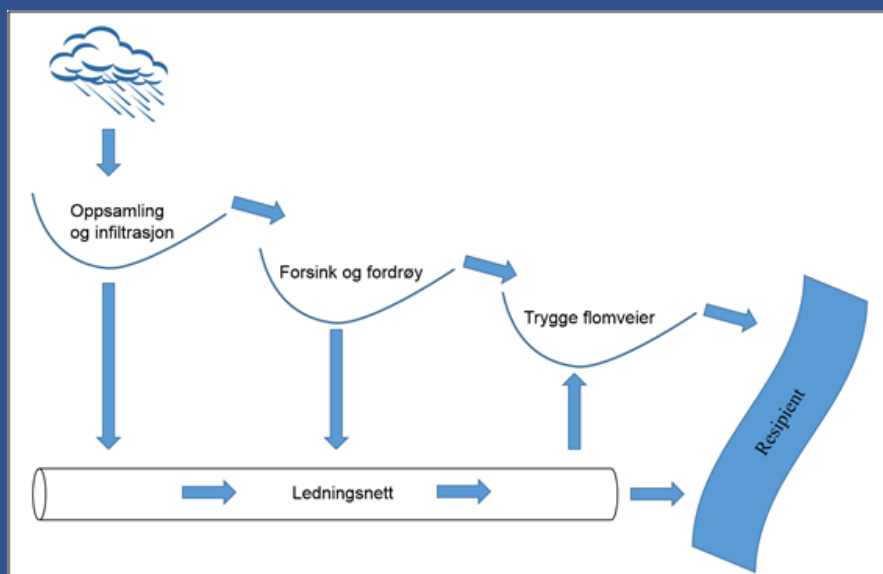


Kostnader og nytte ved overvannstiltak

Kristin Magnussen, Anja Wingstedt, Ingeborg Rasmussen, Rasmus
Reinvang

VISTA ANALYSE AS



Dokumentdetaljer

Vista Analyse AS	Rapport nummer 2015/02
Oppdragsgiver	Rapport nummer M-305 2015 Miljødirektoratet
Rapporttittel	Kostnader og nytte ved overvannstiltak
ISBN	978-82-8126-197-6
Forfatter	Kristin Magnussen, Anja Wingstedt, Ingeborg Rasmussen og Rasmus Reinvang
Dato for ferdigstilling	30. januar 2015
Prosjektleder	Kristin Magnussen
Kvalitetssikrer	Haakon Vennemo
Oppdragsgiver	«Overvannsutvalget»
Tilgjengelighet	åpen
Publisert	www.vista-analyse.no
Nøkkelord	Overvann, overvannstiltak, samfunnsøkonomisk nytte og kostnader, økosystemtjenester

Forord

Regjeringen har oppnevnt et utvalg som skal gå gjennom gjeldende lovgivning og rammebetingelser for kommunenes og andre aktørers håndtering av overvann og komme med forslag til endringer og forbedringer.

Dette prosjektet er skrevet på oppdrag av «Overvannsutvalget» ved Miljødirektoratet, som sekretariat for utvalget. Kontaktperson for oppdragsgiver har vært Guro Børnes Ringlund.

Prosjektet er gjennomført i et samarbeid mellom Vista Analyse og COWI, med Vista Analyse som prosjektleder. COWI har blant annet bidratt med beskrivelser av overvannstiltak og grunnlagsdata for beregninger av tiltakskostnader i kapittel 2 og i eksempelet i kapittel 6. I tillegg til Anja Wingstedt, har flere fra COWI bidratt med sin kunnskap om overvannstiltak, spesielt nevnes Ulf Erlend Røysted og Svein Ole Åstebøl. Kvalitetssikrer er Haakon Vennemo, Vista Analyse.

Underveis har vi fått gode og nyttige innspill og kommentarer ved presentasjon av en foreløpig versjon av rapporten i et møte med «overvannsutvalget» i desember 2014, og ved oppfølgende kommentarer fra utvalget, dets sekretariat og Miljødirektoratet.

Vi takker alle som har bidratt!

Prosjektet er gjennomført uten bindinger, og forfatterne er selv ansvarlige for resultatene.

Prosjektleder

Vista Analyse AS

Kristin Magnussen

Oslo, 30.01. 2015

Innhold

Forord.....	1
Hovedpunkter	5
1 Innledning.....	10
1.1 Bakgrunn.....	10
1.2 Prosjektets oppgaver	10
1.3 Metode og avgrensninger.....	11
1.4 Rapportens oppbygging.....	15
1.5 Begrepsforklaringer	16
2. Kostnader ved overvannstiltak.....	17
2.1. Overvannsstrategi.....	17
2.2. Plassering av tradisjonelle og lokale overvannstiltak i overvannsstrategien	18
2.3. Oversikt over overvannstiltak.....	19
2.3.1 Utgangsliste over tiltak.....	19
2.3.2 Prioritering av tiltak for videre kostnadsberegninger	21
2.3.3 Tradisjonelle overvannstiltak	22
2.3.4 Lokale overvannstiltak.....	22
2.4. Nærmere beskrivelse av aktuelle tiltak	23
2.4.1 Tradisjonelle overvannstiltak	23
2.4.2. Lokale overvannstiltak.....	25
2.5. Gruppering av overvannstiltak for videre beregninger	34
2.6. Kostnader ved overvannstiltak	35
2.6.1 Fremgangsmåte for beregningene	35
2.6.2 Investerings- og driftskostnader	36
2.6.3 Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader	39
2.6.4 Effekt: Håndtert overvannsmengde ved ulike tiltak	40
2.6.5 Kostnader per håndtert overvannsmengde (kost-effekt)	41
2.7. Vurdering av samfunnsøkonomiske kostnader ved overvannstiltak	43
3. Positive bidrag til bymiljø fra lokale overvannstiltak	46
3.1. Økosystemtjeneste-tilnærming for vurdering av nytte.....	46
3.2. Økosystemtjenester som kan påvirkes av lokale overvannstiltak.....	48
3.3. Beskrivelse og vurdering av viktige økosystemtjenester fra blågrønne overvannstiltak	50
4. Oversikt over skadeomfang med tilhørende kostnadsanslag for hendelser som medfører forsikringsutbetalinger	56

4.1.	Hva statistikken til Finans Norge inneholder	56
4.2.	Metode og gjennomføring for beregning av skadeomfang	57
4.3.	Forbehold	59
4.4.	Resultater	59
4.5.	Avsluttende kommentar	64
5.	Andre skadevirkninger av overvann	65
5.1.	Skader på bygninger og driftsavbrudd som følge av overvann	65
5.2.	Transportsektoren	68
5.3.	Vann og avløp.....	70
5.4.	Helsevirkninger	71
5.5.	Avsluttende kommentarer.....	72
6.	Regneeksempel.....	73
6.1	Bakgrunn og forutsetninger	73
6.2	Dimensjonerende avrenningsmengde.....	73
6.3	Håndtering med tradisjonelle overvanntiltak	74
6.4	Håndtering med lokale overvannsløsninger	75
6.5	Kostnader	75
	Referanser	79

Hovedpunkter

Bakgrunn og formål

Med *overvann* menes avrenning av nedbør, og vann fra snøsmelting på overflaten mens *overvannstiltak* er en fellesbetegnelse på tiltak for å infiltrere, fordrøye, transportere og behandle overvann.

Kraftige nedbørmengder på kort tid og avløpssystemer som ikke er tilstrekkelig dimensjonert for å håndtere den fremtidige nedbøren, kan føre til høye kostnader ved oversvømmelser i byer og tettsteder, og det er ventet at utfordringene vil øke i årene som kommer. Skadene ved store mengder overvann rammer både innbyggere, kommuner, forsikringsselskaper, og eiere av veier og annen infrastruktur. Siden avløpssystemer i byer og tettsteder ikke alltid er dimensjonert for tilførsel av store mengder overvann, kan det tilsi at overvann i fremtiden i større grad bør håndteres ved ulike lokale tiltak utenom, og i tillegg til, avløpssystemet.

Regjeringen har oppnevnt et utvalg som skal gå gjennom gjeldende lovgivning og rammebetingelser for kommunenes og andre aktørers håndtering av overvann og komme med forslag til endringer og forbedringer.

Som et ledd i utredningsarbeidet ønsker utvalget en systematisk oversikt over, og kvantifisering av, kostnader forbundet med å gjennomføre tiltak som reduserer skadepotensialet ved overvann. Videre har utvalget behov for en oversikt over antall overvannshendelser som fører til skade og ulemper per i dag, med tilhørende kostnader, som har med nyttesiden av overvannstiltak å gjøre. Det er også ønsket å se spesielt på nyttevirksomheter for bymiljøet av lokale (blågrønne) overvannstiltak.

Det er disse spørsmålene som er tema for denne rapporten.

Metode og avgrensing

Utgangspunktet for dette prosjektet er et ønske om å få fram nytte og kostnader for samfunnet ved gjennomføring av tiltak mot overvann. Det er da naturlig å benytte en samfunnsøkonomisk analyse for slike vurderinger.

En samfunnsøkonomisk analyse innebærer at man identifiserer og så langt som mulig kvantifiserer og priser alle virkninger som følger av gjennomføring av et tiltak, både nyttevirksomheter (fordeler) og kostnader (ulemper). Virkningene prises så langt det er mulig, men også virkninger som av ulike grunner ikke kan prises i en analyse, skal inkluderes. De virkningene som skal vurderes, er de virkningene som oppstår som følge av tiltaket, sammenlignet med en situasjon uten tiltak, det som i samfunnsøkonomisk analyse kalles «null-alternativet».

I en beregning av samfunnsøkonomisk nytte og kostnader skal i prinsippet alle vesentlige virkninger fanges opp. Dette inkluderer nytte og kostnader som prises i markedet, virkninger som det ved hjelp av ulike metoder og tilnærminger kan settes en kroneverdi på som representerer en betalingsvillighet, og virkninger som det av ulike årsaker ikke kan settes kroneverdi på. Kostnader som belastes offentlige budsjetter (inkludert kommunebudsjetter) inngår som en del av en samfunnsøkonomisk analyse på linje med kostnader og virkninger for private husholdninger, næringsliv og hele samfunnet sett under ett.

Ved beregning av tiltakskostnader innen vann- og avløpssektoren er det vanlig å se på kommunens samlede kostnader, uavhengig av om tiltaket er helt eller delvis finansiert gjennom ulike former for brukerbetaling eller gebyrer. Kostnader som tas av en privat utbygger er en samfunnsøkonomisk kostnad, men inkluderes ikke som en kommunaløkonomisk kostnad. Merverdiavgift inngår ofte som en kostnad i kommunens kostnadsberegninger, men skal ikke regnes med i en samfunnsøkonomisk analyse. Videre skal det regnes en skattefinansieringskostnad på offentlige utgifter i en samfunnsøkonomisk analyse, mens denne kostnaden ikke er relevant innenfor et kommuneøkonomiperspektiv.

Dersom det eksisterer såkalte positive eller negative eksterne effekter som ikke er hensyntatt i prisene (for eksempel gjennom miljøavgifter) skal effektene inkluderes ved vurdering av samfunnsøkonomiske kostnader og/eller nytte. Det kan bidra til å gjøre kostnadene lavere eller nytten større. Positive virkningene av blågrønne tiltak for bymiljøet, er eksempler på denne typen positive eksterne virkninger mens negative virkninger som redsel for åpent vann, vil være en ekstern kostnad.

Det er en rekke nytte- og kostnadsvirkninger knyttet til en samfunnsøkonomisk vurdering av overvannstiltak, og vi har ikke kunnet gjennomføre en full samfunnsøkonomisk analyse innenfor dette prosjektet. Vi har identifisert de antatt viktigste nytte- og kostnadsvirkningene knyttet til overvannstiltak, men rapporten vil fokusere på noen få, utvalgte nytte- og kostnadskomponenter.

Vi har konsentrert oss om disse oppgavene:

- A) Gi en oversikt over, og beregne kostnader av overvannstiltak
- B) Gi oversikt over antall hendelser og størrelse på forsikringsutbetalinger knyttet til overvann

I tillegg er følgende oppgaver inkludert:

- C) Beskrive de positive bidragene fra lokale overvannstiltak (spesielt blå-grønne løsninger) utover unngått skade av overvann
- D) Beskrive, og i noen grad kvantifisere og gi eksempler på kostnads- og skadeelementer som ikke dekkes av forsikringer
- E) Utarbeide et enkelt regneeksempel for å illustrere kostnader ved overvannstiltak.

Overvannstiltak kan infiltrere, fordrøye, transportere og være flomveier for overvann

Tradisjonelle overvannstiltak står stort sett for transport av overvann og inkluderer tiltak på stikk- og fellesledninger, men kan også inkludere underjordiske fordrøyningsbasseng.

Med lokale overvannstiltak menes tiltak som hindrer overvannet i å renne direkte til avløpsledninger eller vassdrag. Lokale tiltak inkluderer såkalte blågrønne tiltak, som betyr en integrering av vannsystemer og lokal overvannshåndtering i den overordnede grønnstrukturen, Disse tiltakene kan deles i infiltrasjonstiltak (som infiltrasjonsgrøfter og –basseng, regnbed), fordrøyingstiltak (som overvannsdammer og våtmark) og permeable (infiltrerbare) flater.

Det var i forkant av dette prosjektet ikke tilgjengelig noen oversikt over kostnader verken ved tradisjonelle eller lokale overvannsløsninger, og en vesentlig del av prosjektet har derfor bestått

i å finne fram til foreliggende kostnadstall og gjøre egne beregninger av tiltakskostnader og samfunnsøkonomiske kostnader ved tradisjonelle og lokale overvannstiltak.

Lokale og tradisjonelle overvannstiltak bør kombineres ut fra lokale forhold for å gi lavest samfunnsøkonomisk kostnad

Det er vanskelig å sammenligne tradisjonelle og lokale overvannstiltak på generelt grunnlag. Det ligger store variasjoner inne i tallene for både de tradisjonelle og de lokale. Det vi kan si, er at lokale overvannstiltak i mange sammenhenger vil være billigere for å håndtere en begrenset vannmengde enn det tradisjonelle tiltak er. Men vi ser også at tradisjonelle tiltak vinner seg ved store avrenningsarealer og vannmengder. I kostnadene som er beregnet i denne rapporten, er det ikke inkludert arealkostnader. I urbane strøk er tomtekostnadene ofte høye, og lokale overvannstiltak som beslaglegger til dels betydelig areal oppå bakken, har dermed en kostnad som man unngår (eller som er lavere) ved tradisjonelle tiltak der rørene går under bakken.

Ulike overvannstiltak har ulike funksjoner. Mens de lokale overvannstiltakene starter der vannet kommer ned, og forsøker å hindre at det skal fraktes videre, er de tradisjonelle tiltakene innstilt mot å frakte vannet vekk. Et poeng som ikke kommer fram når man ser på kostnadene, er at uavhengig av hvor store ledninger man har for å frakte vannet, er en begrensende faktor inntaket til ledningene, gjennom sluker, rister osv. Det er derfor viktig at disse er dimensjonert til å ta imot store nok vannmengder og at de holdes ved like. Mye kan tyde på at dette er undervurdert i dagens system. I tillegg er det viktig å ha tilstrekkelige flomveier.

Kostnadene både ved tradisjonelle og lokale (inkludert blågrønne) overvannstiltak kan variere betydelig. Det er derfor vanskelig å si at en type tiltak alltid er mest kostnadseffektiv og bør benyttes. Det vil i stor grad avhenge av lokale forhold, og det må regnes på i hvert enkelt tilfelle hvilke tiltak som er de beste. Våre beregninger viser at lokale overvannstiltak ofte har omtrent samme tiltakskostnad per m³ håndtert overvann ved ulike avrenningsarealer, mens tradisjonelle tiltak har lavere kostnader per m³ vann håndtert ved større avrenningsflater.

Vår vurdering etter gjennomgang av tiltak og tiltakskostnader, er at det ikke er hensiktsmessig å sette lokale og tradisjonelle overvannstiltak opp mot hverandre. Det er mer hensiktsmessig og økonomisk å kombinere lokale og tradisjonelle tiltak ut fra lokale forhold, inkludert hvilket utgangspunkt man har med hensyn til infrastruktur lokalt. Ved gjennomføring av tiltak i praksis, er det også grunn til å minne om at det er en del tiltak som ikke er kostnadsvurdert i denne rapporten, blant annet en del enkle, billige tiltak som hver for seg kan ha liten effekt, men som samlet kan være viktige, og tiltak som er rimelige å gjennomføre, men som må iverksettes som del av større områdeplanlegging. Vi kan ikke gjøre en full nytte-kostnadsanalyse uten å spesifisere tiltak, beskrive nåsituasjonen, hva som skjer uten nye tiltak osv., noe som vil føre for langt her. Men vi har allerede nevnt at man må vurdere arealkostnader, og robustheten ved henholdsvis lokale og tradisjonelle tiltak. Utover selve overvannshåndteringen har en del av de lokale (de blågrønne) tiltakene også andre nytteeffekter. Dette må også vurderes dersom man skal gjøre en nyttekostnadsvurdering av overvannstiltak.

Betydelige årlige forsikringsutbetalinger grunnet overvannshendelser

Finans Norges vannskadestatistikk (VASK) er benyttet for å gi et bilde av antall overvannshendelser som medfører forsikringsutbetalinger og utbetalte erstatningsbeløp. Denne statistikken er ikke utarbeidet med tanke på å registrere hendelser knyttet til overvann spesielt. Det er derfor skader knyttet til vanninntrenging over/under grunn og som har nedbør, smeltevann eller grunnvann som kilde, som er benyttet. Statistikken bør ses som indikativ for skadeomfanget, snarere enn som en presis beskrivelse av antallet overvannsskader i Norge.

Dette er gjort på landsbasis, men vi har også brutt ned statistikken for å få et bedre bilde av utvikling over tid og om det er forskjell mellom antall hendelser og skadeutbetalinger i ulike tettsteder. Statistikken viser at det er betydelige forskjeller mellom ulike tettsteder i Norge og flere av de største byene har relativt sett få skader sammenlignet andre større tettsteder.

Statistikken har registrert ca. 65 000 skader av denne typen i syvårsperioden 2007-2014. Det er store variasjoner i registrerte skader fra år til år. Av årene med statistikk for hele året (2008-2013) er bunnåret 2009, med 6 035 skader, et samlet skadebeløp på 252 millioner kroner og et gjennomsnittlig skadebeløp på ca. 42 000 kroner. Toppåret for skader og samlet erstatningsbeløp er 2011, med nesten 13 000 skader og et samlet skadebeløp på 752 millioner. Det høyeste gjennomsnittlige skadebeløpet forekom i 2013 med 58 500 kroner.

Gjennomsnittlig antall årlige skader i treårsperioden 2008-2010 er på 7 905 kroner mens det for treårsperioden 2011-2013 ligger på 11 181 kroner, en økning på 41 prosent fra foregående treårsperiode. Samtidig øker gjennomsnittskostnaden per skade fra ca. 43 000 kroner til ca. 52 500 kroner, fra første til andre treårsperiode.

Blågrønne overvannstiltak gir tilleggsnytte ved at de kan bidra til bedre bymiljø

Blågrønne overvannstiltak som grønne tak, regnbed, infiltrasjonsbassenger, fordrøyningsdammer, våtmarker, åpning av bekker, mv., kan bidra positivt til bymiljøet for eksempel ved å skape rom for rekreasjon, biomangfold og bedre mikroklima. Slike tjenester, det vil si goder og tjenester fra naturen som gir velferd (nytte) for oss mennesker, kalles økosystemtjenester, og er vurdert spesielt.

For mange av økosystemtjenestene som frembringes av blågrønne tiltak, vil antall personer som nyter godt av dem, være viktig for den samfunnsøkonomiske nytten av tiltakene. Det gjelder tiltak som gir bedre rekreasjon, estetiske opplevelser, stedsidentitet, utdannelser og læring osv., det vil si alle kulturelle økosystemtjenester, men også redusert støy. Nyten folk opplever, vil dessuten avhenge av hva utgangssituasjonen (referansealternativet) er. I tilfeller der man i utgangspunktet har et fint og grønt bomiljø, eller det er kort vei til vann og grønne områder, kan det oppleves som mindre viktig å få mer grønne eller blågrønne innslag. I andre tilfeller der utgangssituasjonen er en «asfaltørken», kan forbedringen oppleves større. I mange byer og tettsteder i Norge er avstanden fra sentrum til større naturområder ganske kort. Det er derfor sannsynligvis i de største byene at blågrønne overvannstiltak vil gi vesentlige nytteeffekter, selv om mange vil oppfatte det som positive innslag i bymiljøet også i mindre byer og tettsteder. Dette tilsier at for maksimal nytte av disse elementene, bør man velge slike tiltak der utgangssituasjonen er «dårligst mulig», og der det er et stort antall personer som får glede av

forbedringen. I tillegg må man naturligvis vurdere kostnadene ved tiltak, som også varierer, og egnethet med tanke på selve overvannshåndteringen som er utgangspunktet for hele tiltaket.

Overvann medfører skadekostnader utover dem som dekkes av forsikring innen sektorer som bygg, transport og annen infrastruktur, og kan ha negative helseeffekter

I tillegg til kostnadene ved skader som dekkes av forsikringer, er det flere kostnader og ulemper som ikke er registrert som forsikringssaker. For det ene er det en rekke bygningsskader som ikke dekkes av forsikringsskader vi har oversikt over, og som derfor ikke er inkludert i disse tallene. Det gjelder skader på statlige bygg, fordi staten er selvassurandør, og Oslo kommune har for eksempel også sin egen forsikringsordning som ikke er inkludert i VASK. I tillegg medfører overvannshendelser en rekke andre direkte og indirekte skader som medfører kostnader. Disse kostnadene kan være viktige, selv om det ikke alltid foreligger statistikker eller gode nok kartlegginger til at kostnadene kan beregnes.

Dette er et stort område der vi bare kort kommer inn på enkelte skadetyper i rapporten. Viktige direkte skader av overvann er skader på infrastruktur som veier og jernbane, strømforsyning, telekommunikasjon. I tillegg medfører overvannshendelser indirekte skader knyttet til økt tidsbruk på grunn av stengte veier, perioder uten elektrisitet, stengte butikker og bedrifter, tid til administrasjon og opprydding osv. En annen viktig skadetype er helseskader. Vi ser på hva en overvannshendelser kan medføre når den rammer et sykehus, illustrert med et eksempel fra Sørlandet sykehus, ved en overvannsflom-episode i november 2014. Men overvannshendelser kan også gi helseskader når slike hendelser for eksempel medfører at det kommer kloakk i kjellere eller i badevann. Overvann medfører i tillegg kostnader for samfunnet ved økte kostnader til dimensjonering og tilpasninger, og det gjennomføres sikringstiltak eller skadereduserende tiltak som følge av fare for at overvann ikke håndteres.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Med *overvann* menes avrenning av nedbør og vann fra snøsmelting på overflaten, mens *overvannstiltak* er en fellesbetegnelse på tiltak for å infiltrere, fordrøye, transportere og behandle overvann¹.

Kraftige nedbørmengder på kort tid og avløpssystemer som ikke er tilstrekkelig dimensjonert for å håndtere den fremtidige nedbøren/overvannet kan føre til høye kostnader ved oversvømmelser i byer og tettsteder. Skadene ved store mengder overvann rammer både innbyggere, kommuner, forsikringsselskaper, og eiere av veier og annen infrastruktur. Det er ventet at utfordringene vil øke i årene som kommer. Siden avløpssystemer i byer og tettsteder ikke alltid er dimensjonert for tilførsel av store mengder overvann, kan det tilsa at overvann i fremtiden i større grad bør håndteres ved ulike lokale tiltak utenom, og i tillegg til, avløpssystemet.

Regjeringen har oppnevnt et utvalg som skal gå gjennom gjeldende lovgivning og rammebetingelser for kommunenes og andre aktørers håndtering av overvann og komme med forslag til endringer og forbedringer.

Som et ledd i utvalgets utredningsarbeid ønsker det en systematisk oversikt over, og kvantifisering av kostnader ved tiltak som reduserer skadene av overvann. Videre har utvalget behov for en oversikt over antall overvannshendelser som fører til skade og ulemper per i dag, med tilhørende kostnader.

1.2 Prosjektets oppgaver

Hovedoppgavene i dette prosjektet er å:

A) Gi en oversikt over, og beregne kostnader av overvannstiltak

Det gis oversikt og beskrivelse av tradisjonelle overvannsløsninger (som fellesledninger og overvannsledninger) og lokale overvannstiltak (som lokale infiltrasjons- og fordrøyingstiltak). Det er anslått kostnader for tradisjonelle og lokale overvannstiltak, og gjort noen sammenligninger av kostnadsanslagene.

Det var i forkant av dette prosjektet ikke tilgjengelig noen oversikt over kostnader verken ved tradisjonelle eller lokale overvannsløsninger, og en vesentlig del av prosjektet har derfor vært knyttet til å finne fram til foreliggende kostnadstall og gjøre egne beregninger av tiltakskostnader.

¹ For begrepsforklaringer, se delkapittel 1.5.

B) Gi oversikt over antall hendelser og størrelse på forsikringsutbetalinger knyttet til overvann

Finans Norges vannskadestatistikk (VASK) er benyttet for å gi oversikt over antall overvannshendelser som medfører forsikringsutbetalinger og utbetalte erstatningsbeløp.

Dette er gjort på landsbasis, men vi har også brutt ned statistikken for å få et bedre bilde av utvikling over tid og om det er forskjell mellom antall hendelser og skadeutbetalinger i ulike tettsteder.

Hovedinnsatsen i prosjektet er lagt på de to ovennevnte hovedoppgavene. I tillegg er følgende oppgaver inkludert:

C) Beskrive de positive bidragene fra lokale overvannstiltak (spesielt blå-grønne løsninger) utover unngått skade av overvann

De lokale overvannstiltakene (spesielt blågrønne tiltak som grønne tak, regnbed, våtmarker, bekkeåpninger, etc.) kan bidra positivt til bymiljøet for eksempel ved å skape rom for rekreasjon, biomangfold og bedre mikroklima. Vi gir en vurdering av slike virkninger ved å beskrive hvilke økosystemtjenester (goder og tjenester fra naturen som gir nytte til oss mennesker) de gir.

D) Identifisere, og i noen grad kvantifisere og gi eksempler på kostnads- og skadeelementer som ikke dekkes av forsikringer

Dette er et stort område, der vi bare kort kommer inn på enkelte skadetyper i rapporten.

E) Utarbeide et enkelt regneeksempel for å illustrere kostnader ved overvannstiltak.

1.3 Metode og avgrensninger

Utgangspunktet er samfunnsøkonomisk analyse

Utgangspunktet for dette prosjektet er et ønske om å få fram nytte og kostnader for samfunnet ved gjennomføring av tiltak mot overvann. Det er da naturlig å benytte en samfunnsøkonomisk analyse for slike vurderinger.

En samfunnsøkonomisk analyse innebærer at man identifiserer og så langt som mulig kvantifiserer og verdsetter alle virkninger som følger av å gjennomføre et tiltak, både nyttevirkninger (fordeler) og kostnader (ulempen). De virkningene som skal vurderes, er de som oppstår som følge av tiltaket, sammenlignet med en situasjon uten tiltak, det som i samfunnsøkonomisk analyse kalles «null-alternativet».

I en beregning av samfunnsøkonomisk nytte og kostnader skal i prinsippet alle vesentlige virkninger være med. Dette inkluderer nytte og kostnader som prises i markedet, virkninger som det ved hjelp av ulike metoder og tilnærminger kan settes en kroneverdi på som representerer en betalingsvillighet, og virkninger som det av ulike årsaker ikke kan settes kroneverdi på. Kostnader som belastes offentlige budsjetter (inkludert kommunebudsjetter) inngår som en del av en samfunnsøkonomisk analyse på linje med kostnader og virkninger for private husholdninger, næringsliv og hele samfunnet sett under ett. Forskjellen på en kostnad over offentlige budsjetter og en kostnad som eventuelt tas av private grunneiere eller

utbyggere, er at offentlige utgifter skal belastes med en skattefinansieringskostnad som ifølge Finansdepartementet skal settes til 20 prosent av kostnaden. Private aktørers kostnader ved overvannsflo og tiltak for å forhindre denne type hendelser er imidlertid en kostnad som skal inkluderes.

Ved beregning av tiltakskostnader innen vann- og avløpssektoren er det vanlig å se på kommunens samlede kostnader, uavhengig av om tiltaket er helt eller delvis finansiert gjennom ulike former for brukerbetaling eller gebyrer. Kostnader som tas av en privat utbygger er en samfunnsøkonomisk kostnad, men inkluderes ikke som en kommunaløkonomisk kostnad. Merverdiavgift inngår ofte som en kostnad i kommunens kostnadsberegninger, men skal ikke regnes med i en samfunnsøkonomisk analyse. Videre skal det som nevnt over regnes en skattefinansieringskostnad på offentlige utgifter i en samfunnsøkonomisk analyse, mens denne kostnaden ikke er relevant innenfor et kommuneøkonomiperspektiv.

Dersom det eksisterer såkalte positive eller negative eksterne effekter som ikke er hensyntatt i prisene (for eksempel gjennom miljøavgifter) skal effektene inkluderes ved vurdering av samfunnsøkonomiske kostnader og/eller nytte. Det kan bidra til å gjøre kostnadene eller nytten større. De positive virkningene av blågrønne tiltak, som vi skal se nærmere på i kapittel 3, er eksempler på denne typen positive virkninger, mens negative virkninger som redsel for åpent vann vil være en ekstern kostnad.

En viktig kostnadspost som ofte ikke er inkludert ved beregning av tiltakskostnader, er *arealkostnader*. De vil normalt være større ved lokale tiltak som anlegges oppå bakken enn ved tradisjonelle tiltak som anlegges under bakken. Vi har ikke kunnet inkludere disse kostnadene her, heller ikke i den samfunnsøkonomiske analysen. De vil variere mye for ulike områder, men kan være betydelige, særlig i attraktive sentrumsområder. Vi vil se (jf. kapittel 2) at en del av de lokale overvannstiltakene er ganske arealkrevende, med anslagsvis arealbehov fra 5-15 prosent av arealet de skal håndtere overvannet fra. Dette arealet kan da ha en betydelig alternativ verdi som utbyggingsareal en del steder (avhengig av mange lokale forhold, reguleringsbestemmelser osv.). I den senere tid har imidlertid interessen for arealet under bakken, også økt. Det bygges garasjer, tunneler osv., ofte i flere etasjer under bakkenivå. Dette innebærer at også tradisjonelle overvannstiltak under bakken, i mange tilfeller vil ha en viss arealkostnad, men normalt adskillig lavere enn arealkostnaden for lokale overvannstiltak.

