøntområder. I tillegg er det behov for å fordele vedlikehold og kostnader på en hensiktsmessig måte.

Under er en skisse fra overvannsveilederen til Fredrikstad kommune vist. Den beskriver graden av påvirkningsmulighet i forhold til hvor man er i planleggingsfasen og illustrerer godt viktigheten av tidlig involvering. Det er også avgjørende at informasjon og veiledning til den utførende part er tilstrekkelig for å sikre at utbyggingen skjer i tråd med hensikten.



FIGUR 36: VURDERING AV PÅVIRKNINGSMULIGHET (FREDRIKSTAD KOMMUNE 2007)

4.3 LOD UTENFOR NORGE

Internasjonalt har man etter hvert en del erfaringer knyttet til bruk av LOD, eller bærekraftige overvannssystem som det ofte kalles internasjonalt. Sverige har også byttet ut sitt begrep for LOD med "hållbar dagvattenhåndtering" nylig, på grunn av en del missforståelser knyttet til begrepet.

Det finnes en rekke veiledere som er utarbeidet og til dels mye data om effekt og tilstand til eksisterende anlegg. Av særlig interesse er erfaringer og arbeid fra våre naboland da disse har en flere likheter både juridisk og geografisk.

4.4 LOD I SKANDINAVIA

SVERIGE

LOD i Sverige har hatt en annen utvikling enn hva som er tilfellet for Norge. Allerede på 70-tallet startet utbygging av kommunale tiltak for lokal håndtering av overvann. De siste ti år har antallet dammer tidoblet seg. I Sverige eksisterte det over 1000 kommunale dammer for overvannshåndtering i 2007 (Falk & Falkonia 2007). Dammer med permanent eller midlertidig vannspeil er det mest utbygde LOD-tiltaket i Sverige (Daywater 2003). Tidligere LOD løsninger har hatt fokus på å samle overvannet til større kommunale dammer, men det har skjedd en fordreining de senere år (Delshammar et al. 2004).

Flere urbane områder har etablert LOD som en helhetlig løsning for overvann. I Malmö er tiltak gjort flere steder på bakgrunn av dialog med huseierne der materialkostnader er dekket av kommunen. Å få gjennomført en slik ”myk” og lite regelbasert tilnærming til LOD er veldig avhengig av personlig engasjement både fra kommunal og eiers side. Et viktig argument for å få med huseierne var fokuset på de positive ringvirkninger som følge av grønt rekreasjonsområde. I etterkant kan man også vise til en økt tomteverdi. (Delshammar et al. 2004)

Sverige har til forskjell fra Norge en sektorlov for VA som gjør arbeid knyttet til regelverket mer oversiktlig. Det fremgår ikke detaljerte krav til LOD gjennom det nasjonale regelverket, men gir klarere rammer for lokal føringer. Også i Sverige diskuteres behovet for en nasjonal overvannsmyndighet, men her har man fått til en sektorlov selv om det ikke eksisterer en slik overordnet myndighet. Generelt så dekkes kommunale LOD-tiltak av VA gebyret dersom dette er nødvendig for å beskytte ledningsnettets mot overbelastning, men det er allikevel hyppig et finansieringssamarbeid der LOD-tiltak inngår som en del av grøntstruktur og har verdi som park og rekreasjonsområde. Den nye P105 rapporten til Svenskt Vatten om bærekraftig overvannshåndtering har tatt med avtalevilkår for ansvarsfordelig og finansiering i sitt forslag til mal for overensstemmelse rundt LOD-tiltak (Bäckman 2011).

Flere svenske byer har lokale forskrifter som åpner for tilbakebetaling av tilknytningsgebyr ved frakobling av overflatevann. Det er ulike variasjoner i tilbakebetalingen, alt etter hvor mye vann som holdes tilbake og om dette skjer på permanent basis, eller som en fordrøyningsløsning. For å få opp andelen LOD-tiltak i

Stockholm innførte kommunen fra år 2000 i tillegg en årlig avgift for overvann. Selv om denne avgiften er relativt lav sammenlignet med totale utgifter til VA tjenestene for en privathusholdning, håper kommunen at dette bidrar til økt utbygging av private lokale løsninger. I tillegg er det innført avgift for overvann fra vei med en trafikk større enn 15000 kjøretøy i døgnet regnet ut fra veiens areal og forurensningsgrad. En slik avgift virker fornuftig ettersom veiarealene bidrar med betydelige mengder med overvann og er den største enkeltkilden til forurensing. Avgiften som tas inn fra veieier tilsvarer 1/6 av utgiftene til overvannshåndtering i Stockholm (Stockholm Stad 2002).

Beregningsgrunnlaget for denne avgiften har ført til strid mellom veieier og VA og for tiden ligger denne saken til behandling hos den svenske VA nemnden. I Stockholm blir ca en tredjedel av alt regnvann transportert bort gjennom rørsystemer (Stockholm Stad 2002).

