

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Forord

Denne oppgaven er skrevet som avslutning på min master-utdanning innen vann og miljøteknikk ved Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB) våren 2013. Oppgaven er skrevet hos Fredrikstad kommune, avdeling Teknisk Drift, og bygger på arbeid gjort av tidligere masterstudenter ved UMB.

Masteroppgaven har tatt form i løpet av i overkant 4 måneder, og det har vært lærerikt og utfordrende, samtidig har jeg fått et innblikk i hvilke utfordringer som er aktuelle nå med hensyn på framtidens VA-infrastruktur.

Denne oppgaven tar opp problematikken rundt kjelleroversvømmelser som skjer ved kraftig nedbør, og skadehendelser skjedd i Fredrikstad kommune fra 2006 til 2008. I oppgaven har det blitt sett på skaderapporter fra forsikringsselskapene for å vurdere om de kan være med på å gi et viktig bidrag om svakheter på ledningsnettet, og bruk av skadedata til utbedring av det kommunale nettet.

Grunnen til jeg valgte denne oppgaven var at det virket som et tema, som er ganske aktuell for dagens og framtidens utfordringer knyttet til klimaendringer. Jeg har lært mye gjennom denne prosessen og har møtt på ulike problemstillinger underveis, dette har gitt meg en liten smakebit av det som venter meg ut i arbeidslivet, og utfordringene som er der ute.

Veilederne mine har vært Instituttleder Jarle Tommy Bjerkholt, Geir Torgersen ved Høgskolen i Østfold/UMB, Ole Petter Skallebakke og Ann-Janette Hansen ved TD Fredrikstad kommune.

Jeg vil takke Geir Torgersen for god veiledning og hans engasjement rundt temaet, Jarle Tommy Bjerkholt, Oddvar Lindholm, Ole Petter Skallebakke og Ann Janette Hansen for kontinuerlig veiledning og bidragsvilje.

Takk til min familie for deres støtte og oppmuntring hele veien.

Fredrikstad, 14. mai.2013

Bnar Fatah

Sammendrag

Forskning viser at klimaet har endret seg, dette ved blant annet økning i gjennomsnittstemperatur og økning i nedbør. Ved hjelp av disse endringene har forskerne mulighet til å anta hvordan klimaet kan forandre seg i framtiden. Det knyttes stor grad av usikkerhet når det gjelder klimaendringer, man vet ikke hvordan klimaet kommer til å bli i framtiden, men det finnes ulike klimaframskrivninger med ulike scenarier.

Man vet at urbaniseringen vil fortsette på grunn av befolkningsvekst og behov for nye arealer. Vegetasjonsområder vil bli erstattet med nye utbyggingsområder, og igjen fører dette til flere flater med impermeable dekker. Overflateavrenning vil øke siden de hydrologiske forholdene blir endret, og dermed blir det ført mye overvann til ledningsnett. Dagens ledningssystem er allerede utsatt på grunn av økt belastning, og kapasiteten blir overskrid. Når dette skjer fører det til oppstuvning i ledningene, og overvann ofte sammen med spillvann kommer som tilbakeslag ut av sluk i kjellere. Da skjer det kjelleroversvømmelser som fører til store skader på eiendommer, og dermed store økonomiske kostnader.

Det er forsikringsselskapene som merker klimaendringene, og det blir store utbetalinger etter kjelleroversvømmelser. Etter store nedbørshendelser, slik som skjedde høsten 2008 i Fredrikstad, blir det mange flere skader enn normalt, og dermed blir kommunen beskyldt for å ha utilstrekkelig avløpsnett. Forsikringsselskapene sender inn regresskrav til kommunen fordi de mener at det er kommunen som har ansvaret for at ledningsnett ikke har fungert tilfredsstillende.