Et overvannstiltak vil som regel ha en investeringskostnad som kommer tidlig i perioden, mens eventuelle drifts- og vedlikeholdskostnader kommer som årlige kostnader over hele tiltakets levetid. For å kunne sammenligne tiltak som har kostnader (og nytte) som kommer på ulike tidspunkt beregnes det en nåverdi over prosjektets levetid. I tråd med retningslinjer fra Finansdepartementet (Finansdepartementet 2014b) brukes en diskonteringsrente på 4 prosent (realrente).

En "rasjonell" kommune eller statlig etat vil velge løsning basert på en nåverdi av samlede investerings-, drifts- og vedlikeholdskostnader over levetiden, gitt at tiltaket gir samme effekt i form av overvannshåndtering (og korrigert for eventuelle andre virkninger). Hensynet til årlige budsjetter kan imidlertid gjøre at investerings-, drifts- og vedlikeholdskostnader behandles hver for seg. Det kan også være budsjettrestriksjoner som kan hindre valg av løsninger med høye investeringskostnader selv om disse i en nåverdibetraktning kommer bedre ut enn en alternativ

løsning med en lavere investeringskostnad og høyere drifts- og vedlikeholdskostnader som gir en høyere forventet nåverdi på kostnadssiden.

Rapporten presenterer elementer i en samfunnsøkonomisk analyse, men ikke en full samfunnsøkonomisk analyse av overvannstiltak

Denne rapporten vil gi informasjon om tiltak og beregninger av samfunnsøkonomisk tiltakskostnad ved ulike overvannstiltak. Ved beregning av disse legges det til grunn standard metoder for slike beregninger, som vi kommer tilbake til i kapittel 2. Videre presenteres kostnader knyttet til skader av overvann som fører til forsikringsutbetalinger og i noen grad øvrige skader som ikke dekkes av forsikring. Vi skal også se på positive virkninger av blågrønne tiltak, utover skadereduksjon fra overvann.

Vi vil altså presentere *virksomheter* som hører hjemme i en samfunnsøkonomisk analyse av overvannstiltak, men vi vil ikke presentere en samfunnsøkonomisk analyse.

Før vi går videre til å se på disse utvalgte enkeltelementene, vil vi gi en oversikt over viktige nytte- og kostnadsvirkninger som ville inngå i en fullstendig samfunnsøkonomisk analyse av overvannstiltak.

Viktige nytte- og kostnadsvirkninger ved overvannstiltak

Man kunne tenke seg å gjennomføre en slik fullstendig samfunnsøkonomisk analyse på flere nivåer og med litt ulike problemstillinger, og detaljert oversikt over nytte- og kostnadsvirkninger ville variere noe avhengig av disse valgene.

En mulighet ville være å gjennomføre en overordnet samfunnsøkonomisk analyse på nasjonalt nivå for å vurdere hvilke kostnader og hvilken nytte som ville være forbundet med å gjennomføre overvannstiltak av ulike slag, og sammenligne kostnadene ved disse tiltakene med nytten av unngåtte skader som følger av overvann. En annen mulighet ville være å gjennomføre tilsvarende analyser for eksempel på kommunenivå, eller knyttet til ulike, aktuelle tiltak. Detaljeringsgraden vil være ulik. Mange av de samme virkningene (fordeler og ulemper) vil sannsynligvis være aktuelle, men ulike virkninger kan være mer og mindre aktuelle i ulike tilfeller, og størrelsesorden vil naturligvis variere. Vi tror ikke det vil være særlig hensiktsmessig å gjennomføre nytte-kostnadsanalyser av «tradisjonelle» versus «lokale eller blågrønne» overvannstiltak. I de fleste tilfeller vil det økonomisk mest fordelaktige være en blanding av begge typer tiltak, men de kan ha litt ulike virkninger.

Uten å gå i detalj med hensyn til alle nytte- og kostnadsvirkninger videre i denne rapporten, vil vi her nevne henholdsvis kostnads- og nyttevirksomheter som anses som viktige ved en samfunnsøkonomisk vurdering av ulike overvannstiltak. I tabell 1.1 viser vi til en del viktige kostnadsvirkninger knyttet til gjennomføring av overvannstiltak.

Nytten (fordelene) av overvannstiltak er i stor grad at man unngår skader og uheldige situasjoner som oppstår som følge av overvann på avveie. I tabell 1.2 har vi listet opp en del viktige nyttevirksomheter av å unngå overvannshendelser. Man kan ikke på forhånd si hvilke, og i hvilken grad, ulike nyttevirksomheter (inkludert unngåtte kostnader) vil komme som følge av ulike overvannstiltak. Dette må vurderes mer konkret ved gjennomføring av detaljerte

samfunnsøkonomiske analyser (nytte-kostnadsanalyser) der man ser på hvilke skader som kan antas å unngås som følge av ulike overvannstiltak.

Tabell 1.1 Viktige kostnader ved gjennomføring av overvannstiltak (ikke uttømmende liste).

Kostnad	Kommentar
Direkte tiltakskostnader	Kostnader ved investering og drift av ulike overvannstiltak; tradisjonelle eller lokale. Disse behandles i kapittel 2 i denne rapporten
Kostnader/ eventuelt unngåtte kostnader ved renseanlegg	Dersom overvann føres inn i spillvannsystemet, har det en kostnad på renseanlegg mm.
Arealkostnader	Overvannstiltak benytter areal som kan ha alternativ verdi for utbygging eller andre formål..

Tabell 1.2 Viktige nyttevirksomheter ved å unngå overvannshendelser (ikke uttømmende liste).

Nyttevirksomheter	Kommentar
Knyttet til direkte skadevirkninger	
Unngåtte skader på bygninger	Hus og andre eiendommer kan få vannskader på selve bygningen. Den delen av disse skadene som dekkes av forsikring, omtales i kapittel 4 i denne rapporten
Unngåtte skader på inventar, kjøretøy etc. i bygninger	I tillegg til selve bygningen, kan inventar, maskiner, kjøretøy etc. utsettes for vannskader
Unngåtte skader på infrastruktur-anlegg som veier (inkludert gang- og sykkelveier) og jernbane; vann- og avløpssystem; strømforsyning; telefon- og datakabler o.l.	En rekke infrastrukturanlegg kan få direkte skade som medfører kostnader til erstatning av tapt infrastruktur, istandsetting eller gir økte vedlikeholdskostnader
Erosjonsskader på trafikkarealer og fritids- og rekreasjonsområder	Arealer kan få direkte skade som medfører kostnader til istandsetting, eller økt vedlikehold
Knyttet til indirekte skadevirkninger	
Redusert tap av produksjon og omsetning i næringslivet	Næringsliv, herunder bedrifter og butikker, kan tape produksjon og miste omsetning som følge av vannskader på lokaler eller lagre
Reduserte kostnader til trafikkomlegging og forsinkelser	Overvann kan medføre stengte veier, bane etc. og gi redusert fremkommelighet. Trafikkforstyrrelser medfører forsinkelsestid for nytte trafikk, tog, busser, privatbiler, fotgjengere og syklistene..
Redusert tap, ulemper og skader ved at elektrisitetsanlegg ødelegges/må stenges av	Overvann kan medføre at private og næringsliv får avstengt strøm i kortere eller lenger tid.
Reduserte forurensningsskader som følge av overvannshendelser.	Overvann kan føre til forurensende utslipp fra avløpsanlegg som ikke virker/ikke kan håndtere store nok vannmengder, skadede kjemikalietanker og oljetanker og avrenning fra industriområder
Reduserte tidskostnader til administrasjon og opprydding i etterkant av overvannshendelser i privat og offentlig virksomhet	Overvannshendelser medfører ofte behov for opprydding og administrasjon i etterkant.
Knyttet til andre skadevirkninger	
Reduserte negative helseeffekter som følge av overvannshendelser	Kontakt med flomvann eller vannforsyning som infiseres med spillvann som følge av overvannshendelser kan gi sykdom, som igjen kan medføre kostnader forbundet med sykedager, medisinsk behandling og andre velferdseffekter (f.eks. redusert velbefinnende etc.).
Positive virkninger for bymiljø ved blågrønne overvannstiltak	
Blågrønne tiltak gir positive eksterne virkninger for bymiljø	Blågrønne tiltak bidrar til økt nytte ved at de gir økosystemtjenester. Slike virkninger behandles i kapittel 3.

1.4 Rapportens oppbygging

Rapporten vil i de neste kapitlene ta for seg oppgavene beskrevet i 1.2 én for én. Vi starter i kapittel 2 med å gi anslag for kostnader ved overvannstiltak, tradisjonelle og lokale.

I kapittel 3 beskrives og vurderes positive virkninger av blågrønne overvannstiltak, utover den effekt både disse og tradisjonelle tiltak har ved å redusere skader pga. overvann.

Kapittel 4 gir oversikt over skadeomfang med tilhørende kostnadsanslag for hendelser som medfører forsikringsutbetalinger, mens kapittel 5 tar for seg eksempler på skade og skadeomfang ved noen utvalgte hendelser som ikke dekkes av forsikringer. I kapittel 6 illustreres kostnader ved ulike tiltak i et regneeksempel.

I delkapitlet nedenfor presenteres en liste med forklaringer for sentrale begrep i rapporten.

1.5 Begrepsforklaringer

I denne rapporten har vi lagt følgende definisjoner til grunn:

Begrep	Forklaring
Avløpssystem	Anlegg som håndterer spillvann og overvann. Det skilles mellom separatsystem og fellessystem.
Blå-grønne løsninger	Integrering av vannsystemer og lokal overvannstiltak i den overordnede grøntstrukturen.
Fellesledning	Ledning som fører både spillvann og overvann.
Fellessystem	Avløpssystem bestående av fellesledninger.
Flomvei	Naturlig eller anlagte vannløp hvor vannet avledes ved overvannsflom.
Fordrøyning	Tiltak for å utjevne varierende vannføring.
Infiltrasjon	Nedbørsvannets nedtrengning i grunnen.
Lokale overvannstiltak	Lokal overvannsløsning, som hindrer overvannet i å renne direkte til avløpsledninger eller vassdrag.
Lukket overvannsløsning	Anlegg for transport og magasinerings av overvann, som ledning og basseng.
Nedbørsfelt	Et avgrenset område med fall mot ett lavpunkt.
Overvann	Avrenning av nedbør og vann fra snøsmelting på overflaten.
Overvannsflom	Vannføring som overstiger kapasiteten av overvannsløsningen og fører til oversvømmelse.
Overvannsledning	Ledning som fører overvann.
Overvannsløsning	Anlegg eller terrengformasjon for infiltrasjon, fordrøyning og transport av overvann fram til resipient eller renseanlegg. Kan både være lukket, åpent eller en kombinasjon av lukket og åpent.
Oversvømmelse	Midlertidig vann på areal som normalt er tørt.
Resipient	Mottager av behandlet eller ubehandlet avløpsvann. For eksempel hav, innsjø, elv eller jord/grunnvann.
Separatsystem	Avløpssystem bestående av spillvannsledninger og overvannsløsninger.
Spillvann	Avløpsvann fra husholdninger, næringsvirksomhet, offentlige institusjoner etc.
Spillvannsledning	Ledning som fører spillvann.
Tett flate	Flate med tett dekke som asfalterte veier, parkeringsplasser, hustak etc.
Tradisjonelle overvannstiltak	Tiltak på avløpssystem.
Åpen overvannsløsning	Anlegg eller terrengformasjon for infiltrasjon, transport og magasinerings av overvann, som bekker, kanaler og dammer, og flomveier.

2. Kostnader ved overvannstiltak

I dette kapitlet beregnes kostnader ved overvannstiltak. Tiltakene presenteres og grupperes i flere delkapitler, men for en oversikt; se delkapittel 2.4. Det gis også ganske detaljert informasjon om hvilke forutsetninger som er lagt til grunn for beregningene. Dette er viktig informasjon for å vurdere resultatene, men for dem som ønsker å gå rett til kostnadstallene, oppsummeres disse i delkapittel 2.6.5, mens en vurdering av dem gis i 2.7.

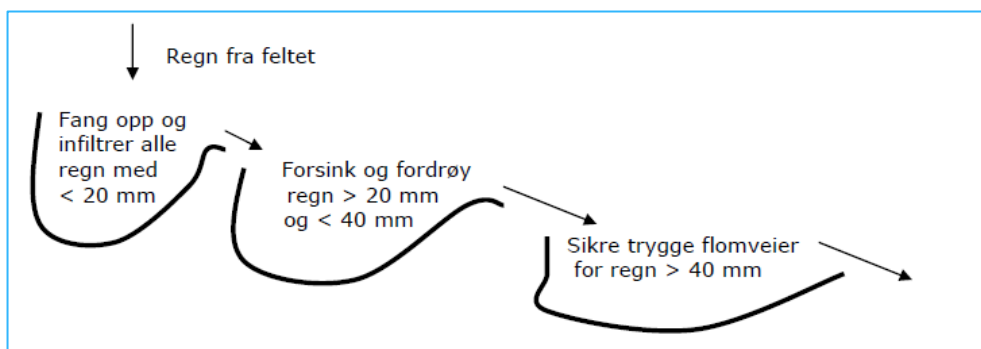
Vi starter med å beskrive tradisjonelle og lokale overvannstiltak, og plassere dem inn i overvannsstrategien slik den er formulert i Norsk vanns rapport nr.162 (2008), og som vi vil legge til grunn (2.1-2.5). Deretter går vi gjennom forutsetninger for beregninger av tiltakskostnader (delkapittel 2.6.1-2.6.4.), før altså resultatene henholdsvis presenteres og vurderes i 2.6.5 og 2.7.

2.1. Overvannsstrategi

Norsk Vann (2008) har formulert tre hovedmål som legges til grunn for håndtering av overvann, og som vi vil ta utgangspunkt i ved vurdering av tiltak i rapporten. Disse målene er:

- (1) Forebygge skader
 - › Overvannet skal håndteres slik at tilfredsstillende sikkerhet for liv, helse og miljø oppnås. Vannforurensning skal reduseres.
- (2) Utnytte overvann som en ressurs
 - › Overvannet bør utnyttes som positivt landskapselement i bymiljøet og for bruk til rekreasjonsformål.
- (3) Styrke biologisk mangfold – bymiljøet
 - › Gjennom infiltrasjon, bruk av åpne vannveier og dammer skal det biologiske mangfoldet fremmes.

For å oppnå disse hovedmålene anbefaler Norsk Vann (2008) å bruke «Treleddsstrategien» som grunnleggende tankegang for overvannshåndteringen, se Figur 2.1.



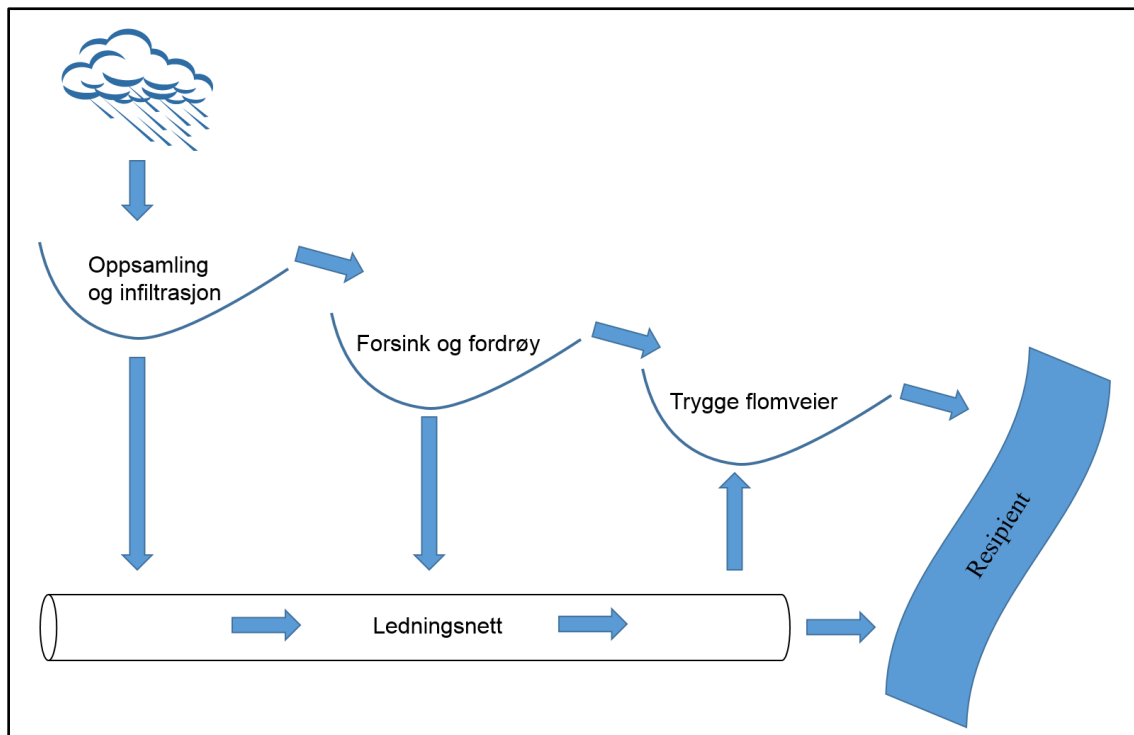
Figur 2.1 «Treleddsstrategien» for håndtering av overvann

Kilde: Norsk Vann (2008)

«Treleddsstrategien» ble første gang omtalt i Norsk Vann (2008) og skal bidra til avlasting av avløpssystemet. Tankegangen bak «Treleddsstrategien» er at overvannet i første ledd skal infiltreres eller tilbakeholdes, der det er mulig. Overskuddsvann fra disse anleggene føres videre

til anlegg som forsinker og fordrøyer avrenningen. Ved større avrenningsmengder, som infiltrasjons- og fordrøyningsanleggene ikke klarer å håndtere alene, anlegges flomveier, slik at overvannet kan avledes trygt.

Denne strategien, som illustrert i Figur 2.1, viser regnmengden, uten å ta hensyn til intensitet og varighet av regnet. Strategien bør ikke begrenses av verdier for dimensjonerende regn, og kapasiteten av hvert «ledd» bør tilpasses lokale forhold. COWI anbefaler derfor å formulere strategien uten regnmengder, slik som vist i Figur 2.2.



Figur 2.2 Anbefalt: «Treleddsstrategien» uten regnmengder

Kilde: COWI

Hensikten med «Treleddsstrategien» er å avlaste eksisterende ledningsnett for overvann og ivareta sikre flomveier. Strategien har til hensikt å bidra til reduksjon i nødvendige investeringer på eksisterende ledningsnett og redusere forurensning på grunn av færre utslipp fra overløp og redusert belastning på renseanleggene.

2.2. Plassering av tradisjonelle og lokale overvannstiltak i overvannsstrategien

Overvannsstrategien deler tiltak for håndtering av overvann inn i fire grupper:

- 1 Håndtering gjennom *infiltrasjon*
- 2 Håndtering gjennom *fordrøyning*
- 3 Transport via *flomveier*
- 4 Transport via *ledningsnett*

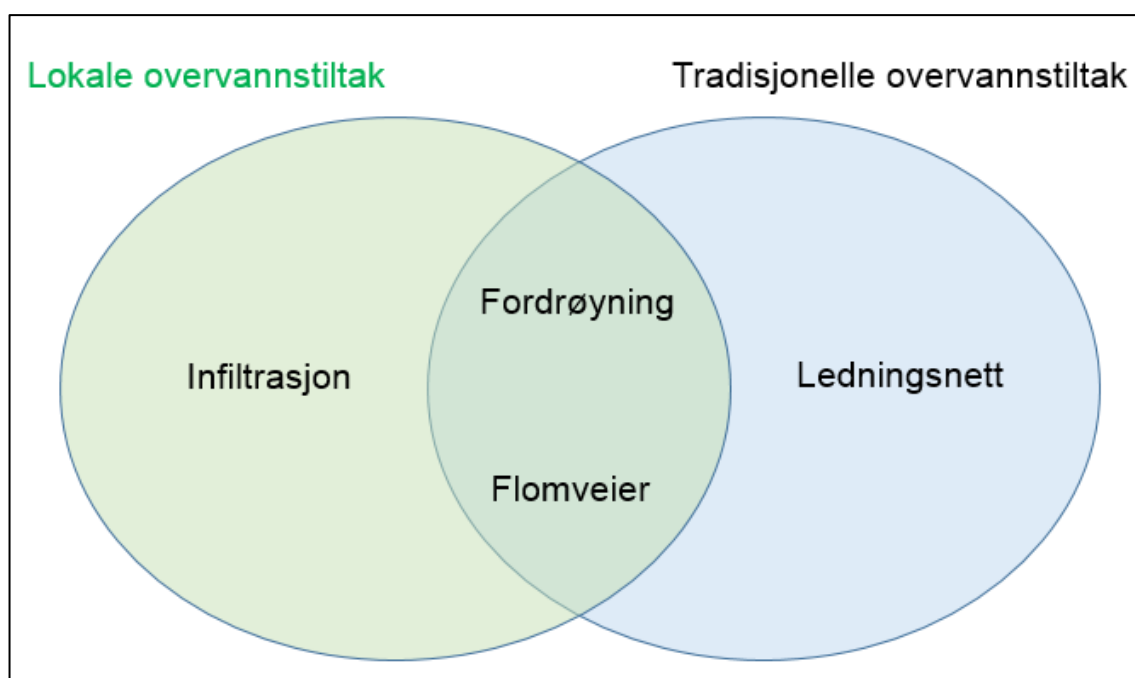
Tradisjonelt har man håndtert overvann ved å føre det ned i sluk og bort i rør. Tradisjonelle overvannstiltak anses derfor som hovedsakelig ledningsbasert.

Funksjonen til ledningsnett er transport av overvann. Tiltak på ledningsnett tilordnes derfor gruppe fire i overvannsstrategien: "Transport via ledningsnett".

Ledningsbaserte overvannsløsninger kan samtidig ha fordrøyningsmuligheter under bakken, som for eksempel i form av fordrøyningsbasseng. Disse tiltak tilordnes gruppe 2: "Håndtering gjennom fordrøying".

Når man håndterer overvann tradisjonelt, er det fortsatt behov for flomveier. Tiltak for tilrettelegging av flomveier, når kapasiteten av ledningssystemet overskrides, tilordnes gruppe 3: "Transport via flomveier".

Lokale overvannstiltak kan ivareta både infiltrasjon, fordrøying og flomveier, avhengig av utformingen. Lokale overvannstiltak tilordnes derfor gruppe en, to og tre. Figur 2.3 illustrerer forskjellen mellom tradisjonelle og lokale overvannstiltak i forhold til tiltaksgrupper i overvannsstrategien.



Figur 2.3 Plassering av lokale og tradisjonelle overvannstiltak i forhold til overvannsstrategien

Kilde: COWI

2.3. Oversikt over overvannstiltak

2.3.1 Utgangliste over tiltak

I litteraturen er det beskrevet mange ulike overvannstiltak, som har til hensikt å forebygge skader. De fleste går ut på å håndtere overvann gjennom infiltrasjon, fordrøying og transport (via ledningsnett og/eller flomveier), mens andre er forebyggende tiltak og sikringstiltak mot overvann på avveie. De tiltakene vi ser på i denne rapporten, er tiltak som skal forhindre overvann på avveie. Men det er også aktuelt å gjøre sikringstiltak på bygninger og infrastruktur slik at de (bedre) kan tåle å stå under vann i perioder. Et utvalg av kjente overvannstiltak er vist i tabell 2.1. Det er tatt utgangspunkt i tiltakslistene som tidligere er utarbeidet av Ødegård m.fl. (2013) og COWI (2013). Avvik i betegnelser på ulike tiltak kan forekomme. Oversikten skiller mellom tiltak på bygninger og på bakkenivå. Avhengig av tiltakenes funksjon tilordnes de en tiltaksgruppe med bakgrunn i overvannsstrategien (se avsnitt 2.2). Noen tiltak ivaretar flere funksjoner og tilordnes derfor flere tiltaksgrupper. Dette kan variere, avhengig av valgt utforming og eksisterende forhold.

Tabell 2.1 Oversikt over overvannstiltak

Tiltak	Tiltaksgruppe: 1-Infiltrasjon 2-Fordrøyning 3-Flomvei 4-Transport	Beskrivelse
PÅ BYGNINGER		
Frakobling av takrenner	1,2	Takvann frakobles ledningsnett, vann ledes ut på plen/beplanting eller infiltrasjons-/fordrøyningstiltak på bakkenivå.
Grønne tak	1,2	Et grønt tak er et tak dekket med vegetasjon bestående av sedum, moser, stauder, busker eller trær.
Grønne vegger	1,2	Klatreplanter plantet i bakken eller i beholder på egen vegg.
PÅ BAKKENIVÅ		
Infiltrasjonssone/-grøft	1,2 (3)	En infiltrasjonsgrøft er en langstrakt kunstig bygget infiltrasjonsløsning i områder med dårlige naturlige infiltrasjonsforhold (tette masser). Kan også brukes som flomvei.
Tørr renne	2,3	Konstruert fast grøft med eller uten vegetasjon til fordrøyning og transport av overvann.
Regnbed	1,2	Regnbed er en beplantet forsenkning i terrenget som tilføres overvann på overflaten for infiltrasjon og rensing.
Terskler med strupet utløp	2,3	Innsnevret overløp som holder tilbake overvann.
Infiltrasjonsbasseng	1,2	Et infiltrasjonsbasseng er et åpent basseng som kombinerer magasinering av overvann på overflaten og etterfølgende infiltrasjon i grunnen.
Overvannsdam	2	Et vått basseng har et permanent vannspeil (tørrværsvolum). I tillegg har bassenget et volum til fordrøyning av avrenning.
Våtmark	2	Grunne bassenger (dybde 0,2 – 0,5m) betegnes som våtmark eller våtmarksfilter og har normalt et tett vegetasjonsdekke.
Filterbasseng	1,2	Et filterbasseng fungerer i prinsippet på samme måte som en infiltrasjonsgrøft eller et regnbed. Filterbassenget ivaretar fordrøyning og rensing og etableres vanligvis som sentrale anlegg.
Åpent tørt fordrøyningsbasseng	1,2,3	Bassenget redusere risikoen for oversvømmelse og begrense flompåvirkningen i vassdrag ved å midlertidig tilbakeholde et vannvolum fra en nedbørepisode ved at bassenget har en redusert utløpskapasitet (strupet utløp).
Lukket fordrøyningsbasseng	1,2	Funksjonen er den samme som for åpent tørt fordrøyningsbasseng med den forskjell at vannet samles i et lukket underjordisk basseng.
Gjenåpning av bekk	1,2,3	Åpne bekk som tidligere har gått i rør eller kulvert.
Beholde infiltrerbare flater	1,2	Spare naturlig vegetasjon, beskytte infiltrasjonsstedet.
Skape infiltrerbare flater, åpne opp tette flater	1,2	Riv ubebodde hus, tette flater, erstatte eksisterende tette overflatemasser med infiltrasjonsmateriale.
Vegetasjonskledd elv- og bekke drag	1,2,3	Vegetasjonsdekkede areal langs bekker og elver.
Permeable dekker	1,2	Overflatedekket er permeabelt slik at overvann kan sige ned i grunnen (åpne fuger/grasdekke).
Redusert bruk av kantstein	2	Føre vann fra faste flater direkte til vegeterte, infiltrerbare arealer.

Permanent forbygning	3	Flomvoll eller flomvegg.
Midlertidig forbygning	3	Gjerder, sandsekker.
Sikring av bygninger	3	Heve hus over gatenivå, hindre vann å renne inn.
Tiltak på private stikkledninger	4	Separering av stikkledninger.
Tiltak på offentlig overvannsnett	4	Utskifting av ledninger pga. kapasitet, eller fordrøyning av overvann.
Tiltak på fellesledninger	4	Separering i overvann- og spillvannsledninger eller en større fellesledning.
Tiltak på pumpestasjon og renseanlegg	4	Oppgradering av anlegg for å håndtere økte mengder overvann.

2.3.2 Prioritering av tiltak for videre kostnadsberegninger

Tabell 2.1 inneholder 26 tiltak, noen med større effekt enn andre. Noen tiltak anses vanskelige å kostnadsberegne, og noen har lave kostnader, men krever planlegging. For å ha mulighet til å gjøre kostnadsberegninger innenfor prosjektets rammer, har vi konsentrert innsatsen om tiltak som har relativt stor effekt og hvor det finnes relativt god dokumentasjon av kostnader og effekter. De tiltakene som isolert sett har liten effekt eller er ekstra vanskelige å kostnadsberegne, bør likevel ikke glemmes i en helhetlig vurdering da flere små tiltak til sammen kan gi stor effekt.

Av tiltakene som er oppført i Tabell 2.1 har vi ikke funnet grunnlag for å ta med de følgende i videre vurderinger:

- › Tørr renne
- › Terskler med strupet utløp
- › Beholde infiltrerbare flater
- › Skape infiltrerbare flater
- › Vegetasjonskledte elve- og bekke drag
- › Redusert bruk av kantstein

De fleste av disse tiltakene er svært enkle og rimelige å gjennomføre, som å bruke terskler med strupet utløp, eller redusere bruk av kantstein. Både effekt og kostnader kan imidlertid variere mye, avhengig av lokale forhold og tiltakenes utforming, og de er derfor vanskelige å beregne kostnader og effekter av som enkeltelementer.

Kostnader og effekter av f.eks. å beholde infiltrerbare flater og vegetasjonskledte elve- og bekke drag, vil være svært avhengig av lokale forhold, som hva som er alternativet til å beholde de infiltrerbare flatene og enten beholde eller beplante for å få vegetasjonskledte elve- og bekke drag. Arealkostnader og alternativ bruk av arealer er sentrale i kostnadsvurderinger for disse, og vi har ikke funnet det mulig å beregne slike kostnader her.