Ved innføringen av overvannsavgiften i Stockholm ble alle eiendommer ilagt full avgift. Den enkelte eiendomseier måtte i ettertid søke om en redusert avgift ved lokale tiltak. Tall fra 2009 viser at 48,2 % av eneboliger og villaer i Stockholm har fått redusert sitt overvannsgebyr som følge av lokale tiltak på tomten. I dette inngår alle som har kuttet sin videreførte vannmengde med mer 50 % eller mer. I tillegg har 14,5 % av leilighetstomter og industriotomter fått tilsvarende reduksjon. Ved søknad om reduksjon har denne blitt innvilget uten kontroll, men stikkprøvekontroller er i etterkant foretatt på ca 10 % av stedene. Resultatet av stikkprøvene viser veldig få tilfeller der eier har søkt på om reduksjon på ugyldig grunnlag. (Fagerberg 2011)

Sammenlignet med Norge er data på LOD-tiltak, både knyttet til utbygging, drift og finansiering større. Likevel er kun et fåtall av dammene for overvannshåndtering blitt fulgt opp i forhold til dimensjoneringsmetode, funksjon og vedlikehold. Det ble gjort en svensk studie på kommunale svenske dammer i 2007. Her er ulike dimensjoneringskriterier undersøkt i tillegg til hydraulisk funksjonalitet og evne til å rense overvannet. Rapporten viser stor variasjon i hvordan dammene er utformet og hvor god kapasitet disse har til å ta hånd om vann fra det aktuelle området. Den viser variasjoner i hvordan vedlikeholdsplaner er laget og om disse blir fulgt. Ansvar for vedlikehold er også varierende. Parkvesenet har vedlikeholdsansvar for rundt halvparten av dammene i denne undersøkelsen, resten er fordelt mellom VA etaten og veivesenet. Investeringskostnadene for dammene varierer mellom 0,5 til 6 millioner SEK, men dammene har ulik utforming og størrelse. Halvparten av dammene har hatt større

vedlikehold som uttak av sedimenter, men også dette må ses i sammenheng med alder og størrelse på anlegget. (Falk & Falkonia 2007)

Ett av referanseprosjektene i Sverige ble anlagt i området Augustenborg rundt årtusenskiftet. Dette var et område med 50-talls bebyggelse og konvensjonelt rørsystem for avløpsvann som ble transformert til et område med lokal overvannsløsning. Siden dette var et referanseprosjekt ble det i stor grad finansiert fra statlig hold. Det er i ettertid gjort undersøkelser på hvor vellykket prosjektet har vært rundt implementeringsfasen i tillegg til funksjon og drift i etterkant. Et bredt spekter med involverte har blitt intervjuet. Det fremgår at kompleksiteten er større i en overvannsløsning basert på LOD prinsippet da dette innbefatter mange ulike aktører og interesser. Finansiering av nødvendige vedlikeholdstiltak fremheves også som en av utfordringene. Det blir i tillegg påpekt problemer knyttet til manglende vedlikehold av dammene i form av søppel og noen problemer knyttet til mindre luktplager som følge av stillestående vann.



FIGUR 37: EN DEL AV LOD ANLEGGET I AUGUSTENBORG FOTO: MILJÖFÖRVALTNINGEN MALMÖ STAD

DANMARK

Danmark har de senere år hatt en rekke regnhendelser der avløpssystemet i byene har vært uten mulighet til å ta unna de store vannmengdene. For å redusere faren for oversvømmelser i fremtiden er det laget flere omfattende rapporter. En av disse er interesseorganisasjonen for vann og avløp, DANVA, sin klimakokebok som beskriver hvordan det vil være mulig å håndtere kapasitetsproblemer og oversvømmelser i fremtiden. Løsninger gis på bakgrunn av analyser av avløpssystemer og vannløp i byområder i sammenheng med klimautfordringer. Bærekraftige overvannssystemer skal benyttes i størst mulig grad. (Paludan et al. 2011)

For å møte klimautfordringene har København Kommune utarbeidet en metodekatalog med håp om at denne bidra til mindre skepsis og mer utbygging av lokale løsninger (København Kommune 2010a). Metodekatalogen beskriver ulike tiltak for lokal anvendelse av overvann på en detaljert og grundig måte med eksempler og dimensjoneringsbeskrivelser. København vedtok i 2011 sin klimatilpasningsplan. Den konkluderer blant annet med at det nåværende avløpssystem ikke har kapasitet til å ta unna kraftige regn, men at det vil være for dyrt å foreta kapasitetsøkning for å sikre seg mot dette. Derfor fremgår det av rapporten at det i stor grad skal fokuseres på lokale tiltak. Servicenivået til innbyggerne er lagt for å sikre 1 etasje, ikke kjeller. Dette er begrunnet ut fra historiske, tekniske og økonomiske hensyn (København Kommune 2011). Kommunene i Danmark har riktignok mulighet til å sette et strengere servicenivå etter eget ønske (Spildevandskomiteen 2005).

Ved å disponere alt overvannet lokalt har man en lovfestet rett til å få tilbakebetalt delen av tilknytningsgebyret som kan sies å representere overvannsdelen. Dessverre har den frivillige andelen LOD-tiltak som følge av informering og tilbakebetalingen vært begrenset i allerede bebygde områder. For nybygg gir den danske plan og bygningsloven mulighet til å pålegge en rekke LOD-tiltak. København kommune har for eksempel pålagt krav om LOD-tiltak i alle prosjekter som forandrer på et areal større enn 300 m² og pålagt grønne tak dersom en takvinkel på mindre enn 30 grader benyttes. (København Kommune 2010b)

Det har også vært lovlig å bruke takvann til toalettspyling og vaskemaskin siden 2000 og fra 2007 kunne kommunene pålegge dette i lokalplaner (Lov om vandforsyning 2007). Et slikt anlegg subsidieres av København Energi med 10.000kr ved etablering, noe som utgjør rundt en fjerdedel av prisen. Under ti foretak og privatpersoner søkte i 2010 om denne støtten (Nielsen 2011).