I denne oppgaven har det blitt sett skaderapportene som er sendt inn til kommunen av forsikringsselskapene. De tilgjengelige skaderapportene har blitt kategorisert og systematisert i forhold til forskjellige parametere, det er gjort analyse av dataene for å finne ut hva som karakteriserer skadene. Det kommer fram at de fleste eiendommene som har hatt kjelleroversvømmelser er tilknyttet til fellesavløpssystem. Det er et kjent problem at fellesavløpssystem ofte har oppstuvning i ledningene ved mye overvann. Eiendommene er ofte enebolig med innredet kjeller, og når det er innredet kjeller blir det ofte store skader. Kommunen bruker ansvarsfraskrivelsen når det er ulovlig innredet kjeller, og når overhøyde krav på 90 cm ikke er oppfylt.

Videre i oppgaven har det blitt sett på tidligere modelleringer av ledningsnett i Veumdalen, og disse sammenlignet med de virkelige skadehendelsene. Ekstremregnet som falt høsten 2008 kom langt over IVF-kurven som finnes for Fredrikstad kommune, og kan konkluderes med at det var et regn av typen ekstraordinær.

Det har også blitt sett på LOH-tiltak som er mulige å bruke for delområdene, og dette er helt nødvendig å iverksette da sanering av avløpsnett alene ikke vil være den endelige løsningen på problemene rundt kjelleroversvømmelser. Utbedringskostnadene er større enn skadekostnadene for de områdene med få kjelleroversvømmelser, men utbedring er lønnsomt for områder med mange skader. Kommunen dimensjonerer for 25 års regn, men dersom nedbørsmengden fortsetter å øke slik det har gjort de siste årene vil separering av avløpsnett alene ikke kunne hjelpe mot kjelleroversvømmelser. Det er helt nødvendig med planlegging av LOH-tiltak tilpasset lokale forhold.

Summary

Research shows that the climate has changed by including an increase in average temperatures and increased precipitation. With these changes, researchers have the opportunity to assume how climate may change in the future. It is associated with a high degree of uncertainty regarding climate change, no one knows how the climate will be in the future, but there are various climate projections with various scenarios.

We know that urbanization will continue due to population growth and demand for new space. Vegetation areas will be replaced with new construction sites, and again this leads to multiple surfaces with impermeable covers. Surface runoff will increase since the hydrological conditions are changed, making it led to much storm water pipe. Today's conduction systems are already vulnerable because of increased load, and the capacity is exceeded. When this happens it causes setbacks of sewages, the pipe and surface water often together with wastewater coming out of the recession which drains in basements. When basement flooding happens it causes major damage to property, and thus large economic costs.

The insurance companies are the ones who notice the climate change, and there will be huge payouts for basement flooding. After heavy rainfall, such as occurred in autumn 2008 in Fredrikstad, it becomes a lot more damage than normal, making the municipality accused of having inadequate sewer system. Insurers submit recourse to the municipality because they believe that the municipality is responsible when the distribution system does not work satisfactorily.

In this paper it has been seen injury reports that are submitted to the municipality by the insurance companies. The available damage reports have been categorized and systematized according to different parameters; it is done analyzing the data to determine the characteristics of the damage. It appears that most of the properties that have had basement flooding are related to public sewer system. There is a known issue that the public sewer system often has setbacks in the pipes at much surface water. The properties are often detached house with furnished basement, and when it is furnished basement it will often be significant damage. The municipality uses disclaimer whenever illegal furnished basement, and when the height requirement of 90 cm is not met.

Furthermore, the task has seen the previous models of the pipe network in Veumdalen, and these compared to the real damage events. The extreme rain that fell in autumn 2008 was far above the IVF- curve that exists for Fredrikstad municipality, and can be concluded that it was a rain of an extraordinary type.

It's seen at storm water management measures that are possible to use for sub-areas, and this is absolutely necessary to implement this when redevelopment of the sewer system alone will not be the final solution to the problems surrounding basement flooding. Rebuilding costs are greater than the damage costs for the areas with few basement flooding, but it is profitable when there are areas with much basement flooding. The municipality dimension for 25-years rain, but if the rainfall continues to increase as it has done in recent years, will separating of sewer system alone not help against basement flooding. It is essential to plan storm water management measures adapted to local conditions.