I tillegg finnes mange tiltak som er knyttet til optimal utforming av ulike elementer, som for eksempel en bevisst dosering av vei flaten til infiltrasjons- eller fordrøyningsarealer. Slike tiltak koster ikke mye, men må planlegges nøye. Slike plantiltak er heller ikke kostnadsberegnet i dette prosjektet, men det betyr ikke at det ikke bør tas slike hensyn ved planlegging.

I Tabell 2.1 er også forebyggende tiltak og sikringstiltak, som er relatert til fysisk flomvei, ført opp. Disse tiltakene bidrar ikke til reduksjon av overvannsmengden og avlaster dermed heller

ikke eksisterende overvannssystem. Derimot kan de forebygge skader under en flomhendelse. Tiltakene bør generelt inngå i planlegging av nye utbyggingsområder uavhengig av tilstanden til eksisterende overvannssystemer. De er derfor ikke tatt med videre ved beregning av kostnader. Dette gjelder tiltakene:

- › Permanent forbygning
- › Midlertidig forbygning
- › Sikring av bygninger

Resterende tiltak i Tabell 2.1 deles inn i tradisjonelle og lokale overvannstiltak og tas med videre i vurderingene.

2.3.3 Tradisjonelle overvannstiltak

Tradisjonelle overvannstiltak er tiltak på ledningsnett for transport og fordrøyning og hovedsakelig ledningsbasert. Når kapasiteten i overvannsledningen eller fellesledningen (i tilfeller der ledningsnett ikke er separert), ikke er stor nok til å ta hånd om nåværende eller fremtidig nedbørvrenning, er tiltakene i tabell 2.2 aktuelle.

Tabell 2.2 Tradisjonelle overvannstiltak

Tiltak	Funksjon
Tiltak på private stikkledninger	Separering av stikkledninger fra fellesledning til overvanns- og spillvannsledning.
Tiltak på offentlig overvannsnett	Utskifting av ledninger pga. kapasitet
Tiltak på fellesledninger	Separering i overvanns- og spillvannsledninger
Lukket fordrøyningsbasseng	Vannet samles midlertidig i et lukket underjordisk basseng ved at bassenget har en redusert utløpskapasitet (strupet utløp).

I tillegg til disse tiltakene kan det være nødvendig med tiltak på pumpestasjon og renseanlegg for å ivareta nødvendig kapasitet eller renseeffekt ved økt overvannsmengde. Dette er et viktig punkt og kan medføre betydelige kostnader, men behov og kostnader vil variere svært mye avhengig av utgangssituasjonen med hensyn til kapasitet og renseeffekt. Kostnader til pumper og renseanlegg er derfor ikke med i videre kostnadsberegninger.

2.3.4 Lokale overvannstiltak

Lokale overvannstiltak er overvannsløsninger, som hindrer overvannet i å renne direkte til avløpsledninger eller vassdrag. Overvannsløsninger er anlegg eller terrengformasjoner for infiltrasjon, fordrøyning og transport av overvann fram til resipient eller renseanlegg. Disse kan være lukkede, åpne eller en kombinasjon av lukkede og åpne. Når overvannsløsningen integrerer vannsystemer i den overordnede grønnstrukturen betegnes de som blå-grønne løsninger. Oversikt over lokale overvannstiltak som vi skal beregne kostnader for, er vist i Tabell 2.3

Tabell 2.3 Lokale overvannstiltak

Tiltak	Funksjon
Frakobling av takrenner	Takvann frakobles ledningsnett, vann ledes ut på plen/beplantning eller infiltrasjons-/fordrøyningstiltak på bakkenivå.
Grønne tak	Et grønt tak er et tak dekket med vegetasjon bestående av sedum, moser, stauder, busker eller trær.
Grønne vegger	Klatreplanter plantet i bakken eller i beholder på egen vegg.
Infiltrasjonssone/-grøft	En infiltrasjonsgrøft er en langstrakt kunstig bygget infiltrasjonsløsning i områder med dårlige naturlige infiltrasjonsforhold (tette masser). Kan også brukes som flomvei.
Regnbed	Regnbed er en beplantet forsenkning i terrenget som tilføres overvann på overflaten for infiltrasjon og rensing.
Infiltrasjonsbasseng	Et infiltrasjonsbasseng er et åpent basseng som kombinerer magasinering av overvann på overflaten og etterfølgende infiltrasjon i grunnen.
Overvannsdam	Et vått basseng har et permanent vannspeil (tørrværsvolum). I tillegg har bassenget et volum til fordrøyning av avrenning.
Våtmark	Grunne bassenger (dybde 0,2 – 0,5m) betegnes som våtmark eller våtmarksfilter og har normalt et tett vegetasjonsdekke.
Filterbasseng	Et filterbasseng fungerer i prinsippet på samme måte som en infiltrasjonsgrøft eller et regnbed. Filterbassenget ivaretar fordrøyning og rensing og etableres vanligvis som sentrale anlegg.
Åpent tørt fordrøyningsbasseng	Bassenget reduserer risikoen for oversvømmelse og begrense flompåvirkningen i vassdrag ved å midlertidig tilbakeholde et vannvolum fra en nedbørepisode ved at bassenget har en redusert utløpskapasitet (strupet utløp).
Gjenåpning av bekk	Åpne bekk som tidligere har gått i rør eller kulvert.
Permeable dekker	Overflatedekket er permeabelt slik at overvann kan sige ned i grunnen (åpne fuger/grasdekke).

2.4. Nærmere beskrivelse av aktuelle tiltak

I dette delkapitlet vil vi gi en beskrivelse av alle tiltak vi vil oppgi kostnader for. For de tradisjonelle tiltakene, som anses best kjent, gis bare en kort beskrivelse. For de lokale overvannstiltakene gis en noe mer utfyllende beskrivelse, inkludert et bilde eller prinsippskisse for å vise hvordan de virker, samt vise likheter og ulikheter mellom forskjellige lokale overvannstiltak.

2.4.1 Tradisjonelle overvannstiltak

Tiltak på private stikkledninger

Mange private stikkledninger samler både overvann og spillvann fra huset i en fellesledning som er koblet til kommunal avløpsledning i gaten. For å redusere mengden avløpsvann, som tilføres kommunal spillvanns- eller fellesledning, er et mulig tiltak å separere private stikkledninger. Separering av avløpsledninger betyr å skille overvann og spillvann. Overvannet slippes ut i nærliggende resipient som bekk e.l., mens spillvannet ledes via kommunal avløpsledning til renseanlegg. Separering av avløp er ofte både økonomisk og miljømessig fornuftig, fordi det fører til at en mindre mengde avløpsvann renses på renseanlegget, samtidig som man unngår utslipp av avløpsvann ved store nedbørmengder. Pumpestasjoner vil pumpe mindre avløpsvann og dermed få reduserte drifts- og vedlikeholdskostnader. For å unngå separering, kan frakobling av takvann vurderes.

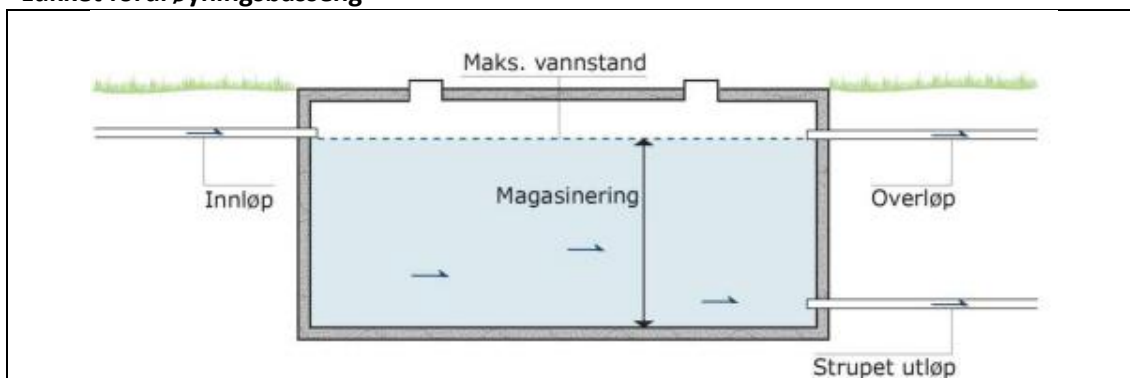
Tiltak på offentlige overvannsledninger

Tiltak på offentlige overvannsledninger for å håndtere nåværende eller fremtidig overvannsmengde er utskifting av eksisterende ledningsnett til ledninger med større dimensjoner, eller bruk av fordrøyningsbasseng. Oppdimensjonering av eksisterende overvannsledningen gir større kapasitet i ledningen. Alternativt kan et fordrøyningsbasseng vurderes. Fordrøyningsbassenget magasinerer overvannet. Gjennom strupet utløp tilføres eksisterende overvannsledning den mengden, som tilsvarer kapasiteten av eksisterende ledningssystem. Tiltakene forhindrer oppstuvning av overvann i kummer, noe som i verste fall kan lede til overvannsflom på overflaten.

Tiltak på fellesledninger

På samme måte som for private stikkledninger, er et aktuelt tiltak på offentlige fellesledninger å separere fellesledning i overvanns- og spillvannsledning. Overvannet slippes på samme måte ut i nærliggende resipient som bekker e.l., mens spillvannet ledes til renseanlegg. Dette fører til at en mindre mengde avløpsvann må renses på renseanlegget, samtidig som man unngår utslipp av avløpsvann ved store nedbørsmengder. Pumpestasjoner vil pumpe mindre avløpsvann og dermed få reduserte drifts- og vedlikeholdskostnader. For å unngå behov for separering, kan påslippsmengden på stikkledninger reguleres.

Lukket fordrøyningsbasseng



Illustrasjonsbilde for lukket fordrøyningsbasseng (COWI 2013)

Formålet med et lukket fordrøyningsbasseng er primært å redusere risikoen for oversvømmelse og begrense flompåvirkningen i ledningsnett. Vannet samles i et lukket underjordisk basseng. Bassengets funksjon oppnås ved at det midlertidig tilbakeholdes et vannvolum fra en nedbørepisode ved at bassenget har en redusert utløpskapasitet (strupet utløp). Bassenget tømmes etter hvert regn. Utløpsvannet ledes til lokal infiltrasjon, påslipp til offentlig ledningsnett eller utslipp til vassdrag.

Arealbehov:	Bassengstørrelse tilpasses ønsket fordrøyningsvolum og tilgjengelig areal under bakken.
Drift og vedlikehold:	Kontroll av inn- og utløpsarrangement og fjerning av slam.

2.4.2. Lokale overvannstiltak

Frakobling av takrenner



Illustrasjonsbilde for frakobling av takrenne (Ødegård 2014)

Ved frakobling av takrenner ledes takvann ut på plen eller til en lokal overvannsløsning og ikke til ledningsnett.

Arealbehov: Tiltaket trenger ca. 10% av takareal til infiltrasjonsflate.

Ulemper:

- › Terrenget som mottar vann kan være "for lite"; dvs. ha liten infiltrasjonsevne, eller ha kort vei til nabo.
- › Utløpsrør på terrenget vil ligge i veien for ferdsel og gressklipping.
- › Utløpsrør som er gravd ned, kan fryse i enkelte år (avhengig av klimasone i landet), og varmekabel kan være nødvendig.
- › Vannet kan ledes ut på hellende terreng og gi erosjon, føre til ulempe hos naboen nedstrøms og is på overflate vinterstid.

Grønne tak



Illustrasjonsbilde for grønne tak (Ødegård 2014)

Et *grønt tak* er et tak dekket med vegetasjon bestående av sedum, moser, stauder, busker eller trær. Et *grønt tak* kombinerer tilbakeholdelse av vann, forsinkelse av avrenning og redusert avrenningsintensitet. De kan utformes som ekstensive, semi-intensive eller intensive grønne tak. Vekstmediets tykkelse og type betyr mest for det grønne takets evne til å redusere avrenningen. Grønne tak har andre gunstige funksjoner som estetikk, luftkvalitet og kjøling/isolering av taket.

<i>Arealbehov:</i>	Løsningen etableres på de arealene der det er egnet og mulig å benytte grønne tak. Reduksjonen i avrenningen er avhengig av andelen takareal med <i>grønt tak</i> og type <i>grønt tak</i> .
<i>Drift og vedlikehold:</i>	Ulike typer vegetasjon krever forskjellig grad av vedlikehold slik at valget av vegetasjon vil påvirke vedlikeholdsbehovet og dermed driftskostnadene. Taket har et levende vegetasjonsdekke som trenger skjøtsel og vedlikehold hvert år. Må vannes i tørtperioder. Flate tak fører til vekst av mose.

Grønne vegger

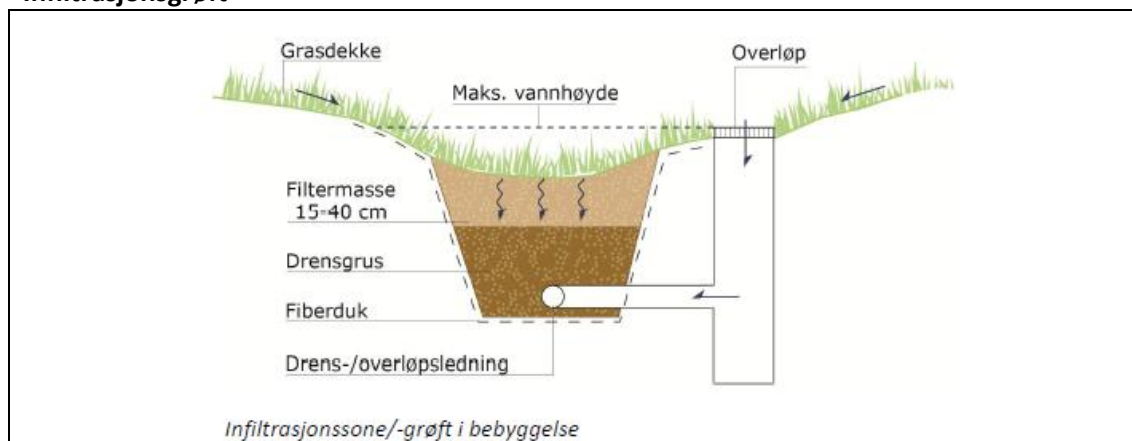


Illustrasjonsbilde for grønne vegger (Ødegård 2014)

Grønne vegger er veggkonstruksjoner, som bruker vegetasjon, bestående av sedum, moser, stauder, busker eller trær, plantet i bakken eller i beholder på veggen. En grønn vegg bidrar til infiltrasjon av vann gjennom vannopptak av plantene. Grønne vegger har andre gunstige funksjoner som estetikk, luftkvalitet og kjøling/isolering av veggen.

<i>Arealbehov:</i>	Løsningen etableres på de arealene der det er egnet og mulig å benytte grønne vegger. Reduksjonen i avrenningen er avhengig av andelen vegg-areal med vegetasjon og type vegetasjon.
<i>Drift og vedlikehold:</i>	Ulike typer vegetasjon krever ulik grad av vedlikehold slik at valget av vegetasjon vil påvirke vedlikeholdsbehovet og dermed driftskostnadene. Veggen har et levende vegetasjonsdekke som uansett trenger skjøtsel og vedlikehold hvert år. Må vannes i tørreperioder.

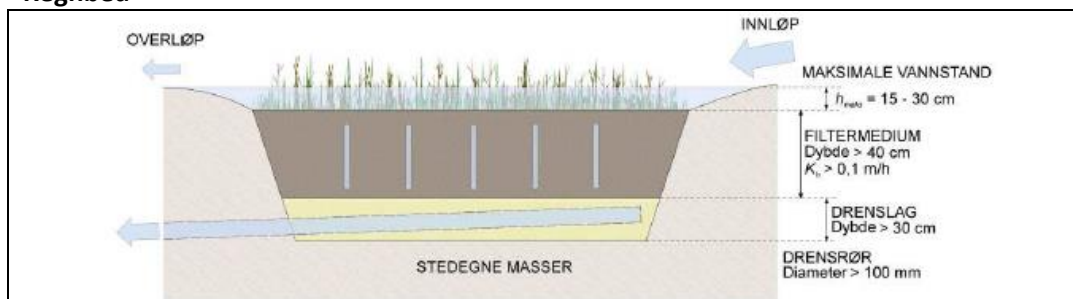
Infiltrasjonsgrøft



Illustrasjonsbilde for infiltrasjonsgrøft (COWI 2013)

En infiltrasjonsgrøft er en langstrakt kunstig bygget infiltrasjonsløsning i områder med dårlige naturlige infiltrasjonsforhold (tette masser). Stedegne masser skiftes ut med tilførte filtermasser. Overvannet tilføres overflaten, magasineres på overflaten og siger ned i grunnen der vannet fanges opp av et underliggende drens-system. Ved tette i bakken går vannet i overløp og fyller opp jordmagasinet nedenfra. Forurensninger tilbakeholdes i filtermassen. Drensvannet ledes til overvannssystemet for området. Overflaten skal ha tett grasdekke.

Arealbehov:	Arealbehov til infiltrasjonsflate er beregnet til ca. 7-9 % av tilrenningsarealet (tett flate) for nedbørfrekvens 20 år (gjelder nedbørstasjon Sandnes (Jæren), inkl. klimafaktor 1,2, infiltrasjons-kapasitet 2,5 – 4,5 m/døgn og konsentrasjonstid 10 min). Maks. vannoppstuvning på infiltrasjonsflaten vil være ca. 25 cm.
Drift og vedlikehold:	› Vedlikeholdet består i vanlig stell av plenarealer. › Overløpspunkter må holdes åpne. › Gjentetting unngås forutsatt tett grasdekke.

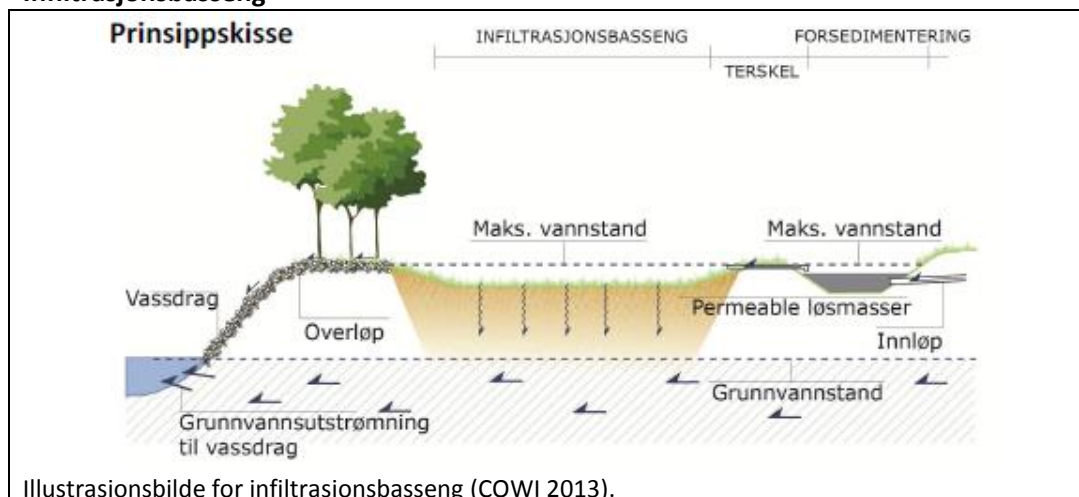
Regnbed

Illustrasjonsbilde for regnbed (COWI 2013)

Regnbed er en beplantet permeabel forsenkning i terrenget som tilføres overvann på overflaten. Oppsamlet overvann infiltrerer ned i grunnen til grunnvannet eller til et underliggende dretnssystem som leder dretnsvannet videre til vassdrag eller til et lukket overvannssystem i nærområdet. Regnbedet tørrelgges etter hvert regn (ikke permanent vannspeil) slik at det står klart til å motta overvann fra neste regn. Regnbedet reduserer avrennings-intensiteten og renser overvannet ved at forurensninger tilbakeholdes i filter-massen. Regnbed kan motta alle typer overvann (tak, parkering, veier etc.).

Arealbehov:	Arealbehovet til infiltrasjonsflaten vil være ca. 7-9 % av tilrenningsarealet (tett flate) for nedbørfrekvens 20 år (gjelder nedbørstasjon Sandnes med klimafaktor 1,2, infiltrasjons-kapasitet 2,5 – 4,5 m/døgn og konsentrasjonstid 10 min). Maks. vannoppstuvning på infiltrasjonsflaten vil være ca. 25 cm i dette tilfellet.
Drift og vedlikehold:	Etter etablering er det viktig med god skjøtsel for å sikre god vegetasjonsetablering. Vanning er nødvendig i tørre perioder. Etter etableringsfasen er vedlikeholdsbehovet tilsvarende som for parkområder med vanning i tørre perioder, mekanisk ugressbekjempelse og gjødsling etter behov (takvann). Eventuell tilslamming på filteroverflaten fjernes.
Ulempe:	Betydelig reduksjon av funksjon ved frost.

Infiltrasjonsbasseng



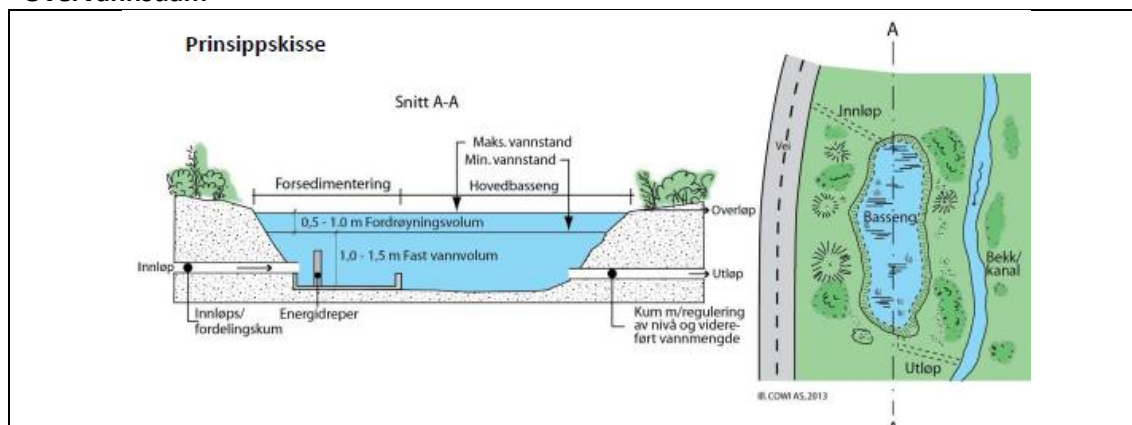
Illustrasjonsbilde for infiltrasjonsbasseng (COWI 2013).

Et infiltrasjonsbasseng er et åpent basseng som kombinerer magasinering av overvann på overflaten og etterfølgende infiltrasjon i grunnen. Både oppløste og partikulære stoffer fjernes under infiltrasjonsprosessen. Organiske stoffer nedbrytes i grunnen. De primære renseprosessene er filtrering, sorpsjon til jordpartikler og mikrobiell nedbrytning. Grovt partikulært materiale bør fjernes ved forsedimentering før infiltrasjon.

Arealbehov: Arealbehov til infiltrasjonsflate er ca. 7 % av tilrenningsarealet (tett flate) for nedbørfrekvens 20 år (gjelder nedbørstasjon Sandnes (klimafaktor 1,2), infiltrasjonskapasitet 2 m/døgn, konsentrasjonstid 20 min og maks. vannoppstuvning på infiltrasjonsflaten er ca. 50 cm).

Drift og vedlikehold: Forsedimenteringsbassenget tømmes regelmessig, ca. hvert 2.-4. år. Utover dette er det ikke behov for tilsyn.

Overvannsdam



Illustrasjonsbilde for overvannsdam (COWI 2013).

En overvannsdam er et vått basseng som har et permanent vannspeil (tørrværs-volum). I tillegg har bassenget et volum til fordrøying av avrenning. Bassenget er utformet slik at det under regn mottar overvann fra harde flater og slipper ut tilsvarende vannmengde som stammer fra en tidligere avrenningsperiode.

Arealbehov: Bassengarealet tilpasses ønsket fordrøyningsvolum og grense for maksimal vannstand (oppstuvning) i bassenget. Generelt kan man si at arealbehovet tilsvarer 15 % av tilrenningsarealet.

Drift og vedlikehold: Årlig kontroll av inn-/utløp. Slamfjerning i forsedimenteringsbassenget hvert 2.-4. år og i hovedbassenget hvert 10.-20. år for bassenger som mottar overvann fra trafikkerte arealer. Behov for skjøtsel av vannvegetasjonen med noen års mellomrom. Bassenger som utelukkende mottar takvann har ikke behov for slamfjerning.

Våtmark

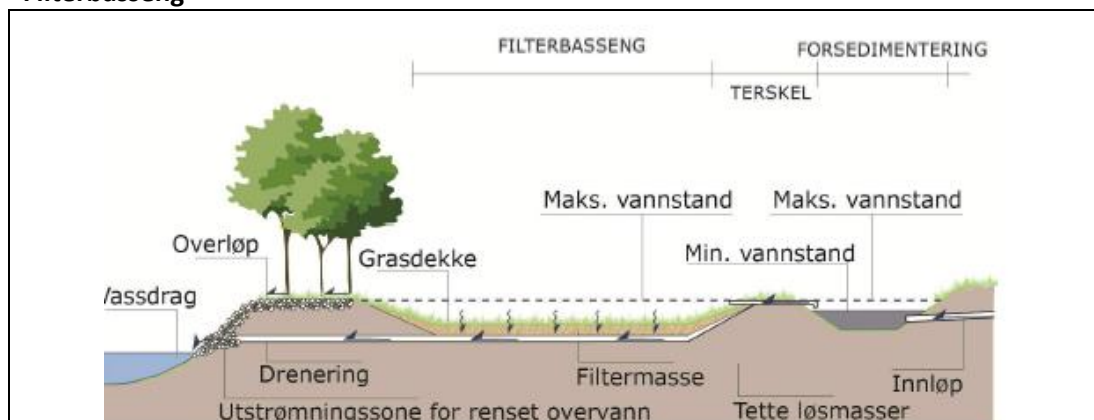


Illustrasjonsbilde for våtmark (Ødegård 2014).

En konstruert våtmark er i prinsipp det samme som en overvannsdam, men har også tett vegetasjon i områder med liten vanddybde (0,2 – 0,5m).

<i>Arealbehov:</i>	Bassengarealet tilpasses ønsket fordrøyningsvolum og grense for maksimal vannstand (oppstuvning) i bassenget.
<i>Drift og vedlikehold:</i>	Årlig kontroll av inn-/utløp. Slamfjerning i forsedimenterings-bassenget hvert 2.-4. år og i hovedbassenget hvert 10.-20. år for bassenger som mottar overvann fra trafikkerte arealer. Behov for skjøtsel av vannvegetasjonen med noen års mellomrom. Bassenger som utelukkende mottar takvann har ikke behov for slamfjerning.

Filterbasseng



Illustrasjonsbilde for filterbasseng (COWI 2013).

Et filterbasseng fungerer i prinsippet på samme måte som en infiltrasjonsgrøft eller et regnbed. Filterbassenget ivaretar fordrøyning og rensing og etableres vanligvis som sentrale anlegg. Løsningen er velegnet i områder med tette løsmasser. Anleggene har vanligvis gressbevokst filteroverflate som hindrer gjentetting av filteret. Anleggene er godt egnet til flerbruk (lek/rekreasjon) og kan integreres i grøntanlegg/parker. Under regn tilføres vann på overflaten og det etableres et vannspeil når tilrenningen er større enn infiltrasjonskapasiteten. Under og etter regnet siger vannet ned i filtermassen og etter en tid er filteroverflaten tørrlagt og anlegget kan benyttes til andre aktiviteter samtidig som anlegget er klart for neste regn. Det infiltrerte vannet renses gjennom filtermassen og fanges opp av drensnettet. En separat forsedimenteringsenhet vil redusere tilslamming av filteroverflaten.

Arealbehov:	Arealbehovet til infiltrasjonsflaten er ca. 7-9 % av tilrenningsarealet (tett flate) for nedbørfrekvens 20 år (gjelder nedbørstasjon Sandnes, inkl. klimafaktor 1,2, infiltrasjonskapasitet 2,5 – 4,5 m/døgn og konsentrasjonstid 10 min). Maks. vannoppstuvning på infiltrasjonsflaten vil være ca. 25 cm.
Drift og vedlikehold:	Filteranlegget driftes tilsvarende som et plenareal. For-sedimenteringsenheten slamsuges hvert 2. – 4. år. God forsedimentering og et tett grasdekke forhindrer gjentetting av filteroverflaten. Filterflater langs høytrafikkerte veier har fungert tilfredsstillende i mer enn 15 år.

Åpent tørt fordrøyningsbasseng



Illustrasjonsbilde for åpent tørt fordrøyningsbasseng (COWI 2013).

Bassengets funksjon oppnås ved at det midlertidig tilbakeholdes et vannvolum fra en nedbørepisode ved at bassenget har en redusert utløpskapasitet (strupet utløp). Bassenget tømmes helt etter hver regnepisode. Bassengarealet kan utformes for flerbruk. Ved tilførsel av forurenset overvann skjer det en viss rensing ved sedimentasjon av forurensninger bundet til partikulært materiale, men rensespotensialet er generelt lavt. Formålet med et tørt fordrøyningsbasseng er primært å redusere risikoen for oversvømmelse og begrense flompåvirkningen i ledningsnett.