TABELL 5: KRAV FOR AVLØPSSYSTEM I DANMARK FOR OPPSTUVNING (Spildevandskomiteen 2005)

Arealanvendelse	Minimum funksjonskrav. Gjentaksintervall (år) for oppstuvning over terreng
Bolig- og forretningsområder med fellessystem	10
Bolig- og forretningsområder med separatsystem	5

Kommunenes skadeansvar er begrenset til servicenivået og de er derfor ikke ansvarlig for oversvømmelser i kjeller dersom minimums servicenivå er valgt. Kjellere vil derfor måtte sikres på boligeierens eget initiativ ved eksempelvis en tilbakeslagsventil.(København Kommune 2011) Det er i følge DANVA meget sjelden at kommunen dekker kjelleroversvømmelser (Friis 2011). Også danske forsikringsselskaper har tatt forbehold om vannskader og den generelle regelen sier at forsikringen ikke dekker vannskader med mindre det er snakk om et "voldsomt regn". Dette er for tiden definert til å være minimum 40-50mm/døgn, eller 1mm/minutt i følge forsikringsselskapenes bransjeorganisasjon i Danmark og justeres jevnlig (Forsikring&Pension 2010).

Danmark har gjennom et partnerskap med over 75 virksomheter, forskningsinstitusjoner og kommuner satt i gang prosjektet *Vand i Byer*. Målet er å finne gode fremtidige urbane løsninger knyttet til økende nedbørmengder. Samarbeidet ledes av Karsten Arnbjerg-Nielsen ved Danmarks Tekniske Universitet (DTU) og finansieres av staten og de ulike partnerne. Budsjettet er på 100 millioner over 5 år. Partnerskapet har blant annet opprettet en nettside kalt LAR i Danmark(LOD i Danmark). Denne idekatalogen inneholder informasjon om eksisterende LOD prosjekter i tillegg til planlagte LOD

prosjekter og er knyttet opp mot et kart som gjør det enkelt å finne lokalitet. Her finnes detaljerte beskrivelser av de ulike tiltakene. Nettsiden inneholder også en generell fremstilling av LOD-tiltak. (Forsknings- og Innovasjonsstyrelsen 2010)

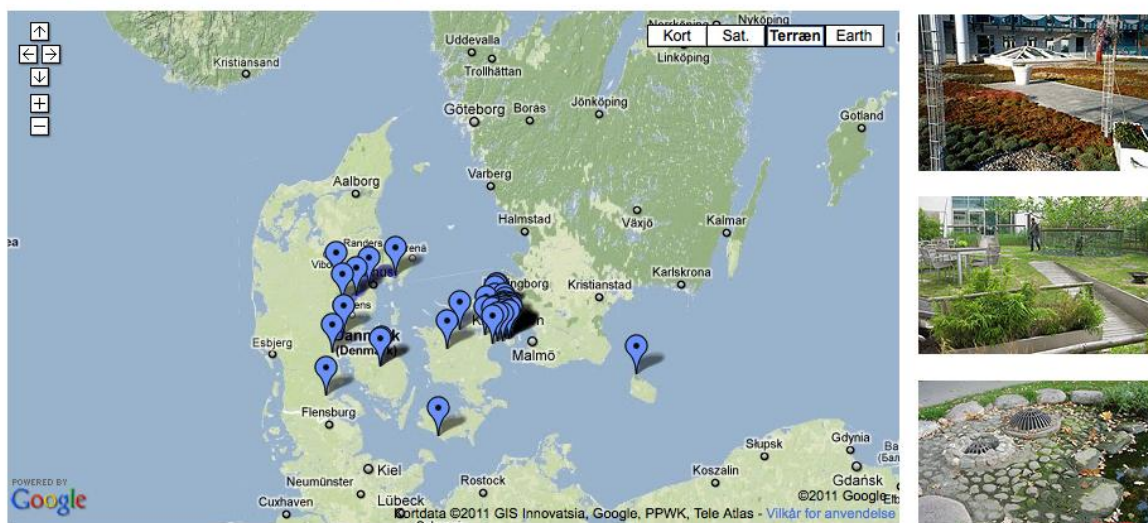
LAR i Danmark Idékatalog



Søg på emne, lokalitet eller bynavn...