Innhold

Forord	1
Sammendrag	2
Summary	3
1 Innledning.....	6
1.1 Tema og bakgrunn for oppgaven.....	6
1.2 Problemstilling	7
2 Bakgrunn	8
2.1 Regresskrav	8
2.2 Utvalget i denne rapporten	10
3 Aktørene i kjelleroversvømmelse-problematikken	13
4 Teori	14
4.1 Fredrikstad kommune.....	14
4.2 Klimaendringer.....	19
4.2.1 Verden	20
4.2.2 Norge	23
4.3 Nedbør	26
4.3.1 Nedbøren som falt	27
4.4 Flom	28
4.5 Kjelleroversvømmelser	29
4.6 Ansvarsfordeling	31
4.7 Kostnader.....	33
5 Metode.....	34
5.1 Metode for innsamling av skadedata.....	34
5.2 Metode for sammenligning med tidligere modeller	36
5.2.1 Kapasitet på det kommunale anlegget.....	37
5.2.2 Beregning av antall oversvømte kjellere i problemområdet.....	42
5.2.3 Skader skjedd i nedslagsfelt for Veumbekken	43
5.2.4 Eiendommer berørt ved nedbørshendelsene.....	44
5.2.5 Kapasitet på det kommunale avløpet i dette området.....	45
6 Resultater	46
6.1 Resultat over skaderapportene og parameterne	46
6.2 Sammenligning med tidligere resultater.....	53
6.2.1 Sammenligning med modellen til Hval og Køste (2011)	53

6.2.1.1 Gjennomgang av områdene med problemer.....	54
6.2.2 Sammenligning med andre modeller.....	57
7 Forslag til utbedringer	59
7.1 Generelle LOH- tiltak.....	60
7.1.1 Infiltrasjon	62
7.1.2 Fordrøyningsløsninger.....	67
7.2 Delområder med flere kjelleroversvømmelser	69
7.2.1 Veum-området.....	69
7.2.2 Lisleby	70
7.2.3 Kråkerøy.....	71
7.2.4 Selbak	72
7.3 Utbedringsforslag fra tidligere resultater.....	73
8 Vurdering av utbedringskostnadene mot faktiske skadekostnader.....	74
9 Vurdering av skaderapportene.....	78
10 Diskusjon.....	80
10.1 Skaderapportene	80
10.2 Kapasitet på ledningsnettet.....	81
10.3 LOH-tiltak	82
11 Konklusjon	83
12 Videre arbeid	84
13 Litteraturliste	85
14 Vedlegg	88

1 Innledning

1.1 Tema og bakgrunn for oppgaven

Flomskadene og ulemper i urbane områder har økt dramatisk i Norge de siste årene, som følge av en økt frekvens av sterke regn. Når det kommer intense regnepisoder, genereres det svært mye overvann i en by, som må håndteres lokalt eller fraktes bort på en trygg måte.

Klimaendringer har ført til at nedbørsmønsteret har endret seg, det er flere intense perioder med kraftig nedbør nå og vil antakeligvis bli framover. Samtidig har urbanisering og økning i andel tette flater ført til at nedbøren får dramatiske følger. Steder hvor det var naturlige vegetasjonsflater har blitt byttet ut til fordel for tette flater, og infiltrasjonsområdene har blitt redusert.

Avløpsnettet er overbelastet på grunn av befolkningsveksten og økning i andel tette flater, og ved kraftig nedbør fører det derfor til at vann strømmer til uønskede steder, ofte kjellere.

Flomsikringer er ikke prioritert i Norge, mange kommuner separerer spillvann og overvann for å løse problemer med oversvømmelser, men dette vil ikke være den ultimate løsningen på lang sikt. Ved utbedringer av avløpsnettet bør kommunene også vurdere andre metoder for å kunne håndtere overvannet i framtiden.

Forsikringsselskapene er blant de som merker forandringene i klima raskt ved økning i antall skader som de får inn av kundene sine. De siste årene har utbetalinger i forbindelse med flomskader økt dramatisk. I dag får kommunene stort sett opplysninger om vannskader i boliger hvis abonnenten selv tar kontakt eller at det kommer krav om regress. Kommunen kan gjennom tilgang til selskapenes skadedata få opplysninger som kan avdekke svakheter på private stikkledninger og kommunale hovedledninger i en sammenheng og kan gå inn med utbedringstiltak på kommunalt nett eller pålegg til abonnenter der det er behov.