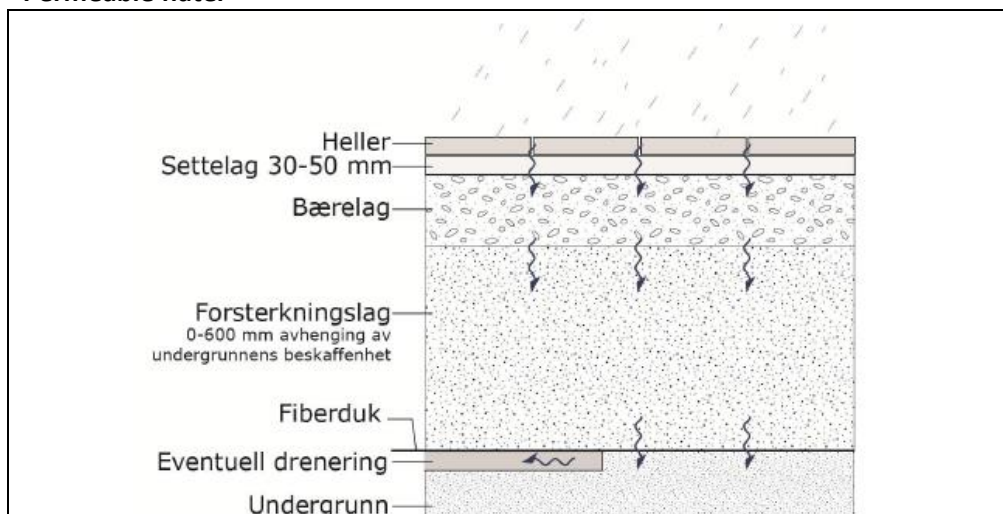
Arealbehov:	Bassengarealet tilpasses ønsket fordrøyningsvolum og grense for maksimal vannstand (oppstuvning) i bassenget.
Drift og vedlikehold:	Inn- og utløpsarrangementet samt sedimentasjons- og erosjonsforholdene i bassenget bør kontrolleres regelmessig.

Gjenåpning av lukket bekk

Ved gjenåpning av en lukket bekk åpnes bekken som tidligere har gått i rør eller kulvert for å få større og mer rasjonelle flater. Rørgater gir større flomtopper enn åpne bekkedrag. En del steder kan det derfor være aktuelt å gjenskape tidligere vassdragsmiljøet ved å åpne bekkelukkinger og demme opp områder for å gjenskape våtmarker og dammer.

Åpning av bekker kan gi fordeler i form av bedre og flere økosystemtjenester (se kapittel 3), men er bare aktuelt der det finnes tidligere gjenlukkede bekker og elver.

Permeable flater



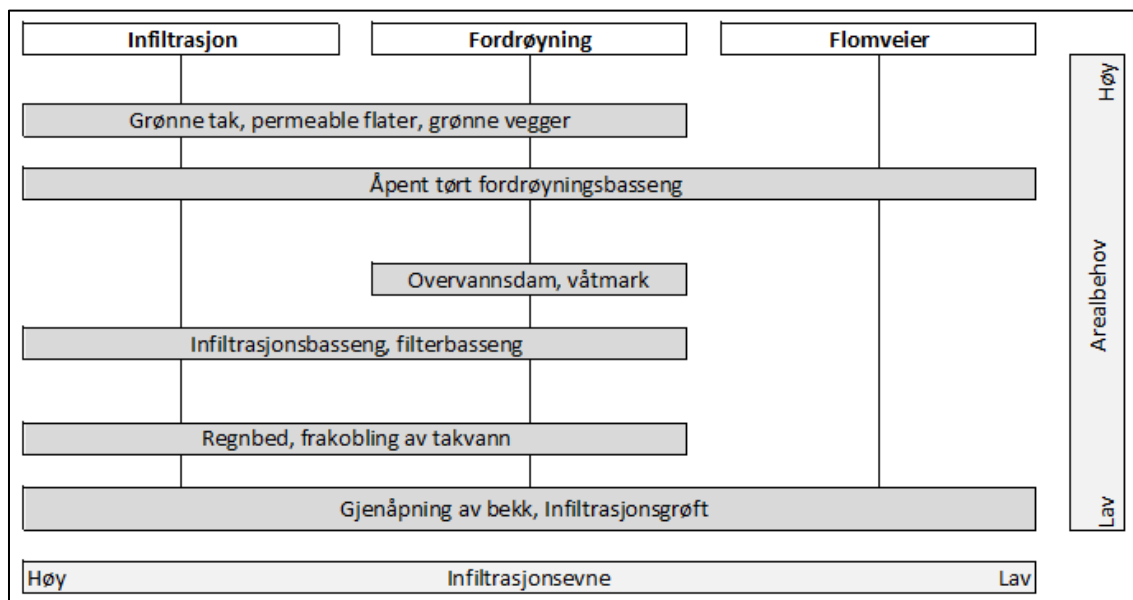
Illustrasjonsbilde for permeable flater (COWI 2013).

Permeable flater er overflater der overvann kan sige ned i grunnen (åpne fuger/gressdekke). Metoden egner seg best på områder med lite forurensning/partikler i overvannet og forutsetter bruk av grove strømidler (2-5 mm) på vinteren. Det må forventes en viss nedgang i permeabiliteten over tid som følge av gjentetting av overflaten.

Arealbehov:	Løsningen etableres på de arealene der det er egnet og mulig å benytte permeable flater. Avrenningsmengde er avhengig av valgt overflate og tilsvarer tilrenningsmengde * avrenningsfaktor for valgt overflate. Eksempler på avrenningsfaktorer: Betongheller, gatestein, armert gress: 0,8 Grus, gress: 0,2
Drift og vedlikehold:	Høy infiltrasjonsevne over tid oppnås ved godt renhold av overflaten og bruk av grove strømidler (uten finstoff) på vinteren. Erfaringsmessig er infiltrasjonsevnen god over mange år. Renovering av permeabel belegnings-stein kan gjøres ved å suge opp fugemassen og erstatte med ny grovkornet masse. Utover dette er det ingen spesielle vedlikeholdsbehov.

2.5. Gruppering av overvannstiltak for videre beregninger

Figur 2.4 viser kravene de ulike lokale overvannstiltakene har med hensyn til nødvendig arealbehov og infiltrasjonsevne i eksisterende masser. Oversikten tar utgangspunkt i tiltakets tiltaksgruppe (ref. tabell 2.1) og arealbeskrivelsen for hvert tiltak i kapittel 2.4.2. Figuren er kun ment som illustrasjon, og korrekt plassering av tiltak kan variere noe avhengig av detaljutformingen.



Figur 2.4 Ulike lokale overvannstiltaks krav til arealbehov og infiltrasjonsevne i eksisterende masser.

Kilde: COWI

For å forenkle beregninger og beholde oversikten, har vi videre gruppert tiltak som antas å ha omtrent tilsvarende hovedfunksjoner og kostnader (per redusert avrenningsflate eller –volum). Grupperingen er vist i tabellen nedenfor.

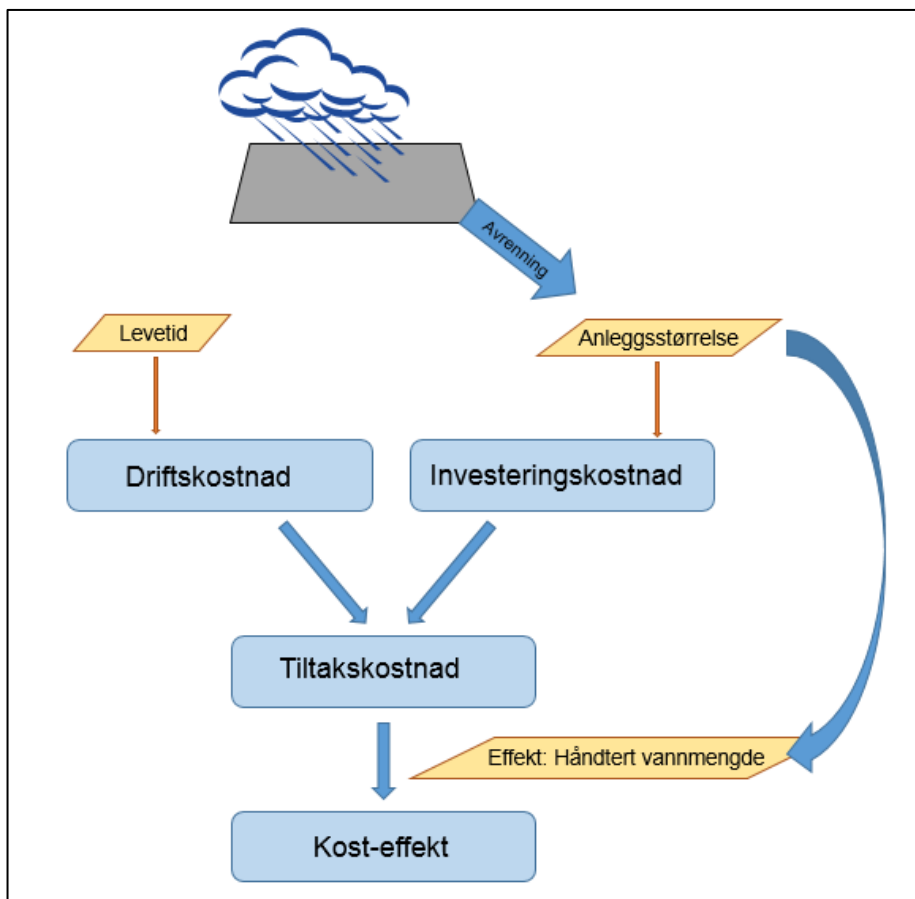
Tabell 2.4 Tiltaksgrupper etter funksjon og utforming

Overvannstiltak	
Tradisjonelle overvannstiltak	Lokale overvannstiltak
Tiltak på private stikkledninger	Frakobling av takrenner
Tiltak på offentlige stikkledninger	Grønne tak
Tiltak på fellesledninger	Grønne vegger
Lukket fordrøyningsbasseng	Infiltrasjonstiltak:
	- Infiltrasjonsgrøft
	- Regnbed
	- Infiltrasjonsbasseng
	- Filterbasseng
	Fordrøyningstiltak:
	- Åpent tørt fordrøyningsbasseng
	- Overvannsdam
	- Våtmark
	Gjenåpning av bekk
	Permeable flater

2.6. Kostnader ved overvannstiltak

2.6.1 Fremgangsmåte for beregningene

I dette delkapitlet vil vi beregne samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for å håndtere en gitt mengde overvann med ulike overvannstiltak. Figur 2.5 viser fremgangsmåten som er benyttet.



Figur 2.5. Fremgangsmåte for beregning av samfunnsøkonomisk tiltakskostnad per håndtert overvannsmengde (kr/m³ overvann håndtert)

Kilde: COWI

Vi vil først beregne samfunnsøkonomisk tiltakskostnad for hvert tiltak. Tiltakskostnaden består av investeringskostnad, som oftest er en engangskostnad, og drifts- og vedlikeholdskostnader, som påløper i hele tiltakets levetid. Tiltakskostnaden beregnes som nåverdien av investerings- og driftskostnader, slik som det vanligvis gjøres i samfunnsøkonomiske analyser.

Kostnad per m³ overvann håndtert, beregnes deretter ved å dele tiltakskostnaden på effekten av tiltaket, målt som håndtert overvannsmengde (m³). Resultatet er et kost/effekt-tall i kr per håndtert overvannsmengde i m³.

For senere bruk av tallene, er det viktig å huske på at tiltakene kan ha ulike funksjoner, slik at det ikke gir mening å sammenligne kost/effekt-tall for alle tiltak og velge det med lavest tall. For eksempel vil infiltrasjonstiltak ha et kost/effekt-tall som beskriver kostnaden per mengde infiltrert overvann, mens fordrøyningsiltak vi ha et kost/effekt-tall som beskriver kostnaden per mengde fordrøyd overvann. Som vi senere skal se, vil heller ikke alle tiltak kunne ta unna store

nok vannmengder alene, og man må da kombinere flere tiltak for å håndtere aktuelle vannmengder.

De følgende delkapitlene viser tall for henholdsvis investerings- og driftskostnader, samfunnsøkonomiske tiltakskostnader og kost/effekt for tradisjonelle og lokale overvannstiltak.

For kostnader generelt i denne rapporten gjelder følgende:

- › Kostnader er oppgitt uten merverdiavgift
- › Kostnadsanslag inkluderer både kostnader til utstyr (rør og anlegg osv.) og arbeidskostnader

Kostnader ved ulike tiltak vil avhenge av bl.a. tiltakets størrelse. Enhetskostnader for ulike tiltak oppgis derfor i første omgang som kroner/m for tradisjonelle tiltak på ledningsnett eller gjenåpning av bekk, kroner/m² for tiltak med fast dybde og kroner/m³ for tiltak med varierende dybde. Tabell 2.5 gir en oversikt over overvannstiltak og tilhørende kostnadsenhet. I senere kost-effektberegninger har vi regnet om kostnader for alle tiltak til en kostnad per m³ overvann håndtert.

Tabell 2.5 Overvannstiltak og tilhørende kostnadsenhet

Overvannstiltak	Kostnadsenhet		
	Kr/m	Kr/m ²	Kr/m ³
Tradisjonelle tiltak			
Tiltak på private stikkledninger	X		
Tiltak på offentlige stikkledninger	X		
Tiltak på fellesledninger	X		
Lukket fordrøyningsbasseng			X
Lokale overvannstiltak			
Frakobling av takrenner (areal takflate)		X	
Grønne tak		X	
Grønne vegger		X	
Infiltrasjonstiltak:		X	
- Infiltrasjonsgrøft			
- Regnbed			
- Infiltrasjonsbasseng			
- Filterbasseng			
Fordrøyningsstiltak:			
- Åpent tørt fordrøyningsbasseng			X
- Overvannsdam		X	
- Våtmark		X	
Gjenåpning av bekk	X		
Permeable flater		X	

2.6.2 Investerings- og driftskostnader

Tradisjonelle overvannstiltak

I tabellen nedenfor har vi satt opp kostnadsanslag for tradisjonelle overvannstiltak, både investerings- og driftskostnader, samt levetid for ulike tiltak. Kostnadsanslagene er erfaringsbasert. Som det fremgår, er det betydelig variasjon i kostnadene. Kostnadene generelt vil avhenge mye av lokale forhold med hensyn til geografi, grunnforhold. Kostnader for tiltak på ledningsnettet er bl.a. avhengig av grunnforhold og kompleksitet i eksisterende infrastruktur og kan variere mye. Vi har derfor satt opp kostnadstallene som et intervall med betydelig variasjon fra nedre til øvre grense. Selv om vi har satt opp vide intervall for å fange opp de fleste tilfeller, kan man i enkelte situasjoner antagelig finne kostnadstall som ligger utenfor intervallene.

I villastrøk og utkanten av byer er investeringskostnadene generelt lavere enn midt i byen. Årsaken er at infrastrukturen midt i byen ofte er mye mer kompleks og arbeidskrevende. Grunnforholdene spiller også stor rolle. Ved fjell i bakken koster tiltaket raskt mye mer enn når det er gravbart. Generelt kan man si at kostnadene øker med i størrelsesorden 20 prosent ved fjell i bakken.

Kostnader for separering av ledningsnett er noe høyere enn oppgradering (utskifting av eksisterende ledningsnett) fordi ledningene ved utskifting legges i eksisterende grøft mens separering krever nye grøfter.

Kostnadene til lukket fordrøyningsbasseng er avhengig av utforming, materialvalg og grunnforhold og kan derfor også variere. Betongrør har lavest pris (kr/m³) ved stor diameter (1000mm) og gravbare grunnforhold (4.700 kr/m³), mens liten diameter (500 mm) og fjell i bakken gir en høyere investeringskostnad per volum (12.000 kr/m³). Det samme gjelder for støpt basseng og GUP-rør.

Årlige driftskostnader for tradisjonelle overvannstiltak er som en erfaringsbasert tommelfingerregel satt til i størrelsesorden en prosent av gjennomsnittlig investeringskostnad for hvert tiltak (COWI, pers. medd 2015). Også driftskostnader kan variere mye, avhengig av type anlegg og alder. Da driftskostnadene er relativt lave i forhold til investeringskostnaden for alle tiltakene, vil eventuelle variasjoner ha relativt liten betydning for de totale kostnadene, og det anses derfor som rimelig å benytte denne forenklingen.

Tabell 2.6 gir en oversikt over anslag for investeringskostnader, årlige driftskostnader og levetider for tradisjonelle overvannstiltak.

Tabell 2.6 Oversikt over kostnadsanslag og levetider for tradisjonelle overvannstiltak

Overvannstiltak	Investeringskostnad	Driftskostnader	Levetid
Separering av private stikkledninger	3.000-20.000 kr/m	85 kr/m/år	100 år
Oppdimensjonering av eksisterende overvannsledninger	3.000-10.000 kr/m	85 kr/m/år	100 år
Separering av kommunale fellesledninger	3.000-20.000 kr/m	85 kr/m/år	100 år
Lukket fordrøyningsbasseng			40 år
- Betongrør	4.700-12.000 kr/m ³	50 kr/m ³ /år	
- Støpte basseng	7.500-9.000 kr/m ³	50 kr/m ³ /år	
- GUP-rør	2.000-5.000 kr/m ³	50 kr/m ³ /år	

Lokale overvannstiltak

Det er også en betydelig variasjon i kostnadene til lokale overvannstiltak. For disse har vi likevel beregnet en forventningsverdi, som det vil være knyttet usikkerhet til. De lokale overvannstiltakene velges i større grad avhengig av de lokale forholdene i utgangspunktet. For eksempel kan man ikke anlegge et infiltrasjonsbasseng der det ikke er infiltrerbare masser. Dermed blir ikke variasjonen i kostnader for ett tiltak like stor som for tradisjonelle tiltak, men det kan være at noen tiltak ikke er aktuelle, eller at det må velges en kombinasjon av flere (lokale) tiltak for å håndtere ønsket vannmengde.

Tabell 2.7 gir oversikt over anslag for forventede investeringskostnader, driftskostnader og levetider for lokale overvannstiltak. Kostnader knyttet til skjøtsel, drift og vedlikehold varierer mye og avhenger av en rekke faktorer, som for eksempel hvilke løsninger som er valgt, behov for utskifting av masser, plantetyper osv. Det må bemerkes at man foreløpig har begrenset erfaring med lokale overvannstiltak, slik at det ikke finnes mange erfaringstall tilgjengelig.

Kostnadstallene nedenfor er derfor satt sammen ut fra referanser fra litteraturen, samt COWIs erfaringstall og anslag for lignende tiltak. Kostnadene til vedlikehold anses som relativt lave i forhold til investeringskostnaden, og i mange tilfeller antas de å være lavere enn for tradisjonelle overvannstiltak. Det kan imidlertid være kostnader man ikke har erfart ennå knyttet til noen av disse tiltakene.

Kostnader for gjenåpning av lukkede bekker anses som spesielt vanskelige å generalisere. Kostnadene er avhengig av omfanget av prosjektet, arealbruk og andre lokale forhold. Ofte gjennomføres bekkeåpninger som ledd i større byfornyelses – eller restaureringsprosjekter, og det kan være vanskelig å skille ut hvilke kostnader som strengt tatt er knyttet til selve åpningen av bekken og hvilke som er knyttet til park- og grøntanlegg osv. i tilknytning til bekken. I et tilfelle ved åpning av Fredlybekken i Trondheim ble kostnadene beregnet til kr 36 000 kr per meter åpnet bekk (COWI pers. medd. 2015), men det er vanskelig å si om dette er et «typisk tall». Vi har derfor ikke gått videre med å beregne generelle kostnader for dette tiltaket.

Tabell 2.7 Oversikt over kostnadsanslag og levetider for lokale overvannstiltak

Overvannstiltak	Investeringskostnad	Driftskostnader	Levetid
Frakobling av takrenner	Lav	Lav	100 år
Grønne tak*			
- Ekstensive tak (ekstrakostnader sammenlignet med et vanlig tak)	400-600 kr/m ² ¹	2-10 kr/m ² og år ²	50 år
Grønne vegger	4000 kr/m ² ³	200 kr/m ² ⁴	50 år
Infiltrasjonstiltak:			40 år
- Infiltrasjonsgrøft	900 kr/m ²	10kr/m ²	
- Regnbed	1400 kr/m ²	15kr/m ²	
- Infiltrasjonsbasseng	500 kr/m ²	5 kr/m ²	
- Filterbasseng	90 kr/m ²	10 kr/m ²	
Fordrøyningstiltak:			40 år
- Åpent, tørt fordrøyningsbasseng	2100 kr/m ²	20 kr/m ³	
- Overvannsdam	1300 kr/m ²	35 kr/m ²	
- Våtmark	1400 kr/m ²	35 kr/m ²	
Permeable flater*		10-20 kr/m ²	40 år
-Gress	50 kr/m ²		
-Grus-	80-100 kr/m ²		
-Betongheller	350-600 kr/m ²		
-Armert gress med betongheller	350-500 kr/m ²		
-Armert gress med gatesten	800-1000 kr/m ²		
-Gatesten	800-1000 kr/m ²		

*I videre beregninger har vi regnet på gjennomsnittlige investerings- og driftskostnader.

¹ www.tiltakskatalog.no/e-1-7.htm

² www.tiltakskatalog.no/e-1-7.htm

³ www.tiltakskatalog.no/e-1-6.htm

⁴ www.tiltakskatalog.no/e-1-6.htm

2.6.3 Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader

Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader består av nåverdien av investeringskostnader og driftskostnader gjennom tiltakets levetid.

Forutsetninger for dimensjonering av anlegg

Investeringskostnaden er blant annet avhengig av anleggsstørrelse, som bestemmes ut fra dimensjonerende nedbørintensitet og resulterende avrenning. I denne rapporten baserer vi oss på resultater fra COWIs veileder for overvannshåndtering for Jæren vannområde (COWI 2013). Det benyttes derfor nedbørdata fra Sandnes kommune for å beregne den dimensjonerende nedbørintensiteten.

Dimensjonerende nedbørhyppighet settes lik 20 år, som er gjeldende for bysentrum, industriområder og forretningsstrøk, ifølge Norsk Vann (2008)¹. Varigheten er lik 10 minutter. Dette gir en nedbørintensitet på 191,1 l/s*ha. Klimafaktoren settes lik 1,2, som gir en dimensjonerende nedbørintensitet på 229,32 l/s*ha. Ved et nedbørtilfelle med varighet 10 minutter gir dette en avrenning på 0,0138 m³/m².

Vi tar i beregningene utgangspunkt i to avrenningsflater, på henholdsvis 10 000 m² og 500 m² for å vise eventuelle forskjeller mellom tiltakskostnader og kost/effekt-tall ved store og små avrenningsflater. Det antas at avrenningsarealet er en tett flate. Avrenningskoeffisientene som benyttes for tette flater er 1,0. Ved gitt nedbørintensitet og varighet gir det en avrenning på **0,0138 m³/m² tett flate**. Ved en tett flate på 10.000 m² gir det en avrenning på tilnærmet 138 m³ og ved en tett flate på 500 m² gir det en avrenning på tilnærmet 7 m³.

Investeringskostnaden bestemmes ved at anlegget dimensjoneres ut fra beregnet avrenningsmengde. Ved tiltak på ledningsnett bestemmer avrenningsmengden nødvendig diameter på ledningene. Kostnadsforskjellen mellom ledninger med ulik diameter er imidlertid så liten sammenlignet med gravekostnader for å legge ledninger, at den ikke vurderes nærmere. Tiltakskostnaden beregnes ved å se på en antatt ledningslengde på henholdsvis 10 og 50 meter for stikkledninger og 50 og 1000 meter for kommunale ledninger.

Størrelsen på fordrøyningsbasseng settes lik nødvendig avrenningsmengde for å forenkle beregningen.

De fleste lokale overvannstiltak dimensjoneres ut fra arealbehovet for å håndtere dimensjonerende avrenningsmengde, som er definert i kapittel 2.3.4. Både grønne tak og permeable flater trenger svært store arealer for å håndtere hele avrenningsmengden. Størrelsen av grønne tak er derfor satt til henholdsvis 1000 og 100 m² for de to avrenningstilfellene. For permeable flater er arealet satt lik avrenningsarealet.

Kostnader ved grønne vegger er ikke inkludert i videre beregninger da vi ikke har kunnet skaffe nok dokumentasjon for arealbehov og effekt.

¹ Norsk Vanns rapport nr. 162: «Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering» (Norsk Vann 2008)

Beregning av nåverdi

Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader er oppgitt som nåverdi, der både investeringskostnader og driftskostnader for tiltakets levetid er regnet inn. Som en forenkling har vi benyttet 40 års levetid for alle tiltak, mens diskonteringsrenten er satt til 4 prosent i tråd med anbefalinger i Direktoratet for økonomistyrings (DFØs) veileder i samfunnsøkonomiske analyser (DFØ 2014). Fordi verdien etter 40 års levetid uansett er begrenset, og fordi det er mange forhold som vil være endret etter 40 år, har vi også gjort den forenkling å sette restverdien for alle tiltak til null. Med disse forutsetningene, og med utgangspunkt investerings- og driftskostnader som beskrevet i delkapitlene ovenfor, kan nåverdien av samfunnsøkonomisk tiltakskostnad beregnes.

2.6.4 Effekt: Håndtert overvannsmengde ved ulike tiltak

For å kunne sammenligne kostnader ved ulike tiltak, må vi vurdere tiltakenes effekt i form av hvor mye overvann de kan håndtere. Egnert enhet for å måle effekten av tiltakene, vil avhenge av type tiltak. Tiltak som infiltrerer overvann, har en effekt med enheten infiltrert regnmengde målt i m³. Overvannstiltak som holder tilbake overvann, defineres som effekten av tilbakeholdt vannmengde, målt i m³. Noen tiltak gir både infiltrasjon og tilbakeholdelse av nedbør. For disse må effektene vurderes hver for seg.

Det er ikke alltid lett å definere effekten, spesielt ikke når tiltaket har flere funksjoner. I denne rapporten er det derfor valgt å bestemme effekten ut fra hovedfunksjonen. Det betyr at for eksempel grønne tak ble vurdert ut fra infiltrasjonsevnen uten å ta stilling til hvor mye et grønt tak kan forsinke avrenningen.

For permeable flater er effekten bestemt utfra tilhørende avrenningsfaktor. Avrenningsfaktoren er forholdet mellom avrenningen fra et område og nedbøren over samme område. En avrenningsfaktor på 1 betyr at all nedbør renner av området. Det er valgt å følge anbefalingen fra COWIs rapport "Gjennomgang av avrenningsfaktorer" (COWI 2015) som benytter følgende avrenningsfaktorer (tabell 2.8):

Tabell 2.8 Avrenningsfaktorer benyttet i beregningene.

Type flater	Avrenningsfaktor
Bygningsareal	0,9
Veiareal	0,8
Helt permeabelt (resten av nedbørfeltet)	0,2

Effekten (mengde infiltrert nedbør) beregnes som nedbørmengde*(1-avrenningsfaktor).

Utgangspunkt for beregning av tiltakenes effekt i form av håndtert vannmengde, samt tiltakenes hovedfunksjon, er vist i tabell 2.9.

Tabell 2.9 Oversikt over tiltakenes effekt i form av håndtert vannmengde

Overvannstiltak	Effekt [m ³] per 10.000 m ²	Effekt [m ³] per 500 m ²	Funksjon
Tradisjonelle overvannstiltak			
Separering av private stikkledninger			
- Ledningslengde 10 m	138	7	Transport
- Ledningslengde 50 m	138	7	Transport
Oppdimensjonering av eksisterende overvannsledninger			
- Ledningslengde 50 m	138	7	Transport
- Ledningslengde 1000 m	138	7	Transport
Separering av kommunale fellesledninger			
- Ledningslengde 50 m	138	7	Transport
- Ledningslengde 1000 m	138	7	Transport
Lukket fordrøyningsbasseng			
- Betongrør	138	7	Fordrøyning
- Støpte basseng	138	7	Fordrøyning
- GUP-rør	138	7	Fordrøyning
Lokale overvannstiltak			
Frakobling av takrenner	138	7	Reduksjon transportmengde
Grønne tak			
- Ekstensive tak	5	1	Infiltrasjon
Infiltrasjonstiltak:			
- Infiltrasjonsgrøft	138	7	Infiltrasjon
- Regnbed	138	7	Infiltrasjon
- Infiltrasjonsbasseng	138	7	Infiltrasjon
- Filterbasseng	138	7	Infiltrasjon
Fordrøyningstiltak:			
- Åpent, tørt fordrøyningsbasseng	138	7	Fordrøyning
- Overvannsdam	138	7	Fordrøyning
- Våtmark	138	7	Fordrøyning
Permeable flater			
-Gress	110	6	Infiltrasjon
-Grus	110	6	Infiltrasjon
-Betongheller	28	1	Infiltrasjon
-Armert gress med betongheller	28	1	Infiltrasjon
-Armert gress med gatesten	28	1	Infiltrasjon
-Gatesten	28	1	Infiltrasjon

2.6.5 Kostnader per håndtert overvannsmengde (kost-effekt)

Som vi beskrev i innledningen til kapittel 2.6, har vi forsøkt å beregne kostnader per vannmengde håndtert for å kunne sammenligne ulike tiltak. For å kunne gjøre det, har vi måttet gjøre en rekke forutsetninger, blant annet om nedbørmengde og –intensitet, avrenningsflater osv., som beskrevet i avsnittene over. De tallene som presenteres, er derfor strengt tatt bare gyldige gitt de valgte forutsetninger for nedbørintensitet osv., og det kan være lokal variasjon som ikke fanges opp i tallene. Vi har likevel valgt å presentere relativt detaljerte kostnadstall, for å få et inntrykk av størrelsesorden.

Kostnader per håndtert overvannsmengde (kost/effekt) er beregnet ved å dele samfunnsøkonomisk tiltakskostnad (nåverdi) med effekten, målt som håndtert vannmengde (se tabell 2.9). Resultatet er et kost/effekt-tall i kr per håndtert mengde overvann i m³.

Kost/effekt-tallene for hvert overvannstiltak vises i tabell 2.10.

Tabell 2.10 Oversikt over tiltakskostnad i kroner* per m³ overvann håndtert (kost/effekt-tall) (avrundet til nærmeste 1000 eller 100 for små beløp).