Generelle metoder Idéer Ordliste/links Din idé Kontakt Om Vand i Byer

Her kan du se de sidste nye idéer i Idékataloget



FIGUR 38: PORTALSIDEN TIL WWW.LARIDANMARK.DK

Infiltrasjonskassetter er den løsningen som har vært mest frontet i en privat urban sammenheng i Danmark de siste år. I København er interessen for infiltrasjonsanlegg stor i følge København Energi. De har tilbakebetalt tilknytningsgebyr for 93 infiltrasjonsanlegg. I København holder anleggseier(København Energi) en oppstartskontroll i tillegg til årlig tilsyn med regnvannsanlegg med gjenbruk av takvann for å sikre at disse virker som tiltenkt. For infiltrasjonsanlegg gjennomføres en etableringskontroll av København Energi, men ikke årlig kontroll. Kontrollene dekkes av København Energi. (Nielsen 2011)

4.5 FINANSIERING

Det er i Norge uklart hvordan overvannet skal betales for. Hvorvidt lokale tiltak kan ses på som del av et avløpsanlegg eller ikke er dårlig definert i gjeldende regelverk. Dette gir videre utslag for overvannshåndteringen siden VA gebyret bare kan brukes til å finansiere kostnader som faller inn under definisjonen av avløpsanlegg. Gebyret dekker i dag kostnader for overvann som fanges opp i kommunalt nett. Også ved bruk av egne overvannsledninger har dette vært uproblematisk siden ledningsnett ligger innunder definisjonen. For LOD-tiltak er situasjonen annerledes. Hvordan dette løses i fremover kan ha stor innvirkning på lokale kommunale overvannstiltak.

Ingen kommuner tar i dag direkte betalt for å yte overvannstjenesten og overvannet er å betrakte som en gratispassasjer som inngår i de totale kostnadene for VA anlegg. Avløpsgebyret er definert ut fra vannforbruket til kundene. Dette faller meget heldig ut for kunder med stor andel tette flater og lavt vannforbruk. Et eksempel er veieier som tilfører ledningsnettets store mengder overvann i urbane områder uten å betale. Flere svenske og danske kommuner tar betalt for overvann fra vei, men med nåværende norske regler er dette vanskelig. Som fremlagt i delkapittel 3.2.1.3 finnes det imidlertid kommentarer til loven som peker i retning av at dette kan være mulig, men dette er omdiskutert. KLIF mener i dag at det generelt er uklart hvilke overvannstiltak som kan finansieres over VA gebyret (Farestveit 2011).

LOD-tiltak kan utover å ta hånd om overvannet også fremstå som en naturlig del av et rekreasjonsområde. Et delt bruksområde kompliserer kostnadsfordeling mellom etatene ytterligere både ved investering og drift. I Sverige blir LOD-tiltak finansiert over VA gebyret dersom dette er nødvendig for å sikre kapasiteten på ledningsnettets. Riktignok er finansieringen her også uklar dersom deler av løsningen er å betrakte som et rekreativt grøntareal. I slike tilfeller blir gjerne deler av kostnaden lagt over skatteseddelen. Det finnes ingen klare regler for hvordan denne fordelingen skjer i Sverige. (Bäckman 2011)

Private LOD-tiltak som bygges blir finansiert av utbygger i Norge. Det eksisterer ingen tilskuddsordninger til slike tiltak eller andre insitamenter, med mindre tiltaket er del av et forskningsprosjekt. Allerede eksisterende kommunale tiltak har mer ulik finansiering. delt. Hva et VA gebyr kan dekke av lokale overvannstiltak er helt nødvendig for å få avklart.

4.6 KOMMUNENS ANSVAR VED VANNSKADER

Fortetting og økte nedbørsintensiteter setter stadig urbane avløpssystemer på nye prøver. Etersom levetiden på VA systemer ofte har 100-års perspektiv, er det vanskelig å forutse om dimensjoneringen vil holde i fremtiden. Deler av dagens system er bygget på en tid da det var vanskelig å se for seg den store befolkningsveksten byene har hatt i etterkant. Den nåværende situasjonen i flere norske byer er preget av et avløpsnett som har problemer med å ta unna de store vannmengdene. Når kapasiteten overskrides havner dette vannet der det hydrologisk er enklest å strømme. Dette kan enten være i et kontrollert overløp til elv, ut av et kumløkk eller opp i en kjeller. Særlig det siste skaper umiddelbare reaksjoner på grunn av skader som oppstår. For de fleste dekkes dette av en forsikring mot en egenandel. Økt frekvens er upopulært for forsikringsselskapene som stort sett dekker slike skader, og dette har ført til at forsikringsselskapene de senere år har stilt flere regresskrav mot kommuner om å dekke deler eller hele erstatningsbeløpet ved vannskader som skyldes kapasitetsproblemer. I flere av disse sakene har forurensningslovens § 24a vært sentral. Denne ilegger anleggseier objektivt ansvar dersom skade oppstår på grunn av manglende vedlikehold eller kapasitet uansett skyld. Det er mange ulike meninger om omfanget av dette ansvaret. Fremtidens gyldighet av § 24a ved underkapasitet i tilknytning til kraftige regnskyld fremover er usikker. For å gjøre saken enda mer kompleks er det veieier som i stor grad er ansvarlig for å holde sluk og sandfang i en god tilstand for nettopp å hindre sand på avløpsledninger som nedsetter kapasiteten.

Kommunen har med dagens regelverk en uklar mulighet til å ta betalt for overvannet som de i ettertid kan bli stilt ansvarlig for å dekke kostnadene for ved et skadeoppgjør. Det gir en urimelig situasjon for kommunene og påpeker nok en gang behovet for oppklaring i både regelverk og ansvar.