Fredrikstad kommune har skadesaker på avløpsnettet i perioden 2006-2008 der forsikringsselskapene har krevd regress av kommunen. Det er disse skaderapportene som skal brukes i denne master-oppgaven.

1.2 Problemstilling

I denne oppgaven vil det bli sett nærmere på hvordan skadedata fra forsikringselskapene kan gi kommunen ny og viktig informasjon som kan brukes i planlegging for utbedring av avløpssystemet. Kan kommunen bli beskyldt for skader som har skjedd hvor kravet til overhøyde ikke er oppfylt, og hvor det er ulovlige innredede kjellere? Kan skadedata fortelle oss noe om tilstanden til det kommunale anlegget, og hvor det trengs oppgradering?

Framgangsmåten i denne oppgaven for å løse problemstillingene har vært som følger:

1. Plotte skader i kartet over områdene, og få oversikt over hvor skadene har skjedd.
2. Systematisere skadene i forhold til kategori, og geografi. Det skal i den forbindelse gjøres en vurdering om skadene er relevante til bruk for planlegging av utbedring av avløpssystemet.
3. Med tilgang til selskapenes databaser kan man analysere skadeomfanget og vannskaden i lys av mange parametere. Noen av parameterne kan være:
 - Enebolig, rekkehus, leilighet(blokk)
 - Vanninntrenging fra markoverflaten, via pga. eget drenssystem, takvann, eller kommunens hovedledning.
 - Hus tilknyttet fellesavløpssystem eller separatsystem
 - Overvann eller spillvann(kloakkvann)
 - Fullt innredet kjeller, delvis, eller ikke innredet kjeller
 - Oppdeling av skadene i kr på bygning og på innbo
 - Maksimal vannstand over kjellergulv under oversvømmelsen
 - Antall oversvømmelser i avløpsnett i kommunen i dette området siste 10 år
 - Hva tåler avløpsnett på skade stedet (10 års regn, 20 års regn, eller 100 års regn)
4. Velge ut skader som har skjedd i nedslagsfelt for Veumbekken der det eksisterer kalibrerte Rosie-modeller.
 - Hvor høyt ligger husets kjellergulv over tilknytningspunktet på kommunens hovedledning (skal være minst 90 cm)
 - Hva var gjentaksintervallet på regnet, 10 års regn eller hva?
 - Hvordan er nettet modellert?
5. Ved hjelp av tidligere oppgaver som er relevante, forsøke å sammenligne hendelser med minst 10 av de registrerte skadetilfellene.
6. Gjøre separate forslag til utbedringer for disse skadetilfellene og vurdere utbedringskostnadene opp mot de faktiske skadekostnadene.
7. Evaluere kvaliteten på skaderapportene og vurdere hvor egnet slike data er for bruk i for utbedringer av kommunens avløpssystem.

2 Bakgrunn

2.1 Regresskrav

Fredrikstad kommune har opplevd kraftige nedbør i de siste årene, og kjelleroversvømmelsene har vært mange. Kommunen har blitt beskyldt og holdt ansvarlig for disse vannskadene som har skjedd i Fredrikstad. Disse skadene var i følge forsikringsselskapene forårsaket av tilbakeslag i det kommunale avløpsnettet.

Kommunen ble holdt ansvar for skadene som skjedde i 2002 etter at en kraftig nedbør fant sted, en hendelse som førte skader på ca. 250 eiendommer. Regresskravet som ble fremmet fra de ulike forsikringsselskapene var på 14,5 millioner kroner.

Fredrikstad kommunen ble dømt til å betale erstatning for å ikke ha tilstrekkelig kapasitet på ledningsnettet. Kommunen anket saken og argumenterte med at regnhendelsen var ekstrem slik at hendelsen måtte anses som en force majeure hendelse, altså en hendelse som var utenfor kommunens kontroll.

Kommunen fikk medhold av dommerne om at hendelsen som oppstod hadde en gjentakintervall på over 50 år, altså en force majeure noe som førte til frifinnelse.