Overvannstiltak	Kost/effekt [Kr/m ³] 10.000 m ²	Kost/effekt [Kr/m ³] 500 m ²
Tradisjonelle overvannstiltak		
Separering av private stikkledninger		
- Ledningslengde 10 m	300-1500	6500-30 000
- Ledningslengde 50 m	1700-7600	33 000-149 000
Oppdimensjonering av eksisterende overvannsledninger		
- Ledningslengde 50 m	1700-4100	33 000-81 000
- Ledningslengde 1000 m	33 000-82 000	652 000-1 614 000
Separering av kommunale fellesledninger		
- Ledningslengde 50 m	1660-33 090	33 000-149 000
- Ledningslengde 1000 m	33 000-151 000	652 000-2 988 000
Lukket fordrøyningsbasseng		
- Betongrør	5500-12 500	5 500-12 500
- Støpte basseng	8100-9500	8 100-9 500
- GUP-rør	2900-5800	2 900-5 800
Lokale overvannstiltak		
Frakobling av takrenner	Høy	Høy
Grønne tak		
- Ekstensive tak	120 000**	60 000**
Infiltrasjonstiltak:		
- Infiltrasjonsgrøft	5 350	5 350
- Regnbed	8 300	8 300
- Infiltrasjonsbasseng	2 900	2 900
- Filterbasseng	5 600	5 600
Fordrøyningstiltak:		
- Åpent, tørt fordrøyningsbasseng	2 300	2 300
- Overvannsdam	42 000	42 000
- Våtmark	43 500	43 500
Permeable flater		
-Gress	31 000	29 000
-Grus	35 000	32 000
-Betongheller	270 000	377 000
-Armert gress med betongheller	252 000	353 000
-Armert gress med gatesten	415 000	581 000
-Gatesten	415 000	581 000

*Tiltakskostnader inkluderer kun kostnader til selve tiltakene, som ledninger, grøfter etc.

F.eks. inngår ikke arealkostnader eller eventuelle tilhørende kostnader på pumpeanlegg og renseanlegg. Se forklaring til hva som er inkludert i tiltakskostnadene i avsnittene foran.

**Forskjellen mellom disse kostnadstallene for grønne tak, har med forutsetninger om dimensjonering av tak å gjøre, se forklaring under dimensjonering av tiltak, avsnitt 2.6.3.

2.7. Vurdering av samfunnsøkonomiske kostnader ved overvannstiltak

Forhold som påvirker valgalternativer og kostnader

Vi har forsøkt å beregne kostnader per m³ håndtert vann for å gjøre det mulig å sammenligne ulike tiltak, men som beskrevet flere steder innebærer det en rekke forutsetninger som gjør at tallene må tolkes med forsiktighet fordi blant andre nedbørtall og andre avrenningsflater kan endre resultatene. Det må dessuten igjen minnes om at ikke alle tiltak er alternativer. Som vi beskrev innledningsvis i dette kapitlet, har ulike tiltak ulike funksjoner (jf. de fire gruppene av tiltak: Infiltrasjon, fordrøyning, flomveier og ledningsnett).

Alle foreslåtte overvannstiltak er generelt egnet i byer og tettsteder. Eksisterende masser på stedet (gravbare, infiltrerbare, fjell) er avgjørende for hvilke tiltak som kan og bør benyttes. Fjell begrenser bruk av overvannstiltak til fordrøyningsmuligheter, mens gravbare masser gir grunnlag for de fleste overvannstiltak. Selv ved tette masser kan infiltrasjonstiltak benyttes, men da må man skifte ut eksisterende masser, noe som fordyrer tiltaket. Infiltrasjonstiltak krever dessuten en lav grunnvannsstand i området for å kunne fungere.

Gjennomføring av de foreslåtte lokale overvannstiltakene er også avhengig av eksisterende infrastruktur. Lokale (inkludert blågrønne) overvannstiltak vil ofte være mer arealkrevende enn tradisjonell overvannshåndtering og vil i en del tilfelle gå på tvers av eksisterende planer og investeringer. Nødvendigheten av å vurdere slike tiltak som et ledd i en mer langsiktig areal-, vann- og avløpsplanlegging må derfor understrekes. Ved å vektlegge overvann tidlig i planleggingsfasen er det også mulig å minimalisere endringene fra naturtilstanden slik at kostnadene for avbøtende tiltak blir redusert.

Noen kostnader er vanskelig å anslå generelt fordi de vil avhenge av tiltakets utforming, som igjen er avhengig av dimensjoneringskriterier, som blant annet dimensjonerende regnmengde, tid mellom nedbørshendelser, maksimal vannstand, oppholdstid, egenskaper for massene og grunnvannstand.

Tabell 2.11 gir en oversikt over en del viktige forhold som kan påvirke tiltakskostnadene for overvannstiltak og om de bidrar til høyere eller lavere kostnader.

Tabell 2.11 Forhold som påvirker tiltakskostnader

Kostnad	Beliggenhet	Grunnforhold	Utforming	Materialvalg
Lav	Villastrøk, utkanten av by	Gravbar	Enkelt	Billig
Høy	Sentrum, mye infrastruktur i bakken	Fjell	Avansert	Dyrt

Tradisjonelle overvannstiltak

Når det gjelder de tradisjonelle tiltakene, ser vi av tabell 2.10 at kostnadene varierer mye per vannmengde håndtert. I tillegg til de forholdene vi diskuterte over, som grunnforhold, infrastruktur i bakken osv., er kostnadene per m³ også svært avhengig av overflaten som dreneres – fordi kostnadene per meter rør i liten grad avhenger av dimensjonen på rørene. Derimot er kostnadene svært avhengig av hvor langt vannet skal fraktes. I tabell 2.10 er det delt opp i avrenningsareal, 500 m² tilsvarer omtrent en enebolig, mens 10 000 m² tilsvarer et lite boligfelt. Vi ser at kostnadene ved tradisjonelle løsninger generelt er lavere ved større

avrenningsareal som representerer større vannmengder. Videre er kostnadene svært avhengige av meter ledning, de laveste tallene tilsvarer 10 meter ledning, mens de høyeste tilsvarer 1 000 meter ledning.

Hvis man kun skal ha tradisjonell overvannstiltak, er det svært aktuelt med lukket fordrøyningsbasseng i tillegg til ledninger. Ofte bygges de som betongrør, som er mindre arealkrevende (under bakken) enn støpte basseng, som krever relativt stort areal og dybde.

Vi kan se av tabellen at GUP-rør (plastrør som består av glassfiberarmert polyester) har lavere kostnader i beregningene. Men disse er lette og ved fare for oppdrift brukes gjerne betongrør, som er tyngre. I tillegg tåler GUP-rør ikke like mye belastning som betongrør. Dette illustrerer at løsningene må vurderes på det aktuelle stedet ut fra lokale forhold. En del steder vil antagelig GUP-rør utgjøre et godt nok alternativ, og det kan da gi lavere kostnader for håndtering av overvannet. I andre tilfeller vil valg av tilsynelatende billigste alternativ ikke være praktisk mulig, eller gi store kostnader senere ved oppdrift eller at de blir ødelagt ved belastning.

Lokale overvannstiltak

Kostnadene til lokale overvannstiltak varierer mindre med avrenningsareal og lengde på grøfter etc. men det er også betydelig kostnadsvariasjon mellom ulike lokale overvannstiltak. Vi kan se at kostnadene til grønne tak er svært høy, mens enkle fordrøyningsstiltak er ganske rimelige. Dette har i stor grad sammenheng med hvor avanserte tiltakene er, hvor godt grunnforhold ligger til rette osv. Vi ser også at av permeable flater er gress og grus billigst. Med unntak av gress og grus, har de øvrige permeable flatene ganske lav permeabilitet, og dermed blir kostnaden per m³ overvann de kan håndtere, høy.

Det er imidlertid ikke slik at alle lokale overvannstiltak er egnet overalt, og i en del tilfeller må de gjennomføres i kombinasjon for å ivareta hele vannmengden som skal håndteres.

Grønne tak skiller seg ut som ganske dyre per m³ overvann håndtert, og skal man rangere tiltakene etter kroner per håndtert m³ vann vil dette tiltaket komme langt ned på listen. Dette tiltaket kan nesten sees som et «spesialtiltak», særlig i norsk sammenheng. Det kan være aktuelt i tette, urbane områder med mye hus/tak-areal og lite bakkeareal. Hvis det dessuten kan avlaste et overvannssystem som er akkurat på grensen til å kunne håndtere vannmengdene kan det forsvares økonomisk. I tillegg har det, som vi kommer tilbake til i kapittel 3, en del positive bivirkninger som at det binder CO₂, virker klimaregulerende i bygget osv., i tillegg til å være et mulig estetisk innslag i bymiljøet.

Når det gjelder infiltrasjonstiltak er infiltrasjonsbasseng det rimeligste, men det krever at det er egnede masser på stedet, dersom så ikke er tilfelle, må man benytte tiltak med tilkjørte masser, som er dyrere.

Det vil ofte være behov for flere lokale overvannstiltak i kombinasjon for å håndtere vannmengdene, og fordrøyningsstiltak vil svært ofte kreves i tillegg til infiltrasjon eller permeable flater. Her er åpne, tørre fordrøyningsbasseng lite kostnadskreven mens etablering av våtmark er mer kostbart. Igjen vil lokale forhold, tilgjengelig areal, og i hvilken sammenheng tiltaket skal inn, avgjørende for hvilket tiltak som bør velges.

Lokale og tradisjonelle overvannstiltak

Det er vanskelig å sammenlikne tradisjonelle og lokale overvannstiltak på generelt grunnlag. Det ligger store variasjoner inne i tallene for både de tradisjonelle og de lokale. Det vi kan si, er at lokale overvannstiltak i mange sammenhenger vil være billigere for å håndtere en viss vannmengde enn det tradisjonelle tiltak er. Men vi ser også at tradisjonelle tiltak vinner seg ved store avrenningsarealer og vannmengder. Vi må også huske at i kostnadstallene over, er det ikke inkludert arealkostnader. I urbane strøk er tomtekostnadene ofte høye, og overvannstiltak som beslaglegger areal oppå bakken, har dermed normalt en høyere kostnad enn om rørene går under bakken.

Som vi var inne på innledningsvis i dette kapittelet, har tiltakene ulike funksjoner. Mens de lokale starter der vannet kommer ned, og forsøker å hindre at det skal fraktes videre, er de tradisjonelle tiltakene innstilt mot å frakte vannet vekk. Et poeng som ikke kommer fram når man ser på kostnadene, er at uavhengig av hvor store ledninger man har for å frakte vannet, er en begrensende faktor inntaket til ledningene, gjennom sluker, rister osv. Det er derfor viktig at disse er dimensjonert til å ta imot store nok vannmengder og at de holdes vedlike. Mye kan tyde på at dette er undervurdert i dagens system.

Vi ser av tabellene over at kostnadene ved tradisjonelle og lokale (inkludert blågrønne) overvannstiltak kan variere betydelig. Det er derfor vanskelig å si at en type tiltak alltid er mest kostnadseffektivt og bør benyttes. Det vil i stor grad avhenge av lokale forhold, og det må regnes på i hvert enkelt tilfelle hvilke tiltak som er de beste. Beregningen viser at lokale overvannstiltak har omtrent samme kostnad per m³ håndtert overvann uavhengig av om avrenningsarealet er stort eller lite, mens tradisjonelle tiltak har lavere kostnader per m³ vann håndtert ved større avrenningsflater.

Vår vurdering etter gjennomgang av tiltak og tiltakskostnader, er at det ikke er hensiktsmessig å sette lokale og tradisjonelle overvannstiltak opp mot hverandre. Det er mer hensiktsmessig og økonomisk å kombinere lokale og tradisjonelle tiltak ut fra lokale forhold, inkludert hvilket utgangspunkt man har med hensyn til infrastruktur lokalt.

Vi kan ikke gjøre en full nytte-kostnadsanalyse uten å spesifisere tiltak, beskrive nåsituasjonen, hva som skjer uten nye tiltak osv., noe som vil føre for langt her. Men vi har allerede nevnt at man må vurdere arealkostnader, og robustheten ved henholdsvis lokale og tradisjonelle tiltak, og i kapittel 3 vil vi komme tilbake til at utover selve vannhåndteringen har en del av de lokale (de blågrønne) tiltakene også andre nytteeffekter. Disse virkningene må også vurderes dersom man skal gjøre en nytte-kostnadsvurdering av overvannstiltak.

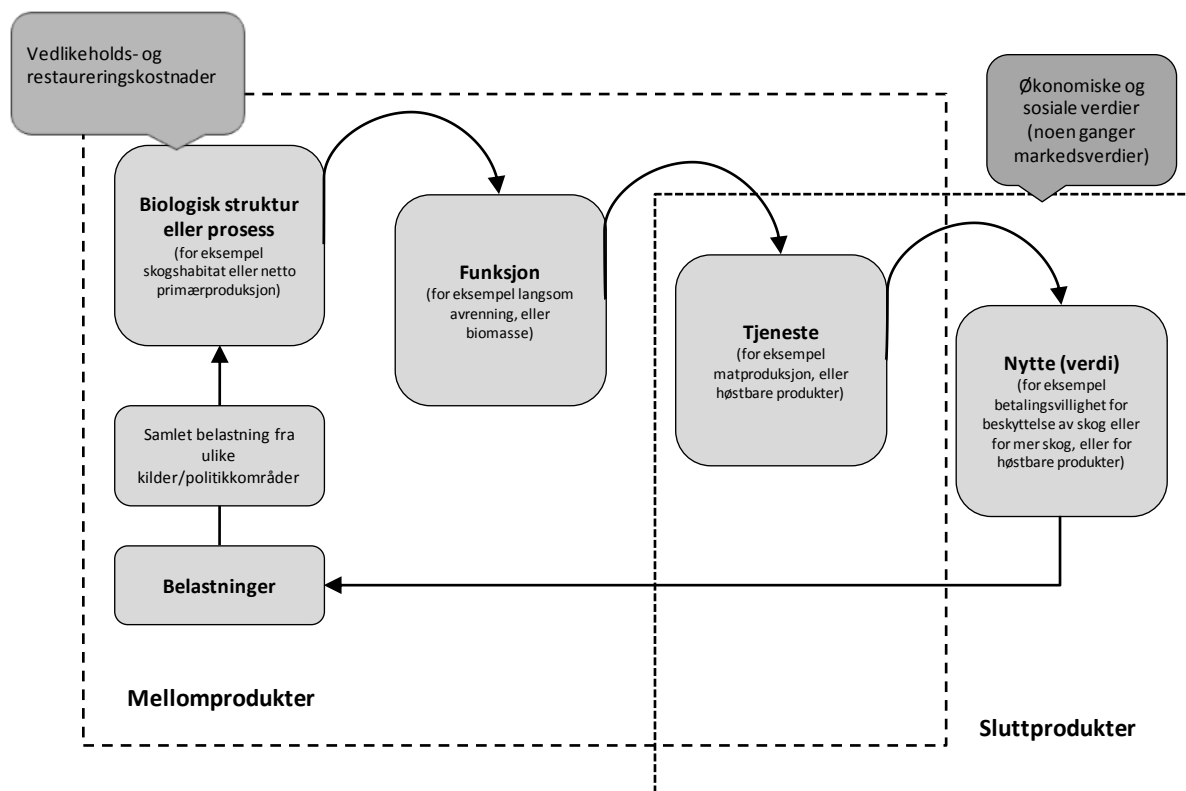
3. Positive bidrag til bymiljø fra lokale overvannstiltak

De blågrønne overvannstiltakene kan gi fordeler, eller *nytte* i samfunnsøkonomisk språkbruk, utover at de bidrar til å håndtere overvann. De kan bidra positivt til bymiljøet, i form av å gi områder for rekreasjon, biomangfold og bedre mikroklima, m.v. I følge vårt mandat skal vi vurdere disse positive virkningene av blågrønne tiltak spesielt, og disse fordelene beskrives i dette kapitlet. Vi bruker en tilnærming med økosystemtjenester for å systematisere virkningene.

3.1. Økosystemtjeneste-tilnærming for vurdering av nytte

Med økosystemtjenester menes goder og tjenester fra naturen som direkte og indirekte bidrar til menneskers velferd. Begrepet økosystemtjenester har etter hvert blitt sentralt for å vurdere sammenhengen mellom miljøpåvirkning og nytte i samfunnsøkonomisk forstand, og er særlig egnet for å vurdere nytten av de blågrønne tiltakene i form av bidrag til bymiljø, rekreasjon, biomangfold etc. Før vi går gjennom hver enkelt økosystemtjeneste som kan knyttes til blågrønn overvannshåndtering, vil vi klargjøre kort hva vi mener med betydning eller verdien av økosystemtjenester og hvordan denne kan måles. Et sentralt prinsipp i samfunnsøkonomisk analyse, er at en i hovedsak respekterer folks preferanser, uttrykt som deres betalingsvillighet, som basis for å vurdere verdi.

Det er, som vist i Figur 3.1, en sammenheng mellom økosystemenes biologiske struktur og prosesser til goder og tjenester som er viktige for folk (økosystemtjenester). Det er viktig å skille mellom disse godene og tjenestene og den potensielle nytteverdi de kan ha for mennesker. Det samme godet kan gi opphav til ulik nytteverdi. Et visst blågrønt areal vil for eksempel ha (mye) større verdi for rekreasjon nær et område der det bor mange mennesker enn nær et område der det bor få.



Figur 3.1 Sammenheng mellom struktur, funksjon, tjeneste og verdi

Kilde: Tilpasset fra Kumar (2010).

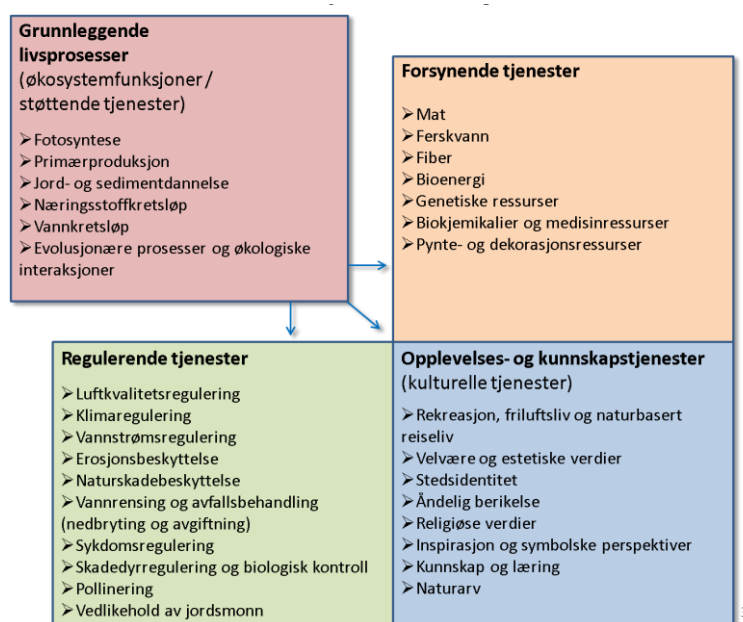
Det er viktig ikke å «dobbelttelle» verdien av tjenester. For å unngå dette, forsøker vi å vurdere sluttproduktene (se Figur 3.1) og kun regne med mellomprodukter i den grad de bidrar til en slutt-tjeneste eller – produkt som kan verdsettes. Hvis en vurderer biologisk mangfold som noe folk ønsker å bevare i seg selv, kan man inkludere dette i tillegg til den grunnleggende funksjonen biologisk mangfold har for en rekke andre tjenester folk setter pris på.

Vår hensikt er å illustrere betydningen av økosystemtjenester knyttet til blågrønne overvannsløsninger. Vi kan gjøre det ved å forsøke å si noe om den samfunnsøkonomiske verdien av økosystemtjenester man får fra et område for eksempel per år. En utfordring er at verdien av en enhet av tjenesten ikke nødvendigvis er konstant. For eksempel er det mer verdifullt å få en arealenhet til med blågrønne områder i en by hvis det er få slike områder fra før, enn hvis det er flust av slike områder. Blant annet derfor er økonomer mest komfortable med å si noe om hva som kan være verdien av en endring i en tjene, for eksempel som følge av et tiltak som etablerer flere blågrønne overvannsløsninger.

For å komme fram til den samfunnsøkonomiske verdien finnes det ulike typer verdsettelsesmetoder. Disse er omtalt for eksempel i NOU (2013:10), og vi gir ingen detaljert beskrivelse her. Felles for metodene er at de forsøker å si noe om den samfunnsøkonomiske betydningen av at noen tjenester reduseres eller øker i omfang og/eller kvalitet. Dette kan tolkes som det vi minst ville være villige til å oppgi av andre goder og tjenester i samfunnet for å få (mer av) den tjenesten det er snakk om eller for å unngå at (deler av) den bortfaller.

«Verdi» og «betydning» er vide begreper. Samfunnsøkonomiens fremgangsmåte er en av flere for å dokumentere betydning av natur og økosystemer for folks velferd. Det finnes også flere «ikke-monetære» verdsettingsmetoder, som for eksempel diskutert i Kumar (2010). Noen av dem forsøker å dokumentere sosiale og kulturelle verdier, noe som ofte er vanskelig og i større grad må baseres på ulike typer kvalitative vurderinger.

Økosystemtjenestene inndeles gjerne i fire kategorier: støttende (grunnleggende livsprosesser), forsynende, regulerende og kulturelle (opplevelses- og kunnskapstjenester). Hver kategori inneholder flere tjenester. I figuren nedenfor har vi vist oversikt over de fire kategoriene og de respektive økosystemtjenester i NOU 2013:10. For mer bakgrunn om begrep, inndelinger etc. viser vi til NOU 2013:10.



Figur 3.2 Inndeling av økosystemtjenester i henhold til NOU 2013:10.

Kilde: NOU 2013:10

3.2. Økosystemtjenester som kan påvirkes av lokale overvannstiltak

I flere publikasjoner har blant andre COWI utredet ulike lokale, blå-grønne overvannstiltak, og beskrevet de positive virkningene av disse (se blant annet COWI (2013), Oslo kommune (2013) for en beskrivelse av ulike lokale overvannstiltak og fordeler for lokalmiljø, og særlig bymiljø).

Siden blågrønne overvannstiltak er (mest) aktuelle i byer og tettsteder, er det naturlig å gå til litteratur om urbane økosystemtjenester for å få oversikt over aktuelle økosystemtjenester fra ulike overvannstiltak. Begrepet urbane økosystemtjenester er imidlertid videre og fanger opp alle tjenestene en drar nytte av fra økosystemer og økosystemkomponenter i en by. Vi vil her fokusere på de økosystemtjenestene som er viktigst knyttet til blågrønne overvannstiltak.

Før vi gir en beskrivelse av fordelaktige økosystemtjenester knyttet til blågrønne overvannstiltak, er det på sin plass å nevne at blågrønne økosystemer ikke bare gir tjenester av

positiv verdi, men også negative tjenester (såkalte «disservices»). Disse bør inngå som en del av de samfunnsøkonomiske kostnadene, men er vanskelige å tallfeste. Blågrønne overvannstiltak med åpent vannspeil kan bidra til den utrygghetsfølelsen som en del mennesker forbinder med åpent vann. Det antas at de øvrige negative virkningene i norsk sammenheng må kunne sies å være forholdsvis små og i stor grad overskygges av de positive. Vi går ikke videre med å diskutere disse negative tjenestene. Men det må legges vekt på god planlegging for å tilrettelegge for at tiltakene utformes slik at de skaper minst mulig utrygghetsfølelse, og naturligvis slik at alvorlige ulykker unngås.

I tabellen nedenfor finnes en oversikt over urbane økosystemtjenester knyttet til blågrønne overvannstiltak.

Tabell 3.1 Oversikt over urbane økosystemtjenester knyttet til blågrønne overvannstiltak

Økosystemtjeneste	Eksempler	Type
Vannhåndtering	Blågrønne infiltrasjonstiltak, fordrøyningstiltak, gjenåpning av bekker, grønne vegger og tak, permeable flater kan infiltrere og/eller fordrøye og/eller frakte overflatevann.	Regulerende
Rent vann til vanning o.l.	Rent vann (f.eks. takvann), og vann i dammer kan brukes til vanning og andre formål (ikke drikkevann)	Forsynende
Rensing av vann	Blågrønne infiltrasjonstiltak kan filtrere og rense forurenset vann	Regulerende
Rekreasjon og mental og fysisk helse	Blågrønne overvannstiltak, særlig åpning av bekker, samt dammer og våtmarker med grønne omgivelser gir mulighet til opplevelser; stressreduksjon, trening og «steder å være».	Kulturell
Estetikk, stedsidentitet og kulturarv	Blågrønne overvannstiltak, særlig åpning av bekker, samt dammer og våtmarker med grønne omgivelser gir estetiske tjenester og kan bidra til stedsidentitet. Særlig åpning av tidligere gjenlukkede bekker kan bidra til bevaring av kulturarv.	Kulturell
Utdannelse og kognitiv utvikling	Naturelementer som vann og liv i vann, samt grønne planter og dyreliv som følger med, gir grunnlag for barns utvikling, læring og lek i parker og ved elver osv.	Kulturell
CO₂-opptak (og lagring)	Grønne planter omdanner CO ₂ ved fotosyntese. Grønne elementer i blågrønne overvannstiltak, som grønne tak og vegger, og vegetasjon i og rundt grøfter og dammer bidrar dermed til CO ₂ -binding.	Regulerende
Lokal klimaregulering	Både vann og vegetasjon kan bidra med avskjerming/skygge og hindre vind og gi en lunere by. Grønne tak isolerer og hindrer varmetap.	Regulerende
Støyreduksjon	Vann og vegetasjon virker støydempende ved å absorbere og reflektere lydbølger.	Regulerende
Forbedret luftkvalitet	Grønne elementer i blågrønn infrastruktur bidrar til å rense luft, blant annet binde svevestøv. Dette gir friskere luft som kan forhindrer luftveissykdommer som astma/allergier; etc.	Regulerende
Biologisk mangfold	Både vann og grønne elementer i blågrønne overvannstiltak kan bidra til biologisk mangfold i urbane områder. For folk kan dette ha både bruksverdi ved at de ser og hører dyre- og fugleliv- og ikke-bruksverdi ved å vite at det finnes der.	Kulturell/ støttende
Pollinering/ frøspredning	Grønne elementer i blågrønn infrastruktur kan bidra til leveområder for bier og humler som bidrar til pollinering og f.eks. fugler og ekorn som sprer frø.	Regulerende/ støttende

Kilde: Vista Analyse. Utviklet med utgangspunkt i tabell fra Lindhjem og Sørheim (2012).

Vi ser av tabellen over at mange av de blågrønne overvannstiltakene har potensial for å gi nyttevirksomheter for flere, og mange av de samme, økosystemtjenestene. En del av økosystemtjenestene fra blågrønne overvannstiltak er først og fremst knyttet til selve vannhåndteringen, i form av å håndtere (infiltrere, fordrøye og transportere) overvann og hindre skader av dette, rense eventuelt forurensset vann, og gi vann egnet for vanning o.l.

Mange av økosystemtjenestene er dessuten knyttet til det grønne innslaget i de blågrønne tiltakene. For flere av de identifiserte økosystemtjenestene er det innslaget av vegetasjon som er vesentlig, f.eks. for binding av CO₂, forbedret luftkvalitet og for pollinering og frøspredning. For atter andre er det kombinasjonen av vann og vegetasjon som gir utslaget. Det gjelder for eksempel for viktige tjenester som rekreasjon og mental og fysisk helse, for estetiske tjenester og stedsidentitet, utdanning og kognitiv utvikling, og lokal klimaregulering.

Hvilke økosystemtjenester ulike blågrønne tiltak gir og i hvilket omfang vil dermed avhenge av hvilke tiltak som velges, og i hvilken sammenheng de settes. For eksempel vil blågrønne tiltak som inngår som en del av en byfornyelse med mye grønt i tillegg til selve overvannstiltaket bidra til flere økosystemtjenester (særlig knyttet til det grønne) enn overvannstiltak som utformes først og fremst for å håndtere overvannet.

Litt enkelt kan vi si at alle de blågrønne overvannstiltakene må gi tjenesten «vannhåndtering», det er hensikten med tiltakene, og hvis de ikke bidrar til nytte for denne tjenesten, er det ikke å regne som et blågrønt overvannstiltak. Det er naturlig å regne nytten av dette i form av «antall m³ overvann håndtert», og eventuelt vurdere om det gir skadekostnadsreduksjon ved vannskader, utover andre tradisjonelle overvannstiltak. Disse forholdene er diskutert henholdsvis i kapittel 2 og vil bli diskutert videre i kapittel 4 og 5. Ved gjennomføring av en nytte-kostnadsanalyse, eller oppsummering av nytte av tjenesten vannhåndtering, må man imidlertid være oppmerksom slik at man unngår dobbelttelling. Dette kan lett skje dersom man verdsetter bedre overvannshåndtering ved å se på reduserte (forsikrings)skadekostnader og samtidig verdsetter vannhåndtering som en blågrønn «tilleggstjeneste».

3.3. Beskrivelse og vurdering av viktige økosystemtjenester fra blågrønne overvannstiltak

Vi vil i det følgende gi en kort beskrivelse av de viktigste økosystemtjenestene knyttet til blågrønne overvannstiltak, for å kunne vurdere «tilleggsnytt» av blågrønne overvannstiltak i form av positive bidrag til bymiljø.

Det gir liten mening å gi generelle kvantum eller verdier av (ulike) blågrønne løsninger på landsbasis. Kvantum og verdi vil avhenge helt av i hvilket omfang tiltakene iverksettes, og hva som er utgangssituasjonen (referansealternativet; altså hva ville skjedd uten blågrønne tiltak nå og i analyseperioden).

Vannhåndtering, rensing av vann og vannforsyning til vanning

Vannhåndtering

Med klimaendringene blir flomdemping og evnen til å ta unna overvann stadig viktigere. Dette gjelder spesielt for byer, hvor store deler av arealet består av tette flater.

Å øke arealet av permeable overflater, overflater som lar vann sive ned i underlaget, øker en bys evne til å behandle nedbørsmengder som ellers ville resultert i flom og materielle skader. Trær, med sine store blader og trekroner, forsinker vannet ved å fungere som en hindring/omvei og på den måten begrense hastigheten og dermed flomeffekten. Plener og andre grønne, åpne områder gir vann adgang til det underliggende jordsmonnet, hvor det absorberes og avlaster avløpssystemer (Lindhjem og Sørheim 2012). Grønne tak vil også til en viss grad binde nedbør, helt til vekstmediets metningspunkt er nådd.

Hvor store vannmengder som kan håndteres av ulike blågrønne overvannstiltak vil avhenge av selve tiltaket og lokale forhold. Det er naturlig å måle nytten av blågrønne overvannstiltak i form av reduserte kostnader til andre tradisjonelle overvannstiltak og/eller som reduserte kostnader på grunn av unngått skade.

Rent vann til vanning o.l.