4.7 OPPSUMMERENDE ULIKHETER I SKANDINAVIA

Landene i Skandinavia har historisk sett hatt en ulik utbygging av lokale overvannsløsninger. Sverige er avgjort det landet som på et tidlig tidspunkt har satset mest på alternative overvannstiltak, særlig fra offentlig side med utbygging av en rekke kommunale tiltak. Noen få enkelprosjekter har tidlig blitt bygget i Norge, men generelt har lokale løsninger hatt lite fokus. Danmark ligger også nærmere Norge på den historiske utbyggingen av LOD, men i de senere år har dette endret seg.

Danmark har på nåværende tidspunkt størst oppmerksomhet rundt lokale overvannsløsninger. Et økt klimafokus og en rekke kraftige regnhendelser med påfølgende oversvømmelser har trolig påvirket utviklingen. Det har i løpet av 2000-tallet blitt iverksatt flere tiltak for å informere og oppfordre til bruk av LOD i Danmark. Derimot mangler Danmark i likhet med Norge fortsatt langtidserfaringer. Dette har Sverige en bedre dekning av, særlig innen dammer, siden dette har vært et hovedområde for LOD i Sverige over lenger tid. Etter hvert har også enkeltstående LOD-tiltak fått mer fokus. Sverige har gjennom flere offentlige-private samarbeid etablert tiltak og dermed introdusert LOD-konseptet for innbyggere. Også Danmark har i senere tid satt i gang flere tiltak som et inspirasjonssvindu for fremtidig bruk. Dette bidraget er vesentlig mindre i Norge.

Det blir både oppfordret til og delvis pålagt lokale tiltak ved nyetablering av bebyggelse i store norske byer nå. Dette skjer uten å kunne vise til gode relevante referanseprosjekter. Kommunenes VA etater og utbyggere er derfor i større grad nødt til å prøve ut løsninger basert på teoretiske, tekniske beskrivelser. Fremtidige dimensjoneringskriterier er heller ikke utarbeidet nasjonalt, som for eksempel klimafaktorer. Norske kommuner får derfor mye arbeid lokalt istedenfor at dette i større grad avklares nasjonalt.

Muligheten til å pålegge LOD-tiltak og muligheten for å ta betalt for dette er forholdsvis lik i Danmark og Sverige. Riktignok er det også her begrensede muligheter for hva som kan pålegges i bebygde områder. Danmark har i større grad føringer for overvannshåndtering i nasjonale lover, mens i Sverige finnes det meste av detaljer utarbeidet på lokalt plan i kommunene. Begge landene har muligheter for tilbakebetaling av tilknytningsgebyr for private overvannsløsninger og dette praktiseres som et insitament. Effekten av tilbakebetaling er imidlertid moderat i Danmark. Det viser tallene fra for eksempel København som sier at 93 tiltak har fått tilbakebetalt

tilknytningsgebyr som følge av LOD-tiltak (Nielsen 2011). I en så stor by representerer dette en veldig liten andel av eksisterende areal. Tallene fra Stockholm er mer oppløftende der nesten halvparten av tomteeierne har redusert sitt overvannspåslipp med 50 % eller mer. Betaling for kommunale LOD-tiltak over VA gebyret er akseptert i både Sverige og Danmark. Sverige krever inn gebyr for overvann fra både privat og offentlig grunn i store byer. Danmark tar bare betalt for overvann fra vei, mens overvann fra tomt er innbefattet i den generelle avløpsavgiften. Norge har diffuse muligheter for både å ta betalt for overvannet og å refundere tilknytningsbidrag. I tillegg er det uklart i hvilken grad lokale tiltak kan pålegges i eksisterende områder. Dette gir et mer krevende utgangspunkt for å få til en økning av lokale tiltak. Avklaringsarbeidet går sakte til tross for oppfordringer til myndighetene fra flere hold. Hvor lenge det vil vare før slike avklaringer foreligger er usikkert, både i form av sektorlovarbeid og arbeid med en nasjonal overvannsmyndighet for en bedre styring av overvannsutfordringer.

Servicenivået for hva landene skal tilby å ta ansvar for er ulikt for oppstuvning av overvann i avløpsrør. I norske kommuner er et servicenivå på 90 cm over den aktuelle avløpsledning vanlig. Dette innebærer at kommunene ofte tar ansvar for oppstuvning av vann i kjeller. Sverige og Danmark har satt nivået til overflatenivå. Norge har dermed mye høyere forpliktelser overfor sine abonnenter.

4.8 MULIGHETER/VEIEN VIDERE

For å gjøre implementering av lokal overvannshåndtering enklere fremover, finnes flere mulige forbedringer.

Den juridiske avklaringen og opprydningen rundt ansvarsforhold, økonomi og krav som kan stilles er nødvendig. I denne prosessen er erfaringene fra våre naboland nyttige. Det vil være til stor hjelp for kommunene å få til en mer nasjonal styring av temaet for å unngå at alle kommuner må utarbeide regler og retningslinjer individuelt hvis dette ikke er nødvendig. Danmark har i stor grad gjort dette i sitt nasjonale lovverk. I tillegg kommer viktigheten av mer formaliserte samarbeidsrutiner tverrfaglig i både kommuner og andre fagmiljøer som involveres. Dette for å få til integrering av løsninger tidlig i planprosessene mens den reelle påvirkningsmuligheten fortsatt er stor.