En lignende sak er akkurat avsluttet mellom kommunen og forsikringsselskapene IF og Sparebank 1. Denne saken er for regnhendelser skjedd i 2006, 2007 og 2008. Forsikringsselskapene sendte inn regresskrav på ca. 200 skadehendelser skjedd i disse årene. Begrunnelsen er den samme som sist: Det er kommunens ledningsnett som ikke har vært tilstrekkelig, og dermed kommunen som har ansvaret for disse skadene.

Forsikringsselskapene hevder at det er kommunen som er ansvarlig for tilbakeslagsskader, uavhengig om årsaken skyldes manglende dimensjonering eller manglende vedlikehold av ledningsnettet. De konkluderer med at de fleste skadene i denne saken skyldes tilbakeslag fra offentlig nett.

Kommunen på den andre siden mener at de ikke kan holdes ansvarlig for skader knyttet til de store nedbørshendelsene, og vil ikke erkjenne ansvar. Fredrikstad kommune begrunner dette med blant annet at de har i all tid fulgt de sentrale dimensjoneringskravene. I de områdene hvor det var flest skader har kommunen rapporter som viser at det er beregnet et gjentakintervall på 50 år i forhold til kjelleroversvømmelser for disse områdene. I følge kommunen har de også fulgt de prosedyrene for vedlikehold av avløpet, og vedlikehold av disse områdene er dermed ivaretatt gjennom rutinemessig spyling og slamsuging av faste punkter.

Borgarting Lagmannsrett flertall kom i 2007 fram til at ” Fredrikstad kommune kan fraskrive seg objektivt ansvar for skader som skyldes at ledningsnettet har for dårlig kapasitet til å ta unna ekstraordinær regn og flomhendelser, men kan ikke fraskrive seg objektivt ansvar for manglende vedlikehold som har medført redusert kapasitet i ledningsnettet.”

I følge kommunen var nedbøren som falt i 2008 sammenlignet med tidligere nedbørhendelser av typen ekstraordinær.

Fredrikstad kommune har heller intet ansvar for de eiendommene som ikke tilfredsstiller kravet til overhøyde. Mange av de eiendommene har kommunen undersøkt nærmere og de har kommet fram til at kravet ikke er oppfylt.

Fredrikstad kommune har hele tiden ment at de ikke kan holdes ansvarlig for skadene, og at det ikke er påvist uaktsomhet hos kommunen. Kommunen legger til at skadene i hovedtrekk har sin årsak i den voldsomme nedbøren som har blitt registrert de aktuelle dagene.

2.2 Utvalget i denne rapporten

Kommunen stod i utgangspunktet overfor en regress-sak som gjaldt 850 skadesaker. Flere av de adressene som sto i skadesakene var ikke tilknyttet det kommunale ledningsnett, og i følge kommunen framstod utvalget som veldig tilfeldig og lite gjennomtenkt. Utvalget var basert på de saker selskapene kunne knytte til de kjente skadedatoene, kommunen mottok i utgangspunktet kun lister med adresser hvor skadedato og beløp var tatt ut av utvalget.

Etter at kommunens forsikringsselskap krevde framlagt dokumentasjon for skadene, mottok kommunen informasjon om skadene. Etter dette minket antallet av skadene fra 850 til 320 adresser. Forsikringsselskapene mente at disse dokumentasjonene var knyttet til ledninger som de hadde tv-inspisert og som var kategorisert i klasse 3, men for kommunen virket utvalget som helt tilfeldig.

Kommunen:

” I den form som skadene fra Sparebank 1 og If ble fremmet for kommunen så har de lite relevans i forhold til prioriteringer. Vi mottok for få og for lite kvalifiserte opplysninger for å gå videre med disse. Våre egne opplysninger om skadesaker var bedre som kom fra publikum og driftspersonalet.