Vann som samles opp fra rene flater som tak, og i noen grad dammer, kan benyttes for eksempel til vanning av de grønne arealene som omgir de blågrønne tiltakene. Vi er vant til å tenke at vi har «nok» vann i Norge, og slik oppsamling er derfor mindre viktig her i landet enn mange andre steder. Likevel har også rent vann (også til vanning) en pris, som for eksempel kan måles i form av den prisen man betaler per m³ vann brukt. Slikt oppsamlingsvann kan ikke brukes til drikkevann, og forurensset vann bør heller ikke brukes til vanningsvann. Men det er på mange måter en unødvendig luksus å vanne plenen med vann som holder drikkevannsstandard (som er det vi vanligvis gjør). Prisen per m³ vann varierer mye i landet, avhengig av lokale forhold. Dette vil da være et uttrykk for nytten av vann brukt til vanningsvann.

Rensing av vann

I denne rapporten er det håndtering av overvannsmengder som er prioritert å vurdere. Det er imidlertid et faktum at det også er betydelige mengder overvann som er forurensset, spesielt er overvann fra veier et viktig tema, fordi store deler av overvannet kommer fra veier, og dette er forurensset vann. En del av de blågrønne løsningene som fordrøyer vannet og utsetter det for naturlige nedbrytningsprosesser, har spesiell betydning for vannrensing.

Kulturelle tjenester: Rekreasjon, utdanning og kognitiv utvikling, og stedsidentitet

Blågrønne områder kan være rekreasjonsområder i by. Mulighet til å drive fysisk aktivitet og ikke minst, kunne oppholde seg utendørs er viktig for helse og trivsel for mange mennesker. Urban natur og blågrønne områder i byområder gir muligheter til å drive fysisk og sosial aktivitet (NOU 2013:10). Når det gjelder blågrønne overvannstiltak, vil deres betydning for denne tjenesten i stor grad avhenge av utformingen av overvannstiltaket og kanskje særlig, omgivelsene rundt selve overvannstiltakene.

For eksempel i Oslo er det lagt vekt på at lokale, blågrønne overvannstiltak og bekkeåpninger skjer som del av byfornyelse, og overvannstiltakene inngår da i en større pakke av tilrettelegging for rekreasjon, estetikk osv. Det kan være vanskelig (og ikke nødvendigvis vesentlig) å skille ut hva som er nytten av selve overvannstiltaket i slike sammenhenger.

Nærhet til natur kan være viktig for barns oppvekst og utvikling, og naturen kan også tjene som arena for opplæring i naturfag. Områder avsatt til blågrønne områder i byer er kilde til så vel

rekreasjon og opplæring for barn og unge, og kan virke som sosiale møteplasser og være gjenstand for kulturutveksling (NOU 2013:10).

Naturinnslag i byene har betydning for de estetiske tjenestene. Kjente naturinnslag har betydning for folks følelse av identitet og tilhørighet (for eksempel Akerselva, Hovinbekken). Grøntarealene som del av blågrønne arealer kan også spille en viktig funksjon som møteplass som fremmer sosiale relasjoner.

Oppsummering - kulturelle tjenester

De tre kulturelle økosystemtjenestene nevnt ovenfor; rekreasjon, utdanning og estetiske tjenester, er alle eksempler på det som kalles kulturelle (eller opplevels- og kunnskapstjenester) og kan være vanskelige å skille fra hverandre. Totalnyttens av disse tjenestene for samfunnet vil i stor grad være knyttet til hvor mange personer som nyter godt av tjenestene, og hvilken verdi det har for dem som får bedre rekreasjon, bedre utsikt og bedre utdanning. Samtidig vil det i stor grad være omgivelsene rundt selve overvannshåndteringen som skaper disse tjenestene.

Som en illustrasjon, har vi i andre sammenhenger vist at folk setter pris på både bedre vannkvalitet i Akerselva og andre vassdrag og på rekreasjon i bynær skog. Det er ikke gitt at verdien av tid i blågrønne områder er på linje med disse verdiene, men med utgangspunkt i slike verdier f.eks. i NOU 2013:10, kan vi som et regneeksempel si at verdien per dag per person som opplever et større blågrønt område er for eksempel 50 kroner per dag. Vi kan da raskt se, at dersom mange personer får slike opplevelser mange dager, øker nytten av slike tiltak. Det tilsier, alt annet likt, at samfunnet har mest igjen for å legge vekt på utforming av overvannstiltak med tanke på opphold, rekreasjon og estetikk i områder der det er mange mennesker som vil søke seg til området. I områder med få folk og mange gode alternativer til konstruerte blågrønne områder, vil verdien både per dag og antall dager og personer antas å være lavere, og den samfunnsmessige nytten mindre.

I en undersøkelse fra 1997 ønsket man å finne verdien av grøntområder i Oslo. Grøntområder ble definert som «leke- og idrettsplasser, parker og naturpregede områder i Oslo, dvs. grønne lunger generelt, som kan benyttes av allmennheten» (Strand og Wahl, 1997). Det ble gjennomført en betinget verdsettingsstudie blant 618 tilfeldig utvalgte respondenter. Respondentene ble spurt direkte om sin maksimale betalingsvillighet for å unngå utbygging og bevare grøntarealene. Det ble foretatt en inndeling av grøntarealene i tre ulike soner for å se på forskjeller i verdsettingen mellom ulike deler av byen.

Et konservativt anslag for verdien av et mål grøntområde i Oslo ble i studieåret beregnet til mellom 1,6 millioner kroner (ved 7 prosent rente og lavt estimat for betalingsvillighet per mål) og 6 millioner kroner (ved 3,5 prosent rente og høyt estimat for betalingsvillighet per mål). Til sammenligning ble tomteprisene (som verdi på alternativ anvendelse) per mål beregnet til 1,35 millioner kroner som et gjennomsnitt. Resultatene tydet derfor på at det var samfunnsøkonomisk lønnsomt å bevare grøntområdene. Det ble også funnet forskjeller i betalingsvillighet mellom de tre bysonene, der to av sonene (de mest sentrumsnære) hadde høyere betalingsvillighet for å bevare grøntområdene enn å bygge ut. Forfatterne bemerker at mer detaljerte undersøkelser er nødvendig for å si noe mer om prioriteringen mellom bysonene (Strand og Wahl 1997, gjengitt i Lindhjem og Sørheim 2012).

CO₂-opptak og -lagring

Planter binder CO₂ fra luften gjennom fotosyntesen og lagrer den som karbon i stengel, røtter og i omkringliggende jordsmonn. Vegetasjon som element i et blågrønt tiltak vil derfor bidra til å binde CO₂. Med de store skogarealene vi har i Norge, er imidlertid den CO₂ som bindes innenfor sentrale deler av urbane områder relativt begrenset (se for eksempel Lindhjem og Magnussen 2012).

I et grønt tak med gress kan det bindes opp til 1 kg (0,5 – 1,3) CO₂/m² i året under gunstige omstendigheter¹. Det mest produktive grønne taket er pilekratt som kan lagre inntil 2 kg CO₂/m², eller 100 kg over en bygnings levetid på 50 år. Men dette forutsetter at takkonstruksjonen forsterkes, noe som også har en klimakostnad, i tillegg til økte byggekostnader. Grønne vegger antas å binde CO₂ omtrent i samme størrelsesorden, avhengig av planteslag og tetthet. Men grønne vegger har vi liten erfaring med i Norge.

Hvor mye CO₂ som kan bindes i et grønt tak vil naturligvis variere med størrelsen på taket. Som et eksempel er det grønne taket på Veolias miljøanlegg i Groruddalen 28 000 m² (Lindhjem og Sørheim 2012). Hvis vi antar at det bindes 1 kg CO₂ per m² per år, bindes altså 28 000 kg, eller 28 tonn, CO₂ i taket hvert år. Med en CO₂-pris per tonn (ifølge høyeste sats for CO₂-avgifter i Statsbudsjettet for 2015²) på 427 kroner per tonn, tilsvarer det en nytte på i størrelsesorden 12 000 kroner per år.

Andre regulerende tjenester: lokal klimaregulering, støyreduksjon og forbedret luftkvalitet

Blågrønne løsninger med åpne elver, bekker, vannspeil og grøntområder er med på å regulere blant annet temperatur og luftfuktighet. Vann absorberer varme sommerstid og avgir varme vinterstid. Trær gir skygge og luftfuktighet og beskytter dessuten mot vind og skaper dermed et lunere byklima.

Grønne tak bidrar også til å stabilisere temperaturen i bygget sommerstid, og dermed redusere behovet for kjøling. Taket i Groruddalen, som vi nevnte over, er levert av svenske Veg Tech, som anslår at avrenningen reduseres med 50 prosent, samt at taket vil ha betydelig temperaturregulereende effekt. Grønne tak virker kjøleende på varme årstider og isolerende når det er kaldt. I tillegg hjelper vegetasjonen på grønne tak med å binde svevestøv, i tillegg til CO₂. I motsetning til tradisjonelle taks harde overflater, absorberes lydbølger av de grønne takenes myke overflater og bidrar dermed til å redusere urban støy.

Grønne innslag som plener, trær og hekker og blågrønne strukturer virker støydempende.

Bolund og Hunhammar (1999) viser til studier hvor blant annet det å ha gressplen fremfor betongunderlag kan senke støynivået fra omgivelsene med 3 dB(A)³. I bymiljøer er det ofte vanskelig å bygge fysiske støyskjermes i stor utstrekning. Dermed kan grøntarealer, trær og hekker som del av en blågrønn struktur fungere som «mykere» løsninger for støyproblemet i bysentra.

¹ Berge, B. (2010): Klimatrappen. Et notat om prinsipper for klimaeffektive materialer i FutureBuilt. Future Built.

² Finansdepartementet (2014a): Proposisjon 1 LS (2014-2015). Skatt, avgifter og toll 2015.

³ Desibel, et mål på støy/lyd.

Vegetasjon bidrar til å bedre luftkvaliteten ved å filtrere partikler og forurensende gasser som karbonmonoksid (CO), nitrogendioksid (NO₂) og svoveldioksid (SO₂). Evnen til å filtrere øker med bladarealet, hvilket betyr at trær har større rensende effekt enn busker, som igjen har større effekt enn gress (Lindhjem og Sørheim 2012).

Oppsummering – Andre regulerende tjenester

De fire økosystemtjenestene nevnt over; CO₂-lagring, lokal klimaregulering, støyreduksjon og forbedret luftkvalitet har alle i hovedsak sammenheng med det grønne elementet i blågrønn infrastruktur, og man får i stor grad en «pakke» av tjenester ved å velge mer og mindre grønne innslag av ulike slag.

Vi viste et eksempel på hvordan man kan prissette binding av CO₂ når man vet hvor mye CO₂ som bindes i ulik vegetasjon. På samme måte kan man prissette bundet forurensning av andre typer. I andre sammenhenger har man beregnet kostnader per kg av ulike utslippskomponenter som NO_x og PM₁₀ (se f.eks. Statens vegvesen 2014). Hvis man kan etablere sammenheng mellom mengde bundet av ulike komponenter i vegetasjon som er en del av blågrønn infrastruktur, kan man dermed også prissette denne funksjonen. Også for støy finnes priser for reduksjon av støyplage (se f.eks. statens vegvesen 2014), slik at hvis man kan etablere sammenhengen mellom blågrønne tiltak og støyreduksjon kan denne tjenesten prissettes. Klimaregulering kan være vanskeligere å prissette generelt, men dersom man kan beregne hvor mye energi som spares til henholdsvis oppvarming om vinteren og nedkjøling om sommeren som følge av grønne tak på et bygg, kan dette beregnes.

Ingen av disse tjenestene kan imidlertid beregnes generelt, man må vurdere enkeltprosjekter, og vi har ikke gjort slike beregninger her, utover eksempelet med CO₂-binding i grønt tak.

Biologisk mangfold og pollinering/frøspredning

Etablerte våtmarker kan bidra til biologisk mangfold, men det er kanskje særlig overvannstiltaket åpning av tidligere lukkede bekker, som vil være viktig for biologisk mangfold. Det kan endre og tilbakestille biologisk mangfold til tilstanden før bekkelukking, og hvis det ikke er innført andre stengsler, kan det også åpne for gjenetablering av tidligere fiskearter, som også vil være viktig for rekreasjon osv.

Forekomst av planter og dyr i byområder, er noe mange mennesker setter pris på. Å se frosker, salamandre, fisk og ville blomster er noe de fleste oppfatter som en positiv opplevelse. Også det å vite at det finnes dyr og planter der, selv om man ikke ser dem selv, kan være viktig for mange. Det er derfor både bruksverdier og ikke-bruksverdier knyttet til kulturelle økosystemtjenester fra blågrønne områder med trær, åpne bekker, elver og vann.

Vegetasjon i blågrønne strukturer kan bidra til å gi leveområder til humler og bier og fugler som i sin tur er viktige for pollinering og frøspredning som er viktig for blomster og trær i parker og hager og parselhager i byene.

Positive bidrag fra blågrønne overvannstiltak: Oppsummering

For mange av disse økosystemtjenestene vi har beskrevet over, vil antall personer som nyter godt av dem, være viktig for den samfunnsøkonomiske nytten av tiltakene. Det gjelder tiltak

som gir bedre rekreasjon, estetiske opplevelser, stedsidentitet, utdannelser og læring osv., det vil si alle kulturelle økosystemtjenester, men også redusert støy. Det vil også generelt være slik at nytten folk opplever, vil avhenge av hva utgangssituasjonen (referansealternativet) er. I tilfeller der man i utgangspunktet har et fint og grønt bomiljø, kan det oppleves som mindre viktig å få blågrønne tiltak. I andre tilfeller der utgangssituasjonen er en «asfaltørken», kan forbedringen oppleves større. I mange byer og tettsteder i Norge er avstanden fra sentrum til større naturområder ganske kort. Det er derfor sannsynligvis i de største byene at blågrønne overvannstiltak vil gi vesentlige nytteeffekter, selv om mange vil oppfatte det som positive innslag i bymiljøet. Dette tilsier at for maksimal nytte av disse elementene, bør man velge slike tiltak der utgangssituasjonen er «dårligst mulig», og der det er et stort antall personer som får glede av forbedringen. I tillegg må man naturligvis vurdere kostnadene ved tiltak, som også varierer, og egnethet med tanke på selve overvannshåndteringen som er utgangspunktet for hele tiltaket.

4. Oversikt over skadeomfang med tilhørende kostnadsanslag for hendelser som medfører forsikringsutbetalinger

Finans Norge har statistikk over antall hendelser som medfører forsikringssaker og oversikt over forsikringsutbetalinger i forbindelse med vanninntrenging (VASK). Dette er en viktig del av de skadekostnadene overvannshendelser påfører samfunnet. Vi vil i dette kapitlet vise egne beregninger basert på denne statistikken. Det er viktig å ha som utgangspunkt at denne statistikken ikke blir utarbeidet med sikte på å kartlegge skader og forsikringsutbetalinger som følge av overvann, og det som registreres er derfor ikke akkurat det man er ute etter når man ønsker å kartlegge overvannsrelaterte skader. Det finnes imidlertid ikke skreddersydd statistikk som gir slik oversikt, og VASK benyttes derfor ofte for å få en viss oversikt. Vi kommer tilbake til hva statistikken inneholder og dens begrensninger nedenfor.

4.1. Hva statistikken til Finans Norge inneholder

Finans Norges vannskadestatistikk (VASK) inneholder data for alle vannrelaterte skader som er meldt inn til de største forsikringsselskapene i Norge. Statistikken går tilbake til juli 2007. For å få et korrekt bilde av skadeomfanget og utviklingen, oppdateres skadeopplysningene løpende to år tilbake i tid. Finans Norge vurderer at kvaliteten på datagrunnlaget er tilstrekkelig god til å vise et korrekt bilde av skadeutviklingen (Kilde: www.finansnorge.no).

For private forsikringer er markedsandelen for dem som leverer statistikk til VASK anslagsvis rundt 85 prosent. For kommunale bygg antas markedsandelen å være rundt 50 prosent på landsbasis, men med store geografiske forskjeller. For eksempel har forsikringsselskapet KLP mange kommunale bygninger og leverer data til VASK, mens for eksempel Oslo kommunes bygg ikke inngår i VASK-statistikken. Staten er selvassurandør, og statlige bygg inngår derfor ikke i statistikken.

VASK-statistikken inkluderer forsikring av bygninger (både private boliger og næringsbygg), samt innbo og løsøre. Hus og hjem, leiligheter og hytter defineres som privatmarkedet mens landbruk, butikker, kontor, huseier/blokk, industri-/næringsbygg for øvrig defineres som næring. Kjøretøy, personer eller annet som måtte skades av en vannskade, er ikke med i tallene fra VASK.

VASK er tilgjengelig på internett og viser antall skader som er meldt inn, om skadene er private eller næring, hvilken type skade det er snakk om, når skaden fant sted og erstatningsbeløp. Erstatningsbegrepet som benyttes i VASK er anslått erstatning. Med anslått erstatning menes betalte erstatninger pluss erstatningsavsetninger for de skader som er inntruffet i den tidsperioden statistikken omfatter. Erstatningen dekker i utgangspunktet *fysiske skader på bygningen* og ikke avbruddskostnader (som er viktig for næring). Erstatningsbeløpet som angis inkluderer ikke egenandelen. Ifølge Finans Norge kan egenandelen i snitt settes til ca. 4 500 kroner (den vanligste egenandelen er 4 000 for private forsikringer og noe høyere for næring). I tillegg er det en del saker som ikke blir meldt inn, disse kommer vi tilbake til i kapittel 5.

I VASK-databasen ligger det kommunenummer for hver enkelt skade, men dette er ikke tilgjengelig på nett fordi det er visse restriksjoner for offentliggjøring av kommunevise data. Vi har i dette prosjektet fått adgang til rådataene fra VASK-databasen inkludert kommunenummer for perioden juli 2007 til juni 2014. Dette har gitt oss anledning til å gjøre flere slags søk og sorteringer enn det VASK-verktøyet som ligger på nett, åpner for. Våre analyser er basert på dette datagrunnlaget og ikke VASK-verktøyet som ligger på nett.

4.2. Metode og gjennomføring for beregning av skadeomfang

VASK er basert på et kodesystem som brukes når skader innrapporteres. Alle skader kodes på tre nivåer:

- X--: Installasjon; som gir en grov plassering for skaden.
- -X-: Kilde; som gir en nærmere beskrivelse av skadestedet eller selve skaden.
- --X: Årsak; som beskriver forhold som har medvirket til at skaden har skjedd.

VASK er ikke i utgangspunktet utarbeidet for å dokumentere overvannsskader, men flere koder synes å fange opp overvannsskader ganske presist. Vår vurdering er at følgende koder omfatter skader knyttet til overvann:

- I første ledd installasjonskodene "Vanninntrenging utenfra gjennom grunn" (installasjonskode H) og "Vanninntrenging utenfra over grunn" (installasjonskode I)
- I andre ledd kildekoden "Nedbør. Smeltevann. Grunnvann" (kildekode I).
- I tredje ledd alle årsakskoder (A-J), som her blir forhold som samvirker med vanninntrenging utenfra (gjennom eller over grunn) og nedbør/smeltevann/grunnvann.

Vi har således gått gjennom alle rapporterte skader som er kodet med "H" eller "I" i første ledd, "I" i annet ledd og "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", "H", "I", eller "J" i tredje ledd. Dette utgjør i alt 60 678 skader (når statistikken er "blåst opp" i henhold til markedsandel, se under).

Det vil si at det som er inkludert i statistikken vi ser på er «*vanninntrenging utenfra (over og under grunn) av nedbør, smeltevann og/eller grunnvann*». For enkelhets skyld vil vi videre i rapporten kalle dette for «*overvannsrelaterte skader*» eller skader som skyldes vanninntrenging utenfra.

Dette omfatter mer enn overvannsskader fordi vanninntrenging utenfra kan omfatte mer enn skader som følge av overvann, men ut fra kodene som benyttes for innrapportering av skader, kan man ikke skille mer nøyaktig på hvilke skader som skyldes overvann og hvilke som skyldes annet. Når det gjelder tredje ledd (årsakskoder A-J) er dette forklaringsfaktorer som bidrar til skadens størrelse (f.eks. gammelt hus e.l.). Slik vi ser det, er skaden av vanninntrenging den samme, uavhengig av om huset er nytt eller gammelt, slik at disse forklaringsfaktorene ikke kan benyttes til å begrense hva som må anses som skader av vanninntrenging, og alle årsakskoder er derfor inkludert.

VASKs markedsandel varierer mellom fylker. Vi har "blåst opp" dataene for å få et anslått riktig totalbilde, ved å kalibrere dataene fylkesvis ut fra markedsandelen selskapene som rapporterer til VASK har i det enkelte fylke. Vi har her brukt anslag på markedsandeler fra Finans Norge. I fylker med lavere markedsandel (lavest er Aust-Agder med 72%) er den potensielle feilmarginen

større enn i fylker med høyere markedsandel (høyest er Oslo med 86%). Jevnt over markedsandelen relativt høy, så statistikken skulle ikke gi en skjev geografisk representasjon.

Det er verdt å merke seg at VASK inneholder både private husholdningers skader og nærings-skader. I vårt uttrekk på 64 678 skader utgjør de private skadene 85% og offentlig/næring 15%. Det er uklart hvor stor en andel av skader innen næringsaktivitet som er fanget opp i statistikken. Med hensyn til private skader skal VASK imidlertid gi et godt bilde av skadeomfang. I det følgende gir vi gjennomgående tall for både de private og næringsskader knyttet til overvann, siden vi er interessert i å avdekke det fulle omfanget av slike skader så vidt mulig.

I det følgende vil vi bryte ned statistikken på tettsteder og fylker for slik å få en oversikt over skadeomfang, regionale variasjoner og variasjoner mellom større tettsteder og andre kommuner.

”By” er et upresist begrep, og vi har lagt SSBs definisjon av tettsteder til grunn for sammenligningen av skader i de 20 største norske tettstedene (46,5% av befolkningen) per 1.1. 2013 (kilde: SSB 2014) og i andre kommuner. Tettsteder defineres av SSB som ansamlinger av hus med en befolkning på minst 200 personer og hvor avstanden mellom husene normalt ikke overstiger 50 meter. Noen tettsteder omfatter flere kommuner eller deler av flere kommuner, slik det fremgår av tabell 4.1 under.

Tabell 4.1 De 20 største tettstedene i Norge, basert på Statistisk sentralbyrås tettstedsinndeling (ssb.no).

	Tettsted	Innbyggere	Kommuner (kommunenummer)
1	Oslo	925 228	Oslo (301), Bærum (219), Asker (220), Skedsmo (231), Lørenskog (230), Oppegård (217), Rælingen (228), Ski (213), Røyken (627), Lier (626). 45% av befolkningen i Ski, 64% i Røyken og 15% i Lier hører til tettstedet Oslo.
2	Bergen	247 731	Bergen (1201)
3	Stavanger/Sandnes	203 771	Stavanger (1103), Sandnes (1102), Sola (1124), Randaberg (1127)
4	Trondheim	169 972	Trondheim (1601)
5	Drammen	110 503	Drammen (602), Nedre Eiker (625), Øvre Eiker (624), Lier (626), Røyken (627). 85% av befolkningen i Lier og 36% i Røyken hører til tettstedet Drammen.
6	Fredrikstad/Sarpsborg	106 758	Fredrikstad (106), Sarpsborg (105)
7	Porsgrunn/Skien	90 621	Skien (805), Porsgrunn (806), Bamble (814)
8	Kristiansand	58 662	Kristiansand (1001)
9	Tønsberg	49 735	Tønsberg (704), Nøtterøy (722)
10	Ålesund	49 528	Ålesund (1504), Sula (1531)
11	Moss	44 449	Moss (104), Rygge (136), Vestby (211)
12	Sandefjord	41 934	Sandefjord (706)
13	Arendal	41 703	Arendal (906), Grimstad (904)
14	Haugesund	40 152	Haugesund (1106), Karmøy (1149)
15	Bodø	38 973	Bodø (1804)
16	Tromsø	32 774	Tromsø (1902)
17	Hamar	26 004	Hamar (403), Stange (417), Ringsaker (412)
18	Halden	24 410	Halden (101)
19	Larvik	23 523	Larvik (709)
20	Askøy	21 438	Askøy (1247)

4.3. Forbehold

Denne analysen gir en oversikt over omfanget av skader relatert til vanninntrenging på basis av skader registrert i VASK. Det er viktig å understreke at denne statistikken ikke har vært utarbeidet med formål om å avgrense overvannsrelaterte skader på en presis måte. Innenfor rammene av dette prosjektet har vi ikke hatt anledning til å undersøke forutsetningene for skadestatistikken og hvilke parametere som spiller inn på resultatene nærmere.

Vi har heller ikke hatt anledning til å undersøke hvilke hensyn som typisk spiller inn på registreringspraksisen og om, eller i hvilken grad, registreringspraksisen kan bidra til under- eller overregistrering av overvannsrelaterte skader. Det er også uklart om det kan forekomme ulik registreringspraksis mellom selskapene som rapporterer inn, eller mellom regioner.

Vi har ikke hatt anledning til å kalibrere skadestatikken med nedbørsstatistikk for slik å kunne etablere årsakssammenhenger mellom skadeforekomster og forskjellige typer nedbørsfenomener, eller luke ut skadestatistikk som ikke kan kobles til nedbør.

Vi har ikke kunnet undersøke mulige forklaringer på variasjonene mellom tettsteder og regioner nærmere. En skade oppstår som følge av en kombinasjon av ytre påvirkning og en bygnings evne til å motstå denne påvirkningen. En rekke forhold vil spille inn på et områdes sårbarhet for overvannsskader, som hvilken type bebyggelse (andel villa, blokk, industri etc.), kvaliteten på bygningsmassen i området og lokale topografiske forhold. Lokalt beredskapsnivå og kultur knyttet til å forebygge og avbøte overvannshendelser kan også spille inn.

4.4. Resultater

I det følgende består "skadebeløp" av utbetalt erstatning + 4 500 kroner (gjennomsnittlig egenandel) per skade.

Tabell 4.2 Skader relatert til vanninntrenging utenfra juli 2007- juni 2014 / antall, beløp og fordeling privat-næring (avrundet til nærmeste million)

Juli 2007- juni 2014	Antall skader	Skadebeløp	Gj.snitt beløp per skadehendelse
Privat	55 042	2 729 mill.	49 571
Næring	9 636	650 mill.	67 480
SUM	64 678	3 379 mill.	
Gj. snitt per år	9 240	483 mill.	52 238

Tabell 4.2 viser at det i syvårsperioden juli 2007 – juni 2014 ble innrapportert 64 678 overvannsrelaterte skader (gjennomsnitt på 9 240 i året) med et samlet skadebeløp på nesten 3,4 milliarder (gjennomsnitt på 483 millioner i året). 85% av skadene er i private husholdninger. Gjennomsnittlig skadebeløp for næring er betydelig høyere (40%) enn for private husholdninger.

Tabell 4.3 Skader relatert til vanninntrenging utenfra / antall og beløp per år (avrundet til nærmeste million)

År	Antall skader	Skadebeløp, kr	Gj.snitt erstatning, kr
2007 (6 mnd.)	3 851	181 mill.	46 972
2008	7 582	369 mill.	48 705
2009	6 035	252 mill.	41 711
2010	10 099	526 mill.	52 064
2011	12 942	752 mill.	58 083
2012	8 729	474 mill.	54 316
2013	11 872	695 mill.	58 573
2014 (6 mnd.)	3 568	130 mill.	36 390
SUM	64 678	3 379 mill.	52 239

Tabell 4.3 viser at det er store variasjoner i skader relatert til vanninntrenging utenfra fra år til år. Av årene med statistikk for hele året ser vi at bunnåret er 2009, med 6 035 skader, et samlet skadebeløp på 252 millioner og et gjennomsnittlig skadebeløp på ca. 42 000 kroner. Toppåret for skader og samlet erstatningsbeløp er 2011, med nesten 13 000 skader og et samlet skadebeløp på 752 millioner. Det høyeste gjennomsnittlige skadebeløp forekom imidlertid i 2013, med 58 500 kroner.

Gjennomsnittlig antall årlige skader i treårsperioden 2008-2010 er på 7 905, mens det for treårsperioden 2011-2013 ligger på 11 181 – en økning på 41%.¹ Samtidig ser vi at kostnadene per skade også øker: I treårsperioden 2008-2010 ligger den gjennomsnittlige erstatningen på ca. 43 000 kroner, mens den i treårsperioden 2011-2013 ligger på ca. 52 500 – en økning på litt over 20%.

¹ Økningen i antall rapporterte skader er også påvirket av antallet skadeforsikringer, som har økt i perioden. Her er privatforsikringer mest relevante å vurdere siden næringskategorien kan inneholde både svært store enheter og mindre enheter (antall forsikringer blir dermed mindre relevant for å anslå omfang). En gjennomgang av VASK viser at antall privatforsikringer (innbo, villa, hytte) økte med 16% i seksårsperioden 30.6.2008 – 30.6.2016. Økningen i gjennomsnittlig antall skader knyttet til overvann fra 2008-2010 til 2011-2013 er på 41% og synes således markant også selv om vi tar høyde for en økning i antall forsikringer på anslagsvis 15% i perioden.