Overvannshåndteringen i Nansenparken på Fornebu var et FoU prosjekt for å høste erfaringer med storskala LOD. Prosjektet har gitt en del erfaringer, men mange av de

reelle erfaringene forekommer først om flere år når en merkbar mengde overvann blir tilført fra fremtidige tette flater i området. For å få erfaringer og å motivere til bruk kan referanseprosjekter i ulike skalaer være nyttig. Referanseprosjektene kan for eksempel etableres i form av FoU prosjekter av ulikt størrelse, som fokuserer på enkelthus, bykvartal og større områder. Det vil være en fordel om noen prosjekter blir anlagt i eksisterende bebygde områder der overvannet i dag ledes til avløp, siden slike transformasjoner ofte kan være ekstra krevende.

Å sørge for at informasjon om overvannshåndtering er tilstrekkelig og lett tilgjengelig er meget viktig. Dette gjelder både informasjon knyttet til teknisk, organisatorisk og erfaringsaspekter ved arbeidet. En felles nasjonal plattform på internett vil kunne være av stor nytte, i likhet med *LAR i Danmark* som nå bygges opp i Danmark. Her er det mulig å samle både teknikker og erfaringer i tillegg til å gjøre det oversiktlig hvilke tiltak som er gjennomført i lokalområdet fra før. De få erfaringene som finnes om LOD i Norge i dag har dårlig og fragmentert tilgjengelighet. Å opprette en nasjonal nettside for LOD i Norge vil være et enkelt, men viktig bidrag for øke informasjonsflyten.

5 KONKLUSJON

Norge møter økende utfordringer knyttet til håndtering av overvann i urbane områder. Dette skjer grunnet endrede nedbørsmønster, nedbørsintensiteter og en menneskepåvirket endring av overflateavrenningen.

Det er flere faktorer som spiller en viktig rolle for implementeringen av LOD-tiltak. Det eksisterende regelverket fremstår i dag som mangelfullt og uklart på flere sentrale punkter. Det er derfor avgjørende med en oppdatering av dette for å kunne jobbe effektivt videre. Grunnet så langt liten satsing på LOD finnes kun begrenset kunnskap. Flere relevante erfaringer fra Sverige og Danmark kan brukes videre i implementeringsprosessen som inspirasjon til gode løsninger på både juridiske, organisatoriske og tekniske overvannsutfordringer i Norge. Kompetanseutvekslingen innad i Norge må også sikres gjennom godt samarbeid og lett tilgjengelig informasjon for alle involverte parter. På denne måten kan bærekraftige løsninger lettere utvikles for fremtiden.

Implementering av LOD er en mer integrert del av det lokale miljø og kan bidra til en positiv effekt lokalt. Siden løsningene ofte integreres i den generelle utformingen av området, er det behov for å involvere flere for å komme frem til en god helhetlig løsning. Dette gir en mer omfattende planlegging og flere aspekter å ta hensyn til, enn hva som er tilfelle for konvensjonelle systemer. Dersom det lykkes så få til en mer helhetlig satsing på lokale overvannsløsninger, kan dette være et viktig bidrag for å møte overvannsutfordringene i Norge.

6 BEGREPSAVKLARING

LOD: Lokal overvannsdiskonering.

LAR: Lokal anvendelse av regnvann

Overvann: Regnvann, smeltevann og dreneringsvann.

Spillvann: Sanitært avløpsvann og industrielt avløpsvann

Avløpsvann: Spillvann og overvann.

Separatsystem: Spillvann og overvann går i hvert sitt rørsystem.

Fellessystem: Et felles rørsystem for spillvann og overvann.

Oppstuvning: Økt vannstand i kummer, sluk og rør som følge av økt trykk i rørsystemet.

Konsentrasjonstid: Tiden før alle deler i et nedbørsfelt bidrar til avrenningen.

Nedbørsfelt: Definerert område der nedbør faller og naturlig drenerer til samme punkt

Permeabel flate: Flate der vannet kan trenge gjennom

Porevolum: Andel vannvolum ut av totalt volum.

Avrenningskoeffisient: Et dimensjonsløst mål for overflateavrenningen som et regn forårsaker på et gitt areal (Winther et al. 2006).

Gjentaksintervall: Statistisk gjennomsnittlig frekvens

Allmenn plass: Veier, gater, åpne plasser og parker i offentlig forvaltning.