Listen fra If og Sparebank ble vurdert til å inneholde mange usikkerhetsmomenter at det ble ansett som uhensiktsmessig, mens saker fra andre selskap og opplysninger fra publikum og driftspersonalet har stor betydning for kommunens prioriteringer. Kjente skadeadresser er lagt inn i lister, og ledningsstrek med mange skader er undersøkt og blir prioritert oppgradert. Så lenge det foreligger en omvendt bevisbyrde kan selskapene sende regresser og kommunen må dokumentere/utelukke hovedledningsnett som årsak. Dette er svært utfordrende og utelukker ikke selskapene i forsøk med å komme med regresskrav”
(Ann-Janette Hansen 2013)

Forsikringsselskapet If:

"Kort refleksjon i forhold til Altadommen fra 2010. Etter mitt skjønn foretok Høyesterett en klok beslutning i 2010 da dommen ble avsagt. Det ble avklart at kommunene har et ansvar uten skyld dersom rørene er objektivt sett utilstrekkelig vedlikeholdt. Det innebærer at kommunene/ansvarsforsikrer må innkalkulere kostnaden i VVA avgiften. Ansvaret og risikoen ble plassert hos ledningseier/ansvarsforsikrer som nettopp kan gjøre noe med risikoen og forhindre skade. Kommunen vet (eller bør vite) hvor "skoen trykker" og har mulighet for å kostnads optimalisere forholdet mellom skadekostnader (inkludert ansvarsforsikringspremie) og et fornuftig vedlikehold. På den ene siden kan ikke kommunen sjekke rørene hver dag. På den annen side må de sjekke av og til ved TV kontroll, spyling og utbedring av svanker. Det er således kun kommunen som kan kostnads optimalisere vedlikeholdet i forhold til den stadige, typiske og ekstraordinære risiko et VVA nett representerer.

Hadde utfallet i Høyesterett blitt motsatt, ville risikoen blitt plassert hos sluttbruker/tingskadeforsikrer - som i praksis har ingen eller begrensede muligheter for å forhindre skade.

Med bakgrunn i Altadommen fra 2010 og senere dommer er det etter min oppfatning klart at tingskadeforsikringsavdelingens regressarbeid i de ulike selskapene blir svært viktig. Det bidrar til at regningen/risikoen rent faktisk blir plasseres hos den som har en reell mulighet

for å forhindre skade, dvs. kommunen. Dette vil igjen- over tid - gaven samfunnet, jf. At regressarbeidet bidrar til færre skader, lavere totale kostnader og et bedre VVA nett. "

(Emil Bryhn, If 2013)

"Kommunens erstatningsansvar for tilbakeslagsskader er regulert i forurensningsloven § 24a. Hovedregelen etter denne bestemmelse er at kommunene har et objektivt ansvar for skader som skyldes utilstrekkelig vedlikehold eller kapasitetsmangler ved ledningsnettet.

En tilbakeslagsskade dekkes over huseiers bygningsforsikring og vi fremmer regresskrav for våre utbetalinger i alle saker der vi har et rettslig grunnlag for dette.

Mange kommuner har en ansvarsforsikring som kan dekke det rettslige erstatningsansvar kommunen har i slike saker og vi tar derfor saken ofte opp direkte med kommunens forsikringsselskap. Dette selskapet har igjen dialog direkte med kommunen.

For det tilfelle at det er et klart ansvar så betales vårt krav direkte. Dersom saken rettslig sett er usikker blir sakene gjerne løst i minnelighet. Deltakerne på slike forhandlingsmøter er normalt kommunen, kommunens forsikringsselskap samt forsikringsselskapet til huseier. Aktuelle diskusjonstema kan være:

- Uklarheter omkring faktum og manglende rapporter*
- Skadeforebygging/medvirkning fra huseier/skadelidte. Betydningen av at det ikke er montert tilbakeslagsventiler eller og manglende overhøyde*

"Utilstrekkelig vedlikehold"

"hva er utilstrekkelig vedlikehold" - Hva når kommunen kan vise til at de har gode vedlikeholdsrutiner samtidig som en ledning « gir anledning til « at noe kan henge seg opp i ledningen og dermed lager en tilstopping - mangelfullt vedlikeholdet?