Tabell 4.4 Skader og skadebeløp (avrundet til nærmeste million) i de 20 største norske tettstedene¹, juli 2007-juni 2014

	Tettsted	innbygg	% innbygg	skader	% skader	Skadebeløp	% erstatning
1	Oslo	925 228	18,3	7 992	12,4	442 mill.	13,14
2	Bergen	247 731	4,9	2 780	4,3	88 mill.	2,44
3	Stavanger/Sandnes	203 771	4,0	4 097	6,3	224 mill.	6,66
4	Trondheim	169 972	3,4	1 660	2,6	85 mill.	2,50
5	Drammen	110 503	2,19	2 054	3,2	139 mill.	4,19
6	Fredrikstad/Sarpsb.	106 758	2,11	2 645	4,09	137,7 mill.	4,07
7	Porsgrunn/Skien	90 621	1,79	1 444	2,23	56,1 mill.	1,61
8	Kristiansand	58 662	1,16	1 455	2,25	46,7 mill.	1,30
9	Tønsberg	49 735	0,98	968	1,50	40,7 mill.	1,18
10	Ålesund	49 528	0,98	833	1,29	43,1 mill.	1,28
11	Moss	44 449	0,88	693	1,07	29,1 mill.	0,84
12	Sandefjord	41 934	0,83	698	1,08	32,0 mill.	0,93
13	Arendal	41 703	0,83	900	1,39	28,0 mill.	0,77
14	Haugesund	40 152	0,79	1 551	2,40	94,8 mill.	2,84
15	Bodø	38 973	0,77	743	1,15	42,8 mill.	1,28
16	Tromsø	32 774	0,65	1 105	1,71	61,6 mill.	1,83
17	Hamar	26 004	0,51	881	1,36	44,4 mill.	1,31
18	Halden	24 410	0,48	272	0,42	13,5 mill.	0,40
19	Larvik	23 523	0,47	638	0,99	27,8 mill.	0,81
20	Askøy	21 438	0,42	215	0,33	6,4 mill.	0,17
	Sum	2 347 869	46,48	33 623	51,98	1 681,6 mill.	49,56
	<i>Hele Norge (1.1.2013)</i>	<i>5 051 275</i>	<i>100</i>	<i>64 678</i>	<i>100</i>	<i>3 378,7 mill.</i>	<i>100</i>

Tabell 4.4 viser innbyggertall, skadetall og skadebeløp for de tjue største norske tettstedene for syvårsperioden juli 2007-juni 2014, samt andelen av total for hvert tettsted. Tabellen viser at samlet sett utgjør befolkningen i tettstedene litt under halvparten (46,5%) av den samlede befolkningen mens andelen skader og skadebeløp ligger litt høyere (52%). Generelt sett fremstår det således ikke som om de største tettstedene i noen betydelig grad er mer utsatt for overvannsskader enn et nasjonalt gjennomsnitt.

Tabellen viser imidlertid også at det er forskjeller mellom tettstedene, hvor tre fjerdedeler (15) har en større andel skader enn innbyggertallet alene skulle tilsi (dette er markert med oransje). De aller fleste av disse (13) har også et større skadebeløp enn innbyggertallet alene skulle tilsi. En fjerdedel av tettstedene skiller seg ut ved å ha lavere antall skader og lavere skadebeløp enn det innbyggertallet alene skulle tilsi (dette er markert med grønt). Særlig Oslo skiller seg ut, med et markant lavere skadeantall og skadebeløp enn innbyggertallet skulle tilsi. Bergen skiller seg ut ved å ha et markant lavere skadebeløp enn innbyggertallet alene skulle tilsi. Dette er interessant i lys av det faktum at Bergen har mye nedbør. Man kan også se at særlig de aller største tettstedene, med unntak av Stavanger/Sandnes, synes å klare seg relativt bedre enn resten.

¹ Se definisjon av tettstedene i tabell 4.1. Merk f.eks. at tettstedet Oslo omfatter mer enn kommunen Oslo, osv.

De betydelige forskjellene mellom de tjue største tettstedene er vist i tabell 4.5 under. Tabellen rangerer tettstedene etter hyppighet av skade (antall innbyggere/antall skader), skadebeløp per innbygger og gjennomsnittlig skadebeløp i syvårsperioden.

Tabell 4.5 De tjue største tettstedene rangert etter skadehyppighet per innbygger, skadebeløp per innbygger og gjennomsnittlig skadebeløp i syvårsperioden juli 2007-juni 2014.

		Hyppighet av skader (innbygger/skade)			Skadebeløp per innbygger (kr)			Gjennomsnitt skadebeløp (kr)	
1	-	Haugesund	26	-	Haugesund	2 361	-	Drammen	67 439
2	-	Hamar	30	-	Tromsø	1 879	-	Haugesund	61 125
3	-	Tromsø	30	-	Hamar	1 707	-	Bodø	57 657
4		Kristiansand	40		Fredrikstad/Sarpsb.	1 290	-	Tromsø	55 734
5		Fredrikstad/Sarpsb.	40	-	Drammen	1 254		Oslo	55 269
6		Arendal	46		Larvik	1 180	-	Stavanger/Sandnes	54 704
7	-	Stavanger/Sandnes	50	-	Bodø	1 099		Fredrikstad/Sarpsb.	52 069
8		Tønsberg	51	-	Stavanger/Sandnes	1 100		Ålesund	51 793
9	-	Bodø	52		Ålesund	871	+	Trondheim	51 045
10	-	Drammen	54		Tønsberg	818		Hamar	50 381
11		Ålesund	59		Kristiansand	795	+	Halden	49 795
12		Sandefjord	60		Sandefjord	762		Sandefjord	45 798
13		Porsgrunn/Skien	63		Arendal	670		Larvik	43 500
14		Moss	64		Moss	655		Tønsberg	42 012
15	+	Bergen	89		Porsgrunn/Skien	619		Moss	41 986
16	+	Halden	90	+	Halden	555		Porsgrunn/Skien	38 854
17	+	Trondheim	102	+	Trondheim	499		Kristiansand	32 069
18		Oslo	116		Oslo	477	+	Bergen	31 639
19		Larvik	116	+	Bergen	355		Arendal	31 066
20	+	Askøy	116	+	Askøy	297	+	Askøy	29 581
		Nasjonalt snitt	70		Nasjonalt snitt	669		Nasjonalt snitt	52 239

Hyppigheten av VASK-registrerte overvannsskader varierer betydelig i syvårsperioden, med Haugesund i topp med en skade per 26. innbyggere og Oslo, Larvik og Askøy på bunn med en skade per 116. innbyggere. I tettsteder som Haugesund, Hamar og Tromsø forekom overvannsskader omtrent fire ganger så ofte som i Oslo, Larvik og Askøy. Det er vanskelig å se noe regionalt mønster i skadehyppighet, da tettsteder med under gjennomsnittet hyppighet forekommer både på Østlandet, Vestlandet og i Midt-Norge. De fleste (14) av de tjue største tettstedene har hyppigere skader enn det som er landsgjennomsnittet (markert med oransje). Tre av de fire største tettstedene i Norge (Oslo, Bergen, Trondheim) har klart lavere skadefrekvens enn landsgjennomsnittet. Det synes ikke å være noen generell sammenheng mellom størrelse på tettstedet og relativt antall skader.

Skadebeløp per innbygger forteller oss hvor sterkt påvirket forskjellige steder blir av overvannsskader, sett i forhold til deres folketall. Skadebeløpet per innbygger varierer betydelig i syvårsperioden, med Haugesund på topp med ca. 2 350 kr. per innbygger og Askøy på bunn med ca. 300 kr. per innbygger. Litt over halvparten (13) av de tjue største tettstedene har et erstatningsbeløp i perioden som er over det nasjonale gjennomsnittet (markert med oransje), åtte av dem betydelig over. Igjen er det vanskelig å se noe entydig regionalt mønster, men vi ser at begge de nordnorske byene (Bodø og Tromsø) har scoret høyt både på skadehyppighet og skadebeløp per innbygger. Store tettsteder som Fredrikstad/Sarpsborg (1 290), Drammen (1

254) og Stavanger/Sandnes (1 100) har langt større skadebeløp per innbygger enn Oslo (477), Bergen (355) og Trondheim (499), som ligger klart under det nasjonale snittet på 699 kroner.

Oversikten over **gjennomsnittlig skadebeløp per skade** sier noe om hvor stor en overvannskade er når den først inntreffer. Seks av de tjue største tettstedene har dyrere gjennomsnittlige overvannskader enn landsgjennomsnittet, mens fjorten har lavere. Drammen er øverst med et gjennomsnittlig skadebeløp i perioden på 67 500, fulgt av Haugesund med 61 000. Igjen er det betydelige forskjeller; byer som Drammen, Haugesund og Bodø (57 500) har omtrent dobbelt så høye gjennomsnittskader som Kristiansand (32 000), Bergen (31 500) og Arendal (31 000). Vi ser her at Oslo har kommet inn på "topp 6" med tettstedene hvor gjennomsnittlig erstatning er høyere enn landsgjennomsnittet (markert med oransje). Selv om Oslo altså har relativt få skader sett i forhold til folketall, så er skadene her dyrere enn gjennomsnittet når de først inntreffer.

For å få et inntrykk av generelle variasjoner har vi også laget en fylkesvis oversikt, med befolkningstall per 1.1. 2013 (tabell 4.7)

Tabell 4.7 Antall skader og skadebeløp i norske fylker, juli 2007-juni 2014, etter skadebeløp

	Fylke	innbygg	% innbygg	skader	% skader	Skadebeløp	% skadebeløp
1	Rogaland	452 159	8,95	7 658	11,84	435,1 mill.	12,98
2	Akershus	566 399	11,21	5 720	8,84	297,2 mill.	8,79
3	Møre & R.	259 404	5,14	5 236	8,09	256,4 mill.	7,54
4	Nordland	239 611	4,74	4 886	7,55	242,2 mill.	7,13
5	Oslo	623 966	12,35	4 309	6,66	239,4 mill.	7,12
6	Østfold	282 000	5,58	3 673	5,68	209,0 mill.	6,23
7	Buskerud	269 003	5,33	3 580	5,54	201,8 mill.	6,01
8	S.-Trøndelag	302 755	5,99	3 625	5,60	192,3 mill.	5,70
9	Troms	160 418	3,18	3 401	5,26	191,2 mill.	5,70
10	Vestfold	238 748	4,73	3 295	5,09	163,6 mill.	4,82
11	Hordaland	498 135	9,86	3 115	4,82	154,1 mill.	4,54
12	Oppland	187 254	3,71	2 740	4,24	124,3 mill.	3,63
13	Hedmark	193 719	3,84	2 307	3,57	117,3 mill.	3,46
14	N.-Trøndelag	134 443	2,66	2 447	3,78	116,7 mill.	3,42
15	Vest Agder	176 353	3,49	2 137	3,30	103,6 mill.	3,04
16	Telemark	170 902	3,38	1 974	3,05	99,4 mill.	2,93
17	Rest	-	-	1 496	2,39	77,9 mill.	2,35
18	Sogn & Fjordane	108 700	2,15	1 453	2,25	70,5 mill.	2,07
19	Aust Agder	112 772	2,23	825	1,28	48,9 mill.	1,46
20	Finnmark	74 534	1,48	802	1,24	37,9 mill.	1,11
	SUM	5 051 275	100	64 668	100,08	3 378,7 mill.	100,00

Den fylkesvise oversikten viser en betydelig spredning mellom fylkene i antall skader og skadebeløp relativt til folketall. Vi ser at fylkene Rogaland, Møre og Romsdal, Nordland og Troms har markant flere skader og større totalt skadebeløp (dvs. + 1 % eller mer) enn det innbyggertallet skulle tilsi. Akershus, Hordaland og Oslo har på sin side markant færre (dvs. – minus 1% eller mer) skader og lavere totalt skadebeløp enn det befolkningstallet alene skulle tilsi. Utslagene er store. I Rogaland er det for eksempel 32% *flere* skader enn befolkningstallet alene skulle tilsi, mens det i Hordaland er 51% *færre* skader enn det befolkningstallet alene skulle tilsi. Regionale forskjeller i forhold som nedbør, topografi, type, kvalitet på bygningsmasse og beredskap, samt datakvalitet er mulige forklarende faktorer. Det er uklart om det kan forekomme ulik registreringspraksis mellom forskjellige regioner.

Tabell 4.8 forteller oss hvilke forhold som samspiller med "nedbør, smeltevann, grunnvann" når skader oppstår – slik dette er registrert i VASK. Dette kan bidra til en forståelse av hva slags tiltak som kan være effektive for å begrense skader. Den registrerte informasjonen i skademeldingene er imidlertid knapp, og det vil her være viktig med en god forståelse av registreringspraksis, for å kunne identifisere årsakene med sikkerhet. Finans Norge har for eksempel meddelt at saksbehandlere kan ha vanskeligheter med å skille mellom "Produktfeil", "Prosjekteringsfeil" og "Håndverkerfeil", og at det antagelig er en tendens til å bruke "Slitasje og elde" som en slags sekkepost i slike tilfelle.

Tabell 4.8 Medvirkende¹ årsaker for forsikringsskader knyttet til "nedbør, smeltevann, grunnvann"

Årsak	skader	% av total	Skadebeløp, kr*	% av tot.
Produktfeil.	372	0,57	15 mill.	0,43
Prosjekteringsfeil.	619	0,96	30 mill.	0,87
Håndverkerfeil.	2 805	4,34	95 mill.	2,67
Brukerfeil. Uhell.	694	1,07	39 mill.	1,15
Slitasje og elde (normalt >30 år).	10 795	16,69	312 mill.	8,52
Lokal korrosjon.	494	0,76	25 mill.	0,73
Stopp i avløp. Tilbakeslag.	2 317	3,58	212 mill.	6,52
Frost.	2 482	3,84	155 mill.	4,66
Ytre påvirkning. (Plutselig trykkøkning, rørbrudd i stikkrør p.g.a. graving og lignende).	31 923	49,36	1 770 mill.	52,67
Drenering.	12 178	18,83	728 mill.	21,79
SUM	64 678	100,00	3 378 7 mill.	100,00

*Avrundet til nærmeste million.

Vi gjengir her (tabell 4.8) rapporterte årsaker med forbehold om at dette på nåværende tidspunkt bør anses som indikativt og ikke som en presis rapportering av de direkte utløsende forhold som samspiller ved skader forårsaket av "nedbør, smeltevann, grunnvann". Det ville være ønskelig å supplere dataanalysen med intervjuer av de som utfyller slike skjemaer for bedre å forstå hvordan de velger å kategorisere skader.

4.5. Avsluttende kommentar

Denne gjennomgangen gir en oversikt over innholdet i VASK-statistikken som kan knyttes til overvannsskader. Som vi har vært inne på flere ganger, er ikke statistikken utarbeidet for å gi svar på skadeomfang av overvannshendelser, og den gir derfor ikke et presist uttrykk for overvannsskader, men for vanninntrenging utenfra mer generelt. Dette har sammenheng med hvilke «koder» som blir benyttet for å karakterisere ulike skader og hendelser som har forårsaket skaden. Dersom man ønsker å bruke VASK til å få mer presis oversikt over overvannsrelaterte skader synes det nødvendig å endre registreringskodene slik at det blir enklere å skille ut overvannsrelaterte skader. Vi har imidlertid ikke vurdert dette nærmere, og en slik endring kan ha andre følger som vi ikke har vurdert.

¹Utgangspunktet er skader knyttet til "nedbør, smeltevann, grunnvann", virkningene i tabellen samspiller med disse ytre virkningene.

5. Andre skadevirkninger av overvann

I kapittel 1.3 satte vi opp en oversikt over ulike skader som kan oppstå som følge av overvann på avveie, og dermed kostnader som kan unngås ved bedre overvannshåndtering, se tabell 1.2. I tillegg til kostnader ved skader som dekkes av forsikringer og som er omtalt i kapittel 4, er det altså en rekke andre kostnader og ulemper som ikke blir registrert som forsikringssaker. Disse skadene og ulempene kan være vel så viktige, selv om det ikke alltid foreligger statistikker eller gode nok kartlegginger til at kostnadene kan beregnes.

Vi kan ikke gå inn på alle skader og kostnader knyttet til overvann i denne rapporten. I dette kapitlet vil vi gå inn på noen utvalgte kostnadskategorier for å gi et visst innblikk i hva slags skader og kostnader det kan dreie seg om. I omtalen av kostnader og ulemper her har vi brukt bred pensel, med fare for å inkludere kostnader som allerede er omtalt i foregående kapittel. Dette er gjort for å sette kostnadene og ulempene inn i et større perspektiv, og for å kunne relatere kostnadene ved skade til det vi vet om investerings- og driftskostnader for å unngå eller redusere skadeomfang av overvann innenfor dagens praksis. Vi har ikke et tilstrekkelig empirisk grunnlag til å kunne gi tallanslag for kostnadene i dette kapitlet, selv om det gis enkelte illustrasjoner av kostnader som kan oppstå.

I tabell 1.2 delte vi inn i direkte, indirekte og «andre» skadevirkninger (herunder effekter på helse). Ofte vil samme hendelse medføre både det som var rubrisert som direkte og indirekte virkninger. I dette kapitlet vil vi derfor omtale en del direkte og indirekte virkninger knyttet til henholdsvis bygninger av ulike slag, annen infrastruktur som transportanlegg og vann og avløp, samt helseeffekter.

5.1. Skader på bygninger og driftsavbrudd som følge av overvann

I kapittel 4 omtalte vi forsikringsskader som fremgår av VASK. Som nevnt er det ikke alle bygninger og alle skader på bygninger som dekkes av VASK-statistikken. Forsikringsstatistikken dekker heller ikke avbruddskostnader eller produktivitetstap for virksomheter som rammes av overvann.

Nedenfor vil vi med litt ulike tilnærminger forsøke å komme litt nærmere hva de reelle kostnadene ved overvannsskader på ulike bygningstyper kan være.

Skadekostnader på bygg inkludert såkalte 0-skader

Gjennomsnittlig skadeutbetaling som kan knyttes til overvannshendelser (eller rettere sagt hendelser med vanninntrenging utenfra; se kapittel 4) ble i kapittel 4 vurdert til om lag 52 000 kroner per skade¹. De totale skadekostnadene per år oppgis til å variere fra 252 millioner kroner til 752 millioner kroner per år.

I tillegg til disse kostnadene kommer såkalte 0-skader. 0-skader er meldte skader som ikke dekkes av forsikringer fordi erstatningen er under egenandelen, eller fordi skadeårsaken ikke er

¹ Disse tallene inkluderer egenandel, jf. kapittel 4.

erstatningspliktig. Det antas at 0-skadene utgjør 30-40 prosent av meldte skader (Årsberetning for Vannskadekontoret, 2008). Inkluderes 0-skadene, i tillegg til beregnede forsikringsutbetalinger, blir de årlige skadekostnadene for bygg i størrelsesorden mellom 330 millioner kroner og 1 milliard kroner, gitt dagens løsninger.

Som vi var inne på i kapittel 4, er imidlertid ikke alle bygninger inkludert i VASK, blant annet ikke statlige bygninger og en del kommunale bygninger (f.eks. Oslos kommunale bygninger). En annen måte å tilnærme seg mulig skadeomfang på, er derfor å se på den bygningsmassen som finnes og hvilken andel av den som er, eller kan bli, utsatt for overvannshendelser. Dette er tema i neste avsnitt.

Hvor store kan skadekostnader knyttet til bygg bli?

For å anslå hvor store verdier innenfor kategorien bygninger som *potensielt* kan rammes av overvannsskader, har vi tatt utgangspunkt i indikatorer utviklet av SINTEF Byggforsk (2010). Indikatorene er utarbeidet for å fortelle hvor utsatt bygningene er for det fremtidige klimaet. Rapporten tar ikke stilling til hvilke eventuelle overvannstiltak som vil gjøres for å begrense skadene, og heller ikke hvilken skade som i utgangspunktet er assosiert med en indikator. Det gis heller ikke noen vurderinger av ulike typer overvannsløsninger, eller hvorvidt dagens løsninger i tilstrekkelig grad løser dagens utfordringer. Likevel gir rapporten en pekepinn om utfordringer bygningsmassen står overfor.

Rapporten viser til at i 2100 vil 2,4 millioner av dagens 3,8 millioner bygninger ligge i områder med såkalt høy råterisikoklasse. Dette er en firedobling fra dagens ca. 600 000 bygninger. Det må antas at økt råterisiko har sammenheng med økte nedbørmengder, og at dette igjen har sammenheng med frekvensen av flommer og overvannhendelser som kan gi inntrengning i bygninger eller på andre måter reduserer bygningenes tilgjengelighet eller skaper problemer som går ut over produktiviteten til virksomhet som foregår inne i byggene.

Hvor mange av dagens 3,8 millioner bygninger som vil være utsatt for skader og/eller produktivitetstap som følge av overvannshendelser krever grundigere data for å kunne anslås med en rimelig grad av sikkerhet. Det er imidlertid rimelig å anta at også skader som følge av overvannshendelser vil øke, om ikke nødvendigvis med samme faktor som områder i høy råteklasse.

Hva koster en hendelse utover skader på selve bygningen?

De rent bygningstekniske kostnadene ved overvann kan i prinsippet beregnes, noe som er gjort ved bruk av VASK i kapittel 4 (med de forbehold som der er tatt når det gjelder hva som registreres i VASK). Kostnader knyttet til redusert tilgjengelighet, avbrudd for virksomheter som er i byggene eller redusert virksomhet mens bygget tømmes, tørkes og repareres, finnes det liten oversikt over. Avbruddskostnader og tapte driftsinntekter som følge av redusert tilgjengelighet som følge av vann som trenger inn i bygninger, og/eller på andre måter gjør et bygg mindre tilgjengelig for en kortere eller lengre periode, representerer et velferdstap. I mange tilfeller vil en virksomhet være forsikret mot avbruddskostnader også, slik at deler av inntektstapet erstattes gjennom forsikringsutbetalinger, men denne type kostnader er etter det vi har fått klargjort ikke inkludert i VASK, og er heller ikke kartlagt innenfor dette prosjektet. Vi vil i stedet forsøkt å illustrere denne type kostnader gjennom et eksempel. Hvilke skader og

tilhørende kostnader som oppstår vil naturligvis være helt avhengig av overvannshendelsens forløp og konsekvenser og hvilken virksomhet som er i bygningen som rammes.

Dersom det er næringsvirksomhet i bygningen, oppstår kostnader i form av inntektstap som følge av eventuell stenging eller redusert åpningstid. En butikk som rammes av vanninntrenging, vil kunne få kostnader i form av arbeidstid knyttet til opprydding, vasking o.l., kostnader knyttet til leie av midlertidige lokaler, eventuelle skader på salgsvarer etc. Kostnadene ved avbrudd som følge av overvann på avveie vil naturlig nok variere med virksomhetskategori.

Også offentlig virksomhet, som offentlige kontorer, men også sykehus og andre bygninger med viktige samfunnsoppgaver kan rammes av overvann. Vi må derfor også inkludere avbruddskostnader for offentlige etater her, se et eksempel nedenfor for Sørlandet sykehus.

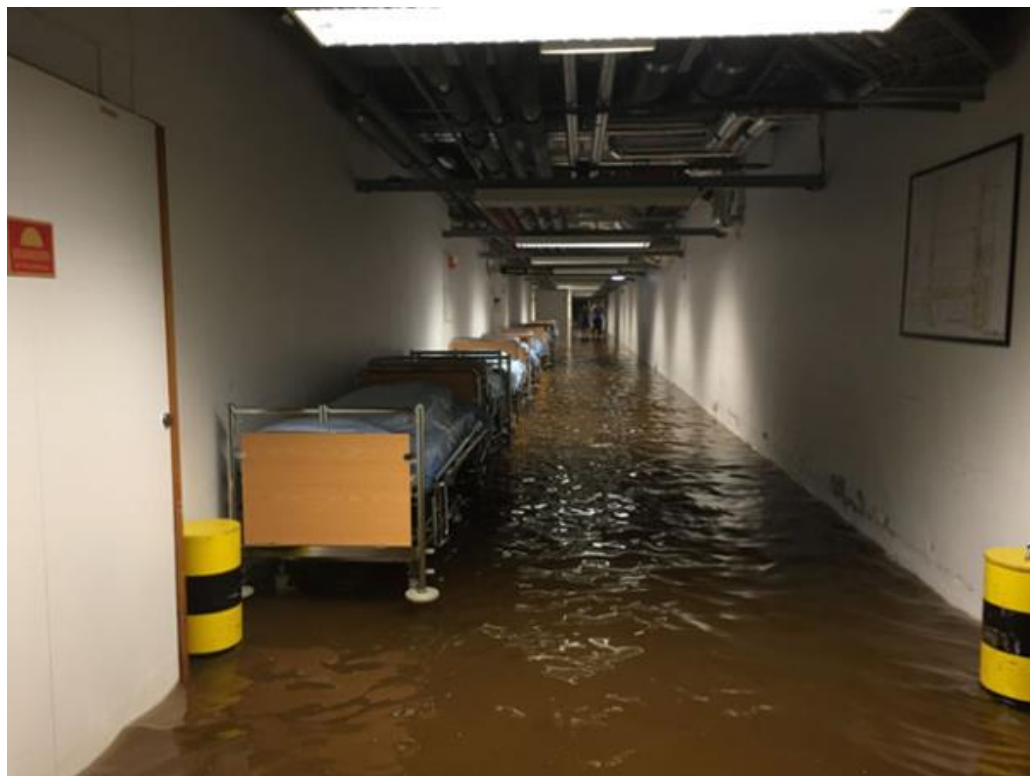
Slike avbrudd kan føre til redusert, eller «utsatt» produksjon i det offentlige, det må brukes tid på administrasjon under hendelsen og i oppryddingsfasen og tid til opprydding i stedet for annen offentlig tjensteproduksjon. Dette kan i sin tur føre til reduserte eller dårligere tjenester for den befolkningen den offentlige etaten skal betjene, med tilhørende velferdseffekter.

Vi har ikke grunnlag for å anslå kostnadene ved virksomhetsavbrudd som følge av overvannshendelser, og en del av disse kostnadene kan være vanskelige både å kvantifisere og verdsette. Særlig gjelder dette virksomhetsavbrudd i det offentlige, hvor det ofte er vanskelig å fastslå hvor mye arbeidstid som egentlig går med til administrasjon og opprydding, og hva som er verdien av de tjenestene som fortrenges eller utsettes fordi de offentlig ansatte må bruke tid på administrasjon og opprydding etter overvannshendelser i stedet for å gjøre de oppgavene de vanligvis gjør. Det kan også være vanskelig å måle velferdseffektene for berørt befolkning, som får redusert tjenestetilbud som følge av hendelsen.

Eksempel Sørlandet sykehus november 2014

For å illustrere hvordan en overvannshendelse kan ramme viktige samfunnsoppgaver i offentlig sektor, vil vi gi et eksempel fra flommen som rammet Sørlandets sykehus i Kristiansand 24. november 2014. Flommen oppstod ved et tilfelle med store nedbørmengder på kort tid. Sykehuset ligger ifølge kartdata i et flomutsatt område. Figur 5.1 viser et bilde fra sykehuset denne dagen.

Vanninntrengingen ble oppdaget rundt kl. 19.30 søndag kveld, og store deler av kjelleretasjen ble i løpet av kort tid fylt med vann. Vannet ødela strømforsyningen til røntgenavdelingen og gjorde skader i serverrommet til medisinsk utstyr som de to CT-ene og en MR ved sykehuset i Kristiansand. Som følge av ødeleggelsene ble alle operasjoner mandagen etter avlyst. Sykehuset hadde redusert drift/kapasitet en periode etterpå. Sykehuset måtte avlyse 131 operasjoner, og 100 pasienter fikk kansellert sin time ved Radiologisk avdeling. Som følge av flommen måtte blant annet akuttavdelingen ved sykehuset stenges, og flere pasienter omdirigeres til Arendal sykehus. En "risikofødsel" som skulle til Kristiansand gikk til fødeavdelingen i Flekkefjord. Stengningen av avdelinger ved sykehuset førte så vidt vi har klart å avdekke ikke til helseskader som følge av omdirigering til andre sykehus. Pasienter og personal ble likevel påført ulemper, samtidig som samlet sykehuskapasitet på Sørlandet var svekket i noen dager som følge av vanninntrengingen.



Figur 5.1 Korridor på Sørlandet sykehus under flommen november 2014.

Foto: Sørlandet sykehus.

Bygningsskadene er beregnet til 26 millioner. Sykehuset har forsikring, slik at disse kostnadene vil dekkes av forsikring.

Flommen ved Sørlandets sykehus må betraktes som en ekstremhendelse. Eksempelen viser likevel sårbarheten i et system, og hvilke skader, ulemper og kostnader som potensielt kan opptå som følge av overvannshendelser, også for samfunnskritisk infrastruktur som sykehus.

5.2. Transportsektoren

Transportsektorens bidrag til verdiskapning og velferd er avhengig av en god infrastruktur, målt i tilgjengelighet, effektivitet og kvalitet. Kvaliteten og tilgjengeligheten på transportinfrastrukturen påvirker transporttid og kostnader for næringslivet, markedsadgangen til bedrifter og regioner, og kan også påvirke behovet for lager og produksjonsmetoder. Videre påvirkes avstandskostnader og reisetid for befolkning og næringsliv, og den enkeltes velferd.

Overvannshendelser kan ramme transportsektoren med både direkte og indirekte skader, på samme måte som vi så når overvannshendelser rammer bygninger i avsnittet over.

Direkte skadevirkninger

De direkte skadene på transportsektoren fremkommer som skader på infrastruktur som veier (inkludert gang- og sykkelveier) og jernbane, tunnelbaner, flyplasser osv. Overvann kan medføre at veier, bane etc. raser ut, eller får andre skader som medfører kostnader til gjenoppbygging. I andre tilfeller, er de direkte skadene ikke så store at det er snakk om ny-investering, men vedlikeholds- og driftskostnader kan øke som følge av overvannshendelser. Slike kostnader kan

være vanskelige å fastsette, fordi det kan være vanskelig å fastslå nøyaktig hva overvannets bidrag til økte driftskostnader er.

Erfaringskostnader i veinettet

Det er ikke funnet pålitelige beregninger av reparasjonskostnadene etter overvannshendelser som gir grunnlag for å beregne årlige gjennomsnittskostnader knyttet til slike skader. Noen tall for generelle vedlikeholdskostnader i veinettet, kan imidlertid gi et visst inntrykk av hvilke størrelser det er snakk om.

Veinettet består av veier, broer, tunneler og fergestrekninger. Samlet veilengde for hele landet, inkludert kommunale veier er ca. 97 000 km. Årlige vedlikeholdskostnader avhenger av trafikkbelastningen på veiene og ble i forbindelse med NOU 2005:18 beregnet til å ligge mellom 847 500 kr/km vei for veier med årsgjennsnittstrafikk over 25 000 og 94 500 kr/km vei for veier med en årsgjennsnittstrafikk under 2000 (Oslo med omegn, 2004-kr). Gjennomsnittlig årlig vedlikehold for alle veier, gitt en forutsetning om riksveistandard-vedlikehold for resten av landet er beregnet til 76 700 2004-kr. Kostnadene er uten dekke-vedlikeholdet som er beregnet til 90 000 kr per km.