VA: Vann og Avløp

FoU: Forskning og Utviklingsarbeid

NOU: Norges Offentlige Utredninger

7 LITTERATURLISTE

- AMBIO, M. (2008). *Aksjon Jærvassdrag - Samarbeid om bedre vassmiljø*. Stavanger: AMBIO.
- Bamberg, P. (2009). *Eksempler på fordrøyning av overvann*.
- Bamberg, P. (2011). *Fordrøyningsløsning Smeaheia* (Epost november).
- Betalingsloven. (2010). *Lov om betalingsregler for spildevandsforsyningsselskaber m.v.* Tilgjengelig fra: <https://www.retsinformation.dk/Forms/r0710.aspx?id=131457&exp=1>.
- Bjørbekk & Lindheim. (2009). NANSEN PARKEN PÅ FORNEBU – BÆRUM KOMMUNE. Oslo.
- Borgejordet, S. N. (2010). Åpen håndtering av overvann i stor skala. *Kommunal teknikk nr 5*.
- Bregulla, J., Powell, J., BRE & Yu, C. (2010). *A simple guide to Sustainable Drainage Systems for housing*. Amersham: NHBC Foundation.
- Byggteknisk forskrift. (2010). *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*. Tilgjengelig fra: <http://websir.lovdata.no/cgi-lex/wiftil?/for/sf/hf-20100326-0489.html>.
- Bäckman, H. (2011). *LOD i Norge* (Epost 09.11.).
- DANVA. (2011a). *Betaling af vejbidrag*. Tilgjengelig fra: <http://www.danva.dk/Default.aspx?ID=3069&TokenExist=no>.
- DANVA. (2011b). *DANVA indekstal*. Tilgjengelig fra: <http://www.danva.dk/Default.aspx?ID=3122&TokenExist=no> (lest 16.10.2011).
- Daywater. (2003). *Report 5.1 Review of the use of stormwater BMPs in Europe*: Middlesex University.
- Delshammar, T., Huisman, M., Kristiffersson, A., Sveriges Lantbruksuniversitet & Institusjonen för landskap- och trädgårdsteknik. (2004). *Uppfattningar om öppen dagvattenhandtering i Augustenborg, Malmö*: Augustenborgs Botaniska Takträdgård.
- Dickie, S., MacKay, G., Ions, L. & Shaffer, P. (2010). *Planning for SuDS – making it happen*. London: CIRIA.
- EPA, U. S. E. P. A. (2003). *Protecting Water Quality from URBAN RUNOFF*. Washington: United States Environmental Protection Agency.
- EPA, U. S. E. P. A. (2007). *Reducing Stormwater Costs through Low Impact Development (LID) Strategies and Practices*. 37 s.
- Evans, E., Thorne, C. R. & Penning-Rowsell, E. C. (2007). *Future flooding and coastal erosion risks*. London: Thomas Telford. xiv, 514 s. s.

- Fagerberg, J. (2011). *Håndtering av overvann i Stockholm* (Epost November).
- Falk, J. & Falkonia, A. (2007). *Erfarenheter med kommunala Dagvattendammar*. Stockholm: Svenskt Vatten AB.
- Farestveit, T. (2011). *Klima og forurensningsdirrektoratet, Finansiering lokal overvannshåndtering*. Oslo (epost 21.11).
- Flæte, O. (2010). *Tilpassing til eit klima i endring: samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane*. Norges offentlige utredninger, b. NOU 2010:10. Oslo: Statens forvaltningstjeneste. Informasjonsforvaltning. 239 s.
- Forsikring&Pension. (2010). *Forsikringen dækker ved voldsomt skybrud*. Hellerup. Tilgjengelig fra:
<http://www.forsikringogpension.dk/presse/nyheder/2010/Sider/forsikringen-daekker-ved-voldsomt-skybrud-2.aspx>.
- Forsknings- og Innovationsstyrelsen, M. f. f., innovation og videregående uddannelser. (2010). *Nyt partnerskab skal redde byer fra oversvømmelse* Tilgjengelig fra:
<http://www.fi.dk/nyheder/pressemeddelelser/2010/nyt-partnerskab-skal-redde-byer-fra-oversvoemmelse>.
- Forskrift om vassdragsmyndigheter. (2000). *Forskrift om hvem som skal være vassdragsmyndighet etter vannressursloven*. Tilgjengelig fra:
<http://www.lovdatab.no/cgi-wift/wiftldrens?/app/gratis/www/docroot/for/sf/dl/te-20001215-1270-001.html>.
- Forurensningsforskriften. (2004). *Forskrift om begrensnig av forurensning*. Tilgjengelig fra: http://lovdatab.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/app/gratis/www/docroot/for/sf/md/md-20040601-0931.html&emne=forurensningsforskrift*&&.
- Forurensningsloven. (1981). *Lov om vern mot forurensninger og om avfall*.
- Fredrikstad Kommune. (2007). *Overvannsrammeplan*: Fredrikstad Kommune. 44 s.
- Friis, K. (2011). *DANVA, Regelgrunnlag for LAR* (Epost 24.10.2011).
- Göteborg Stad. (2009). *Föreskrifter för vatten- och avloppstaxa i Göteborg*.
- Hansen, A. J. (2011). Fredrikstad Kommune: Pålegg om frakobling av takrenner i Fredrikstad. I. Oslo.
- Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Frøland, E. J., Roald, L. A., Børsheim, K. Y., Hisdal, H., Lawrence, D., Nesje, A., Sandven, S., Sorteberg, A., et al. (2009). *Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassning*. Oslo: Norsk klimasenter.
- Henriksen, J. (2011). Flom i kjellere og på veier på grunn av gamle og nedslitte VA-anlegg. s. 1.