"Kapasitetsmangler"

- Hvilke dimensjoneringskrav gjelder?/hvilket gjentakelsesintervall skal nettet være dimensjonert for?*
- Etterfølgende utbygging av boligområder - Hvordan har dette påvirket kapasiteten? Hvilken kapasitet har nettet når skaden inntreffer? I hvilken grad plikter kommunen å oppgradere nettet? "*

(Jorunn S. Raanes, Leder Spesialskader 2013)

Til denne masteroppgaven brukes det opplysninger gitt i de skaderapportene utsendt av forsikringsselskapene som har fremmet regresskrav på skadene. Forsikringsselskapene har sendt inn regresskrav på over 200 skader hvor det kommer fram hvor skadene har skjedd og omfanget av skaden. I disse skaderapportene kommer det fram hvordan vannet har kommet inn i kjelleren, om det er tilbakeslag eller via drenering. I noen av de rapportene står det hvor mange cm med vann det var i kjellere og hvordan kunden beskriver skaden der og da.

Skaderapportene som er kommet fra forsikringsselskapene er fra 14.08.2008, og 13.07.2008, 11 og 12.08.2007, og noen få fra 2006.

Utvalget består dermed av disse skaderapportene som er på ca. 200 skader sendt inn til kommunen av forsikringsselskapene som kommer med regresskrav. Forsikringsselskapene er IF og Sparebank 1, og for perioden 2006-2008.

Av de ca. 200 sakene som forsikringsselskapene har lagt fram er det ca. 120 saker fra IF og 80 saker fra Sparebank 1. IF har lagt fram et regresskrav på ca. 13 millioner, og Sparebanken 1 på ca. 5 millioner.

Av de ca. 200 sakene som er nevnt i rapportene er det ca. 172 skader som det er komplett dokumentasjon på, som dermed kan brukes i denne master-oppgaven. Det blir tatt utgangspunkt i disse sakene for videre arbeid.

Dato	Antall skader skjedd bestemt dato
08.07.2007	1
11.07.2007	1
11.08.2007	21
12.07.2008	2
12.08.2007	3
13.07.2008	43
13.08.2008	2
14.07.2008	1
14.08.2008	83
15.07.2008	1
15.08.2008	4
16.08.2007	1
25.08.2006	5
26.08.2008	1
26.10.2006	2
28.08.2007	1
Total	172

Tabell 1: Tabellen viser antall skader skjedd den bestemte datoen, det er klart at det skjedde flest skaden den 14.08.2008 med 81 skader, og 13.07.2008 med 43 skader. Det er klart at det er slike skader som kan være med på å gi oss et sammenhengende bilde av det som har skjedd.

3 Aktørene i kjelleroversvømmelse-problematikken

De aktørene som er innblandet i problematikken ved kjelleroversvømmelsene er kommunen, forsikringsselskapene og abonnenten.

Kommunen har ansvar for vedlikehold av ledningsnett, og har et objektivt ansvar. Manglende kapasitet på ledningsnett kjennetegnes ved at vannet renner ut når nedbøren avtar, og ved utilstrekkelig vedlikehold blir ikke abonnenten kvitt problemet. Kommunen kan bruke ansvarsfraskrivelse hvis nedbørintensitet er av typen ekstraordinær, overhøydekrav ikke er oppfylt og når det er ulovlig kjellerinnredning.

Erstatningskrav mot kommunen fremmes ved at kommunen får oversendt et liste med adresser, kommunen får oversendt regressaker uten takst rapporter. Forsikringsselskapet oversender regress etter at takstmann har vært på befaring hos skadelidt, eller at takstmannen tar kontakt med kommunen etter at skaden har inntruffet.

Fredrikstad kommune har 20-25 skader i året som det erkjennes ansvar for, de siste 5 årene har kommunen mottatt regress ca. 1000 saker. Skader som er tilknyttet til vedlikehold for eksempel propper og vannlekkasjer erkjennes det ansvar for.

Forsikringsselskapene opererer i et strengt konkurransepreget marked, for de er det viktig å holde på de gode kundene sine og samtidig skal de holde kostnadene ned. Kundetilfredsstillhet er viktig for forsikringsselskapene, og for at de skal kunne tjene på virksomhetene sine sender de inn regressaker når det skjer mange skader.