Årlig vedlikehold skal i prinsippet sørge for at drenering, overflate, veikropp, broer og tunneler definert til et gitt tilstandsnivå oppfyller sin tiltenkte funksjon over en normal levetid. Dette har ikke vært gjennomført, slik at det ligger et beregnet vedlikeholdsetterslep i veinettet på mellom 40 og 50 milliarder kroner (Schjølberg m.fl., 2009; som gjengitt i Vennemo og Rasmussen, 2010). Dette tilsvarer vedlikeholdsetterslep per km vei i kommunesektoren på mellom 280 og 560 kr, og 640 kr per meter for stamveiene.

Eksempel Vestlandet høsten 2014

Vestlandet ble rammet av store nedbørmengder i oktober 2014. Dette førte til stengte veier og noen timer der både tog- og veiforbindelsen mellom Østlandet og Vestlandet var kuttet. Som et eksempel på hvor arbeidskrevende det kan være å vedlikeholde overvannssystemet ved slike hendelser med spesielt mye nedbør, opplyser Mesta at de innenfor en strekning rundt Haugesund (strekningen fra Arsvågen til Bømlafjordtunnelen) hadde seks ekstra biler i beredskap og tre biler som kjørte patrulje der de fjernet løv fra avløp for å redusere risikoen for flom. Veiene kunne dermed holdes åpne og skadefrie, men slik aktivitet har naturligvis også en kostnad for samfunnet.

Eksempel Vest-Agder sommeren 2014

Skadekostnader på transportinfrastruktur der drift og vedlikehold ikke sikrer at vann ledes bort, avrenning og sluker fungerer som tiltenkt, kan i verste fall føre til at hele veier raser ut. Flere hendelser av den typen i Vest-Agder sommeren 2014 har medført ekstraordinære vedlikeholdskostnader. I og med at budsjettene for veivedlikehold ofte er gitt, vil kostnadene ved utglidninger eller vannskader ofte gå på bekostning av annet vedlikehold og planlagte oppgraderinger. Dette gjør det vanskelig å isolere skadekostnadene som følge av overvannshendelser.

Indirekte skadevirkninger

Mange av hendelsene som har direkte skader og derved tilhørende kostnader, har også mer indirekte virkninger i form av redusert fremkommelighet, omkjøringer eller forsinkelser. Dette gir et nyttetap (velferdstap) for alle brukere av vei, bane osv. Det kan gi tapte inntekter for transportøren (dersom tog, tunnelbane, trikk, buss må innstille), og det gir tapt nytte for alle som ellers ville brukt vei, bane, flyplass osv., altså privatbilister, buss- og togpassasjerer, fotgjengere og syklistene osv. Tidskostnadene for disse vil variere avhengig av skadens og hendelsens forløp. I en del tilfeller blir for eksempel veier og jernbane helt stengt, slik at det ikke er mulig å komme seg dit man skal, for kortere eller lenger tid. Ofte medfører overvannshendelser at det er redusert fremkommelighet, slik at man bruker lenger tid på å komme seg fra A til B, eller man må ta en omvei, som også gjør at det tar lenger tid å komme seg fra A til B. Når man vurderer å anlegge nye veier eller annen transportinfrastruktur, regner man på eventuelt spart tid, og tid har en alternativkostnad i samfunnsøkonomiske analyser fordi den tiden man må bruke i kø, eller på omkjøring, på grunn av overvann i veien, kunne vært brukt til arbeid eller fritid, som de fleste vil anse som bedre bruk av tiden. Slike kostnader og tap regnskapsføres ikke, og vi har ikke mulighet til å anslå hvor mye tid med medfølgende kostnader som følger av overvannshendelser, selv om man har et visst grunnlag for å gjøre slike beregninger ut fra loggføringer som viser hvor ofte veier, jernbane, og flyplasser er stengt av ulike årsaker. Det kan, og er, imidlertid regnet på spesielle hendelser som har medført direkte og indirekte skadevirkninger. Disse er ofte knyttet til flom som sådan, ikke til overvannshendelser, slik at tall og erfaringer ikke er direkte overførbare. Det som er klart, er at særlig for veier med stor trafikk, kan selv relativt korte stopp, eller omkjøringer som fører til forsinkelser, medføre store kostnader i form av tidskostnader for trafikantene.

5.3. Vann og avløp

Vann og avløp inngår i kategorien nødvendig infrastruktur, og griper på en eller annen måte inn i de fleste næringer. Kvalitet og forsyningssikkerhet på drikkevannet og en hygienisk, miljømessig riktig håndtering av avløpsvann, er av avgjørende betydning for velferden i et samfunn.

Også for vann og avløp (som annen infrastruktur) vil overvannshendelser ofte ha både direkte og indirekte skadevirkninger. De direkte skadevirkningene består i at også slike anlegg kan bli ødelagt og må repareres som følge av overvannshendelser. De indirekte skadene er knyttet til følgeskader for hele befolkningen, som er helt avhengig av forsyning av rent drikkevann og hygienisk håndtering av avløpsvannet.

Direkte skadevirkninger

Vi har ikke tall for eventuelle direkte skadekostnader på vann- og avløpsanlegg som følger av overvannshendelser. Men det er store verdier som er bundet opp i vann- og avløpsanlegg i hele landet, og dermed store verdier som kan utsettes for skade. Ansvar for vann og avløp ligger under kommunene. Tjenestene inngår som en del av den kommunale tjenesteproduksjonen. Tjenestene vann, avløp og renovasjon representerer mellom 4,5 og 5% av kommunenes brutto driftsutgifter (KOSTRA, SSB). Kommunenes brutto driftsutgifter i 2008 var på om lag 17 milliarder kroner. Hvis vi antar lik fordeling mellom vann, avløp og renovasjon betyr dette at kommunene bruker i overkant av 8 milliarder kroner i året på vann og avløp.

I 2013 ble det regnet på gjenanskaffelseverdien for norske vann- og avløpsanlegg, basert på statistiske data om anleggene, samt erfaringstall for kostnader. Gjenanskaffelsesverdien er definert som det beløp som må investeres for å bygge eksisterende vann- og avløpsanlegg på nytt i dag, basert på dagens metoder og materialer. Gjenanskaffelsesverdien er beregnet til 1053 milliarder kroner. Av dette er 62 prosent knyttet til offentlige anlegg og 38 prosent til private anlegg (dvs. huseierens egne stikkledninger, vann- og avløpsanlegg for hus i spredt bebyggelse og andelsvannverk/samvirkevannverk) (Norsk Vann 2013).

I samme rapport ble det gjort anslag for oppgraderingsbehovet til en akseptabel standard på VA_anleggene, kalt akseptabel 2012-standard. Ut fra blant annet kommunenes innrapporteringer, og en vurdering av ledningsnettet, ble det grovt anslått et oppgraderingsbeho på 200 milliarder kroner.

Norsk Vanns (2013) beregnet de direkte kostnadene ved å fornye fellesledninger for overvann og spillvann innen 2030 til 16 milliarder kroner. Alle disse tallene er beheftet med stor usikkerhet, men gir en antydning om hvilken størrelsesorden vi snakker om når det gjelder anlegg for håndtering av vann og avløp.

Indirekte skadevirkninger

Ved skader på vann- og avløpsanlegg tilkommer ofte indirekte kostnader forbundet med gravearbeider, som igjen kan medføre stenging av gater og omlegging av trafikk. Vi får dermed tidskostnader knyttet til redusert fremkommelighet og forsinkelser for alle berørte trafikanter, på samme måte som beskrevet under avsnittet om transport. Butikker og annen virksomhet som befinner seg i stengte gater/gateavsnitt, kan få redusert sine inntekter osv., selv om det som oftest vil medføre at andre får økt sin omsetning, slik at det er snakk om fordelingseffekter i samfunnsøkonomisk forstand.

5.4. Helsevirkninger

Vi var ovenfor inne på et eksempel med overvannsflom som rammet Sørlandet sykehus. Overvannshendelser kan imidlertid ha flere uheldige virkninger for helse. Det oppstår særlig fare for helseskader der overvann og spillvann transporteres i samme ledninger, og der ledninger eller renseanlegg ikke greier å ta unna nok vann. I slike tilfeller kan man få kloakk i kjelleren, som i tillegg til å medføre bygningsskader og må anses som svært utrivelig, også kan gi helseskader for dem som kommer i befatning med kloakkvannet.

Der kloakk enten renner direkte ut i terreng, eller der renseanlegg på grunn av for store vannmengder ikke greier å rense alt vannet, kan bakterier fra kloakk komme ut i bekker, elver og badevann, og medføre helseskade for alle som kommer i berøring med vannet. Særlig uheldig og utrivelig er det hvis urensset kloakk kommer ut i områder som benyttes til bading.

Vi har ikke oversikt over hvor mange som rammes av slike hendelser, eller andre hendelser knyttet til overvann som kan ha betydning for liv og helse. Det er naturligvis grunnleggende for trygg og sikker overvannshåndtering at man skal unngå fare for liv og helse. Vi har imidlertid ikke kunnet gå nærmere inn på denne effekten her, og har derfor ikke forsøkt på kvantifisering eller verdsetting av denne virkningen.

5.5. Avsluttende kommentarer

Overvann kan også medføre skader på annen infrastruktur som strømkabler, transformatorstasjoner, telefon – og datakabler osv. I hvilken grad dette skjer og i hvilket omfang, avhenger av overvannshendelsene, men også av de tilpasninger som gjøres i ulike sektorer. Som for de fleste andre virkninger vi har omtalt ovenfor, vil også skader på annen infrastruktur ofte ha både direkte og indirekte virkninger.

Som et eksempel på en annen type kostnad, som vi i liten grad har berørt tidligere i rapporten, er at risikoen for overvannsflom også medfører kostnader i form av endrede og mer kostnadskrevenne dimensjonering og utforming av løsninger. Eksempelvis bygges nye bygg nå med "datagulv", det vil si at det legges mye teknologi i gulvene. Disse vil i større eller mindre grad være sårbare for vann, og ved bygging gjøres tilpasninger for å håndtere risikoen for at de utsettes for vann.

Det er altså en rekke kostnader knyttet til overvannshendelser, og vi har kun skapt i overflaten på noen av dem. Som vi har vært inne på (blant annet i kapittel 1.3) er det imidlertid viktig å inkludere alle viktige, relevante kostnads- og nyttevirksomheter av ulike overvannstiltak ved gjennomføring av en fullstendig samfunnsøkonomisk analyse. Ved en slik analyse, vil det også være viktig å vurdere og estimere i hvilken grad ulike overvannstiltak faktisk vil redusere risikoen for ulike typer hendelser.

6. Regneeksempel

6.1 Bakgrunn og forutsetninger

I dette kapitlet vil vi benytte kostnadstall fra kapitlene foran i et eksempel, som skal se på forskjellen på samfunnsøkonomiske kostnader ved ulike tiltak for å håndtere overvannet fra et tenkt utbyggingsområde.

Regneeksempelen er svært forenklet og anleggstørrelsene er valgt uten bakgrunn i detaljprosjektering. Vi vil i eksempelet se på to ulike områdestørrelser, der den ene er en typisk boligtomt på 500 m² mens den andre er et lite boligfelt på 10.000 m², for å se om ulike tiltak vurderes forskjellig ved ulike størrelser på området. Det regnes i tillegg på to typer grunnforhold i eksempelet. I det ene tilfellet er det løse masser i området, i det andre er det fjell. Som vi beskrev i kapittel 2, kan slike ulike grunnforhold påvirke tiltakskostnadene.

Kapasitetsutfordringer i eksisterende overvannsledninger er et typisk problem for norske kommuner. Dagens avløpssystemer i byer og tettsteder er ikke alltid dimensjonert for tilførsel av store mengder overvann. Fortetting og utbygging skaper derfor store utfordringer for en sikker håndtering av overvann gjennom eksisterende avløpssystemer. I tilfeller der risiko og sårbarhet for skade fra overvann vurderes som høy kan kommunen begrense tilførselsmengden av overvann fra utbyggingsområdet slik at eksisterende ledningsnett ikke overbelastes etter utbygging. Det antas derfor i dette eksempelet at det i utgangspunktet finnes et kommunalt ledningssystem for overvann som området er tilknyttet/skal tilknyttes, men som ikke har kapasitet til å ta imot alt overvann fra utbyggingsområdet. Det antas også at eventuelle private stikkledninger i området allerede er separert.

Avhengig av om eksempelet beskriver et nybygg eller fortetting, vil det enten etableres privat ledningsnett på eiendommen for oppsamling av overvann, eller det finnes allerede et privat ledningsnett på eiendommen. Eventuelle kostnader for etablering av privat ledningsnett på eiendommen er ikke inkludert i beregningene i dette eksempel. Disse kostnadene antas å være like store enten man velger tradisjonell eller lokal overvannshåndtering på eiendommen.

6.2 Dimensjonerende avrenningsmengde

Hvor mye vann som skal håndteres fra en bestemt overflate, vil avhenge av flere forhold, først og fremst av nedbørmengde og nedbørintensitet. Dette eksempelet baserer seg på resultater fra COWIs veileder for overvannshåndtering for Jæren vannområde. Det benyttes derfor nedbørdata fra Sandnes kommune for å beregne den dimensjonerende nedbørintensiteten. Dette er et område med stor årsnedbør, slik at vannmengdene som skal håndteres for et bestemt areal, er større der enn mange andre steder i landet.

Dimensjonerende nedbørhyppighet, dvs. antall år som gjennomsnittlig går mellom hver gang en like stor nedbørshendelse med samme intensitet/varighet inntreffer, settes lik 20 år, som er gjeldende for bysenter, industriområder og forretningsstrøk¹. Varigheten settes lik 10 minutter,

¹ Norsk Vanns rapport nr. 162: «Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering» (Norsk Vann 2008)

som eksempelet fra Jæren benytter. Dette gir en nedbørintensitet på 191,1 l/s*ha. Klimafaktoren settes lik 1,2, som gir en dimensjonerende nedbørintensitet på 229,32 l/s*ha. Ved et nedbørtilfelle på 10 minutter gir dette en avrenning på 0,0138 m³/m².

Regneeksempelet ser på to avrenningsflater, en på 10.000 m² og en på 500 m². Avrenningsmengden er avhengig av beskaffenheten av området etter utbygging. For å forenkle, antas at hele avrenningsarealet er en tett flate. Avrenningskoeffisientene som benyttes er 1,0 for tette flater. Ved gitt nedbørintensitet og varighet gir det en avrenning på **0,0138 m³/m² tett flate**. Ved en tett flate på 10.000 m² gir det en avrenning på 138 m³ og ved en tett flate på 500 m² gir det en avrenning på 7 m³ (20 års regn med 10 minutters varighet).

6.3 Håndtering med tradisjonelle overvannstiltak

Som vist i figur 2.3 baserer tradisjonell overvannshåndtering seg på disse tiltaksgruppene for å ivareta overvannstrategien:

- Fordrøyning
- Transport via ledningsnett
- Flomveier

Vi har derfor sett på følgende tiltak i regneeksempelet, der overvannet fra et avrenningsområde skal håndteres hovedsakelig med tradisjonelle overvannstiltak:

Alternativ 1:

- Fordrøyning av avrenningsmengden via fordrøyningsbasseng (betongrør)
- Tilrettelegging for flomveier på overflaten

Eksisterende ledningsnett brukes for transport av overvannet til resipient. Fordrøyningstiltaket utformes slik at tilførselsmengden reduseres til et minimum siden det eksisterende ledningsnettet ikke har tilstrekkelig kapasitet til å transportere alt overvannet fra området.

Alternativ 2:

- Oppdimensjonering av eksisterende overvannsledning (med to ulike ledningslengder på henholdsvis 50 meter og 1000 meter)
- Tilrettelegging for flomveier på overflaten

Det antas ikke nødvendig med et fordrøyningsbasseng i dette tilfelle. Det eksisterende ledningsnettet oppdimensjoneres for nødvendig kapasitet fremover.

Tiltak som separering av stikkledninger og/eller av avløpsledning i veien, samt tiltak på pumpestasjon og/eller renseanlegg nedstrøms er med tidligere beskrevne forutsetninger ikke aktuelt i dette tilfellet.

Flomveier etableres gjennom fall av tette flater mot grøfter eller renner, som skal transportere flomvann til egnet resipient. Det gjøres redusert bruk av kantstein for å lede flomvannet ut fra veien.

6.4 Håndtering med lokale overvannsløsninger

Som vist i figur 2.3 baserer lokale overvannstiltak seg på de følgende tiltaksgruppene for å ivareta overvannstrategien:

- Infiltrasjon
- Fordrøyning
- Flomveier

Det velges derfor følgende tiltak i regneeksempelet, der overvannet fra avrenningsområdet skal håndteres hovedsakelig med lokale overvannstiltak:

Alternativ 1: Infiltrerbare masser finnes på stedet:

- Infiltrasjon og fordrøyning gjennom infiltrasjonsgrøft, regnbed og permeable flater

Flomveier ivaretas gjennom å lede vannet via infiltrasjonsgrøft. Grøftene vil i flomtilfelle føre flomvann til egnet resipient.

I dette alternativet forutsetter vi at eksisterende masser i området har stor infiltrasjonsevne og kan håndtere avrenningsmengden på stedet. Det er imidlertid få steder i Norge hvor dette er tilfelle.

Alternativ 2: Ikke infiltrerbare masser på stedet:

- Infiltrasjon skjer gjennom infiltrasjonsgrøft, regnbed og permeable flater i avsatte arealer til dreneringsledning i bunnen av tiltaket og videre til fordrøyningsbasseng
- Fordrøyning av overvann via fordrøyningsbasseng.

Fordrøyningsbasseng brukes i flomtilfeller til midlertidig opphold av flomvann.

I dette tilfelle kombineres lokal infiltrasjon med fordrøyning. Eksisterende masser har lav infiltrasjonsevne. Der det er mulig, skiftes de stedege massene ut med masser som har høy infiltrasjonsevne. Lokale infiltrasjonstiltak fører til en redusert avrenningsintensitet og infiltrert overvann samles opp i en dreneringsledning i bunnen av tiltaket for ikke å påvirke grunnvannsstanden i området. Overvannet transporteres til et fordrøyningsbasseng med strupet utløp.

Avhengig av utgangssituasjon kan også mange andre, lokale overvannstiltak være aktuelle, se kapittel 2.3. Noen kan være billigere enn de alternativene vi har skissert ovenfor, og andre kan være dyrere. Hvilke tiltak som vil være de beste, må vurderes lokalt i hvert enkelt tilfelle.

6.5 Kostnader

Tabell 6.1, 6.2 og 6.3 summerer opp kostnader for henholdsvis de to tradisjonelle alternativene og de lokale overvannstiltakene vi har vurdert som aktuelle i vårt tilfelle, som tidligere skissert i kapittel 6.3 og 6.4. Som i kapittel 2, har vi beregnet nåverdien av investerings- og driftskostnader over tiltakenes levetid.

Tabell 6.1 og 6.2 viser de to alternativene for tradisjonell håndtering av overvann for de to ulike størrelsene på avrenningsområdet. Kostnader for tiltak på ledningsnett er både avhengig av ledningslengde og grunnforhold. I tabellen er kostnader ført opp for to ulike lengder på ledningene (henholdsvis 50 og 1000 meter) og to ulike grunnforhold (løse masser og fjell). Kostnadstallene er basert på tallene i kapittel 2.6, med unntak av kostnader for flomveier som er stipulert til kr 50.000 i nåverdi. Tabellen viser at kostnaden for oppdimensjonering av ledningsnett er tilnærmet lik, uavhengig av størrelsen for tilknyttet avrenningsområde. Det forklares med at gravekostnader, som varierer med lengde grøft, men i liten grad med diameter på ledninger, utgjør en mye større del av kostnadene enn kostnadsforskjell mellom ledninger med ulik diameter. I virkeligheten kan det være små forskjeller mellom kostnadstallene, men siden vi har benyttet litt grove kostnadsintervaller blir kostnadene like i de to tilfellene.

Derimot endres kostnadene for fordrøyningsbasseng seg ved endret størrelse på avrenningsområdet. I tillegg øker kostnadene for begge tiltakstyper ved vanskelige grunnforhold, som fjell.

Hvis man sammenligner tiltakskostnader for de to alternativene, så ser vi at det i dette tilfellet vil være billigst å velge et fordrøyningsbasseng ved et lite avrenningsområde. Ved et større avrenningsområde kan det derimot lønne seg å oppdimensjonere ledningsnett når lengden av ledningsstrekket er relativt kort. Jo lengre det nødvendige ledningsstrekket er og jo mindre avrenningsområdet er, desto gunstigere er det økonomisk å bygge et fordrøyningsbasseng.

Tabell 6.1. Beregnede tiltakskostnader for tradisjonell håndtering av overvann i alternativ 1: Oppdimensjonering av ledningsnett.

Tradisjonelle overvannstiltak											
Alternativ	Tiltak	Grunnforhold Lengde	Kostnader: Avrenningsområde 500 m²				Grunnforhold Lengde	Kostnader: Avrenningsområde 10.000 m²			
			Løse masser		Fjell			Løse masser		Fjell	
			50m	1000m	50m	1000m		50m	1000m	50m	1000m
1	Oppdimensjonering av ledningsnett		kr 228 350	kr 4 567 000	kr 564 890	kr 11 297 770		kr 228 350	kr 4 567 000	kr 564 890	kr 11 297 770
	Flomveier		kr 50 000	kr 50 000	kr 50 000	kr 50 000		kr 50 000	kr 50 000	kr 50 000	kr 50 000
	Sum		kr 278 350	kr 4 617 000	kr 614 890	kr 11 347 770		kr 278 350	kr 4 617 000	kr 614 890	kr 11 347 770

Tabell 6.2. Beregnede tiltakskostnader for tradisjonell håndtering av overvann i alternativ 2: Fordrøyningsbasseng.

Alternativ	Tiltak		Kostnader: Avrenningsområde 500 m²			Kostnader: Avrenningsområde 10.000 m²	
		Grunnforhold	Løse masser	Fjell	Grunnforhold	Løse masser	Fjell
		Størrelse	7 m³	7 m³	Størrelse	138 m³	138 m³
2	Fordrøyningsbasseng		kr 38 018	kr 86 310		kr 758 380	kr 1 724 170
	Flomveier		kr 50 000	kr 50 000		kr 50 000	kr 50 000
		Sum	kr 88 018	kr 136 310		kr 808 380	kr 1 774 170

Tabell 6.3 viser de to forslagene til lokal overvannshåndtering for de to ulike avrenningsområdene beskrevet over. Tiltaksstørrelsen er tilpasset slik at summen av tiltakene håndterer samlet avrenningsmengde fra området. Kostnadstallene er hentet fra kapittel 2.6 og tilpasset tiltaksstørrelsen i dette tilfelle.

Tabell 6.3. Beregnede kostnader for lokal håndtering av overvann

Alternativ	Tiltak	Lokale overvannstiltak					
		Kostnader: Avrenningsområde 500 m ²			Kostnader: Avrenningsområde 10.000 m ²		
		Grunnforhold Størrelse	Løse masser	Ikke infiltrerbare masser	Grunnforhold Størrelse	Løse masser	Ikke infiltrerbare masser
1	Infiltrasjonsgrøft	15 m ²	kr 15 950	kr 15 950	250 m ²	kr 265 830	kr 265 830
	Regnbed	15 m ²	kr 24 650	kr 24 650	250 m ²	kr 410 760	kr 410 760
	Permeable flater: Gress	100 m ²	kr 34 500	kr 34 500	2500 m ²	kr 862 400	kr 862 400
	Fordrøyningsbasseng	7 m ³		kr 16 300	138 m ³		kr 323 000
	Sum		kr 75 100	kr 91 400		kr 1 538 990	kr 1 861 990

Tabellen viser at kostnadene er betydelig lavere for samme avrenningsareal når eksisterende masser har høy infiltrasjonkapasitet. I eksemplene kan man da greie å infiltrere aktuell vannmengde uten fordrøyningsbasseng, noe som naturligvis er viktig for de totale kostnadene for å håndtere hele overvannsmengden. I områder der det er god tilgang til infiltrerbare masser på stedet, ser vi at lokale overvannstiltak kommer godt ut av den økonomiske sammenligningen. Imidlertid er det relativt få steder i Norge der eksisterende masser har god infiltrasjonsevne. I slike tilfeller kan lokale infiltrasjonstiltak brukes til å redusere intensiteten av nedbøren mens det ofte vil kreves fordrøynings tiltak i tillegg (som i eksemplene med ikke infiltrerbare masser i tabell 6.3.).

Hvis man sammenligner kostnadene for tradisjonelle og lokale overvannstiltak, kan vi se at lokale overvannstiltak er billigst når avrenningsområdet er lite, tilsvarende en boligtoomt. Ved større avrenningsområder øker kostnadene for lokale overvannstiltak, og tradisjonelle overvannstiltak kan i noen tilfeller være billigere. Fordrøyningsbasseng fremstår også som et gunstig tiltak, men det har jo en annen funksjon enn infiltrasjonstiltakene.

Kostnadstallene og utvalg av tiltak med tilhørende størrelsene er svært forenklet. Men det illustrerer noen poeng vi var inne på i kapittel 2. Der grunnforholdene ligger til rette vil lokale overvannstiltak ofte være billigere enn tradisjonelle tiltak, selv om vi naturligvis må ta forbehold om at disse tallene kun gjelder for det gitte eksempelet med forutsetninger om årsnedbør, avrenningsflate etc. som beskrevet over, og at det er gjort forenklinger i beregningene av tiltakskostnader i kapittel 2. Vi ser også at fordrøyningsbasseng både i kombinasjon med lokale og tradisjonelle tiltak kan ha god effekt til relativt lav kostnad.

Som vi var inne på i kapittel 1, er det imidlertid flere viktige kostnadsposter som ikke er inkludert i disse kostnadstallene, blant annet arealkostnaden. I urbane, attraktive strøk kan de være høye, uten at vi har kunnet tallfeste dem her. Vi har også diskutert at blågrønne tiltak med åpent vannspeil kan oppfattes negativt av noen.

På den annen side har disse lokale, blågrønne tiltakene også positive virkninger i form av økosystemtjenester ved at de kan bidra til bedre bymiljø ved å skape områder for rekreasjon, stedsidentitet og estetiske tjenester for befolkningen i området.

Referanser

- Berge, B. (2010): Klimatrappen. Et notat om prinsipper for klimaeffektive materialer i FuturBuilt. FutureBuilt.
- Bolund, P. og S. Hunhammar (1999): Ecosystem services in urban areas, *Ecological Economics* 29, 293–301.
- Braskerud, B. (2014): Grønne tak og styrtregn. NVE-rapport nr. 65/2014.
- Braskerud, B. (2010): Grønne tak for et klima i endring. World Green Roof Congress, 2010.
- DFØ (2014): Veileder i samfunnsøkonomiske analyser. Direktoratet for økonomistyring.
- Finansdepartementet (2014a): Proposisjon 1 LS (2014-2015). Skatt og avgifter 2015.
- Finansdepartementet (2014b): Rundskriv R-109/2014. Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv. 30. april 2014.
- COWI (2013): Veileder for lokal overvannshåndtering – Jæren vannområde. COWI.
- COWI (2015): Gjennomgang av avrenningsfaktorer. Rapport utarbeidet for Miljødirektoratet.
- Kumar, P. ed. (2010): The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Earthscan.
- Lindhjem, H. og K. Magnussen (2012): Verdier av økosystemtjenester i skog i Norge. NINA-rapport 894.
- Lindhjem, H. og M.D. Sørheim (2012): Urbane økosystemtjenester i Norge: Status, utvikling, verdi og kunnskapshull. Vista Analyse rapport VA 37/2012.
- Norsk Vann (2008): Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. Norsk Vann rapport nr. 162 (2008).
- Norsk Vann (2013): Investeringsbehov i vann- og avløpssektoren. Norsk Vann rapport B17/2013.
- NOU (2005:18): Fordeling, forenkling, forbedring – Inntektssystemet for kommuner og fylkeskommuner. Norge offentlige utredninger.
- NOU (2013:10): Naturens goder: Om verdier av økosystemtjenester. NOU 2013:10. Norges offentlige utredninger.
- Oslo kommune (2013): Overvannsstrategi for Oslo kommune 2013-2030. Oslo kommune.
- SINTEF Byggforsk (2010): Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge. Utredning som grunnlag for NOU Klimatilpasning. SINTEF Byggforsk.
- Statens vegvesen (2014): Veiledning Konsekvensanalyser. Håndbok V712. Statens vegvesen.

Strand, J. og T. S. Wahl (1997): Verdsetting av kommunale friområder i Oslo: en betinget verdsettingsstudie. SNF Rapport 82/97.

Vennemo, H. og I.N. Rasmussen (2010): Samfunnsøkonomiske virkninger av klimaendringer i Norge. Vista Analyse rapport 2010/01. Vista Analyse, Oslo.

[www.https://ssb.no/befolkning/statistikker/befteft](https://ssb.no/befolkning/statistikker/befteft)

www.tiltakskatalog.no/e-1-6.htm

www.tiltakskatalog.no/e-1-7.htm

Ødegård, I. M. (2014): Tiltaksliste for håndtering av overvann. Overvannsseminar, Oslo kommune, 2014.

Ødegård, I.M., C.S. Clewing og K.H. Thorén (2013): Urban overflatehåndtering. Erfaringer fra Institutt for landskapsplanlegging. Kart og Plan 5-2013.

Vista Analyse AS

Vista Analyse AS er et samfunnsfaglig analyseselskap med hovedvekt på økonomisk forskning, utredning, evaluering og rådgiving. Vi utfører oppdrag med høy faglig kvalitet, uavhengighet og integritet. Våre sentrale temaområder omfatter klima, energi, samferdsel, næringsutvikling, byutvikling og velferd.

Våre medarbeidere har meget høy akademisk kompetanse og bred erfaring innenfor konsulentvirksomhet. Ved behov benytter vi et velutviklet nettverk med selskaper og ressurspersoner nasjonalt og internasjonalt. Selskapet er i sin helhet eiet av medarbeiderne.

Vista Analyse AS
Meltzersgate 4
0257 Oslo

post@vista-analyse.no
vista-analyse.no