- Hofshagen, T. (2004). *Trenger Norge en VA-lov? : drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp*. NORVAR-rapport. Hamar: Norsk vann og avløp. 61 s. s.
- Hofshagen, T. (2011). *Åpen høring i Stortingets kommunal- og forvaltningskomité torsdag 27. oktober 2011 kl. 15.20*: Stortinget.
- Hoven. (2011). *Holmlia Vaktmesterservice, LOD Holmlia*. Oslo (29.11).
- Høyvik, S. H. (2011). *Stavanger Kommune, Lokal overvannsdiskonering*. Stavanger (11.10).
- IPCC. (2008). *Sammendrag for beslutningstakere. En rapport fra arbeidsgruppe i FNs klimapanel (IPCC)*. Oslo: SFT. 21s s.
- Jakobsen, G. (2010). *Vann- og avløpsrett*. [Hamar]: Norsk Vann. 471 s. s.
- Johansen, T. A. (2001). *Under byens gater: Oslos vann- og avløpshistorie*. Oslo: Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten. 263 s. s.
- Kopseng, K. H. O. V.-o. A. (1991). *Overvannsteknikk og teknologi - Et effektiviseringspotensiale i megaklassen*: Norske Sivilingeniørers Forening - Studiesenteret.
- Kopseng, K. H. V. O. K. (2011). *VAV, Oslo Kommune, Møte og befaring om lokal overvannshåndtering på Holmlia*. Oslo (09.10).
- København Kommune. (2010a). *LAR-relevant lovgivning* (lest 10.09.2011).
- København Kommune. (2010b). *Miljø i byggeri og anlæg*. 47.
- København Kommune. (2011). *København klimatilpasningsplan*. København: København Kommune.
- Lag om allmänna vattentjänster. (2006). *Lag(2006:412) om allmänna vattentjänster*. Tilgjengelig fra: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20060412.htm>.
- Lindholm, O. (2007). *Klimatilpasninger - Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg*. Oslo: Statens forurensningstilsyn.
- Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. & Aaby, L. (2008). *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*. Norsk Vann rapport, b. 162, 2008. Hamar: Norsk Vann BA. 79 s. s.
- Loppen, K. V. (2011). *Befaring av Nansenparken på Fornebu*. Fornebu (25.08).
- Lov om vandforsyning. (2007). *Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg*. Tilgjengelig fra: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=113759&exp=1>.
- Motsfelt, S. (2011). *Befaring med driftsansvarlig ved Bjølsen Studenthjem, Studentsamskipnaden i Oslo*. Oslo (06.09).
- Nettverket blågrønne byer. (2011). *Vedtekter for Nettverket Blågrønne byer*.
- Nielsen, J. (2011). *København Energi, LAR i København* (09.11).

- Norsk Vann. (2011). *Hva er Norsk Vann*. Hamar. Tilgjengelig fra: <http://norskvann.no/om-norsk-vann/hva-er-norsk-vann> (lest 1 November).
- Paludan, B. G. F., Nanna Høegh Nielsen, P.-C., Lina Nybo Jensen, P.-C., Annette Brink-Kjær, V. S., Jens Jørgen Linde, P.-C. & Ole Mark, D. (2011). *En kogebog for analyser af klimaændringers effekter på oversvømmelser i byer*. Skanderborg: DANVA.
- Plan- og bygglag. (2010). *Plan- och bygglag*.
- Planloven. (2009). *Lov om planlægging*. Tilgjengelig fra: <https://www.retsinformation.dk/print.aspx?id=127131>.
- Rambøll, D. A. S., ApS, E. H., KU, S. o. L., Miljø, D. & A/S, O. (2009). *Metodekatalog: København Kommune*.
- Regclim. (2000). *Klimaet i Norge om 50 år*. Oslo. Tilgjengelig fra: regclim.met.no/presse/download.
- SFT. (2003). *Statens forurensningstilsyns kommentarer til forurensningsforskriften*. Tilgjengelig fra: <http://www.klif.no/Regelverk/Forskrifter/Forurensningsforskriften/Kommentarer/>.
- Snøhetta. (2004). *Prosjekt Bjølsen Studentby*. Oslo (lest 02.11).
- Spildevandskomiteen, I. I. i. D. (2005). *Skrift nr. 27*. 66 s.
- SSB. (2010). *Kommunalt avløp 2010*. Tilgjengelig fra: http://www.ssb.no/var_kostra/.
- Stange, R. (2011). *Lokal overvannshåndtering, spørsmål om Bjølsen og Christian Krohgs gate til Dronninga Landskap AS*. Oslo (21.11).
- Stockholm Stad. (2002). *Dagvattenstrategi för Stockholm Stad*.
- Stockholm Vatten. (2008). *Avgift för vatten och avlopp*.
- Svenskt Vatten. (2011). *P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - Råd vid planering och utformning*. 1 utg. Solna: Svenskt Vatten.
- Trulserud, G. (2011). *Åpen høring i Stortingets kommunal- og forvaltningskomité torsdag 27. oktober 2011 kl. 14.57*: Stortinget.
- Vannressursloven. (2000). *Lov av 24. november 2000 nr. 82 om vassdrag og grunnvann (vannressursloven)*. Tilgjengelig fra: http://lovdata.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/app/gratis/www/docroot/all/nl-20001124-082.html&emne=vannressurslov*&.
- Vass- og kloakkavgiftslova. (1974). *Lov om kommunale vass- og kloakkavgifter* §91. Tilgjengelig fra: <http://websir.lovdata.no/cgi-lex/wiftfil?lov/nl/hl-19740531-017.html>.
- Viklander, M. & Bäckström, M. (2008). *Alternativ dagvattenhandtering i kallt klimat*: Svenskt Vatten Utvekling.
- Winther, L., Linde, J. J., Jensen, H. T., Mathiasen, L. L. & Johansen, N. B. (2006). *Afløbsteknik*. 5. udg. utg. Lyngby: Polyteknisk Forlag. 635 s. s.