I følge reglene er det abonnentenes plikt til å gi riktige opplysninger om forhold som kan ha betydning for risikovurdering av eiendommen. Hvis det er fare for at et forsikringstilfelle vil inntreffe, eller at et forsikringstilfelle er inntruffet, skal sikrede gjøre det som er mulig for å avverge eller begrense tapet.

(Ann-Janette Hansen 2013)

Finansnæringens hovedorganisasjon (FNO) er i gang med et pilotprosjekt for bruk av data i skadesaker, og de ønsker å få mer kunnskap om flomskader i byer. I denne oppgaven blir det sett på noen av disse skadedataene, og ved hjelp av skaderapportene blir det sett på parametere fra FNO som skal brukes videre for å analysere skadeomfanget og vannskadene.

Finansnæringens hovedorganisasjon sine parametere skal gi et bilde av hva som er felles for de skadene som har skjedd, og om disse skadene kan være med på og avdekke svakheter for avløpsnett. Skadeomfanget og frekvensen kan analyseres som funksjon av en parameter alene, eller som funksjon av en kombinasjon av mange parametere. Denne analysen skal kunne brukes i hvilken som helst kommune, og være med på å gi svar på hva som bør fokuseres bedre på, og dermed kunne gjøre noe med framover

4 Teori

4.1 Fredrikstad kommune

Vann og avløpstjenester i Fredrikstad er finansiert gjennom årsavgiften som fastslår at det ikke er tillatt å kreve høyere gebyrer enn hva som faktisk blir brukt på VA- systemene. Grunnlaget til disse gebyrene er knyttet til det kommunale VA- nettet, dermed er ikke dammer og andre åpne vannveier omfattet av VA- gebyrene. Dette kan bli et problem da disse områdene stadig blir en større del av VA- nettet

Veier og parkeringsarealer er heller ikke en del av VA- tjenester, og faller derfor ikke under gebyrgrunnlaget for VA. Avrenning fra veier og veiarealer bidrar mye til den høye belastningen på fellessystemene.

Fredrikstad kommune har i samarbeid med COWI utviklet en overvannsrammeplan som skal gi en generell info om emnet og være veiledende for utviklere og beboere. Målsettingen er å skape en bevissthet om overvannsproblematikk og overvannshåndtering etter moderne ideer om bærekraftige prinsipper.

Overvannsrammeplanen inneholder oversikt over soner i Fredrikstad hvor det må foretas utbedringer, sonene er markert med farger, røde, gule og grønne soner. Røde soner er områder hvor det må tas hensyn til snarest i forhold til overvannshåndtering.

Problemet for Fredrikstad kommune er at det er lite tilgjengelig plass, dermed er det av stor betydning å komme med nye løsninger for å håndtere overvannet.

Tidligere i Fredrikstad ble det dimensjonert for 10 års-nedbør, mens nå blir det dimensjonert for 25-årsnedbør.

Når det velges ut nye områder som skal oppgraderes baserer kommunen det blant annet på erfaringer med nedbør hvor det er utsatte områder for oversvømmelser. Områder med store skader som følge av nedbør blir prioritert først, og hvor mye arealer som er bygget ut oppstrøms, og andel tette flater som har blitt til i disse områdene.

Fredrikstad kommune har som mange andre byer ledet overvannet i lukkede ledningssystemer til nærmeste resipient. Urbanisering har som sagt tidligere ført til en økning av overflateavrenning, dette har ført til at avløpssystemene har blitt tilført mer vann enn det har vært dimensjonert for. Naturlige områder har blitt byttet ut med boligfelt og urbane områder. De eldste boligområdene er de områdene som er rundt næringskilder som elv og sjø, det er områder som har lav kotehøyder i VA infrastrukturen. Disse områdene har stor belastning da befolkningsvekst har ført til at mengde avløp har økt. Områder som ligger i utkanten av de urbane områdene er ofte høyere oppe og avløpet fra de nye områdene renner gjennom de eldre delene av byen på vei til renseanlegget. Med urbanisering fører også med seg fortetning av grunnmassene, og det vil også bli mer forurensninger inn i eksisterende resipienter og det vil naturligvis også bli større vannføringer inn på resipienten.

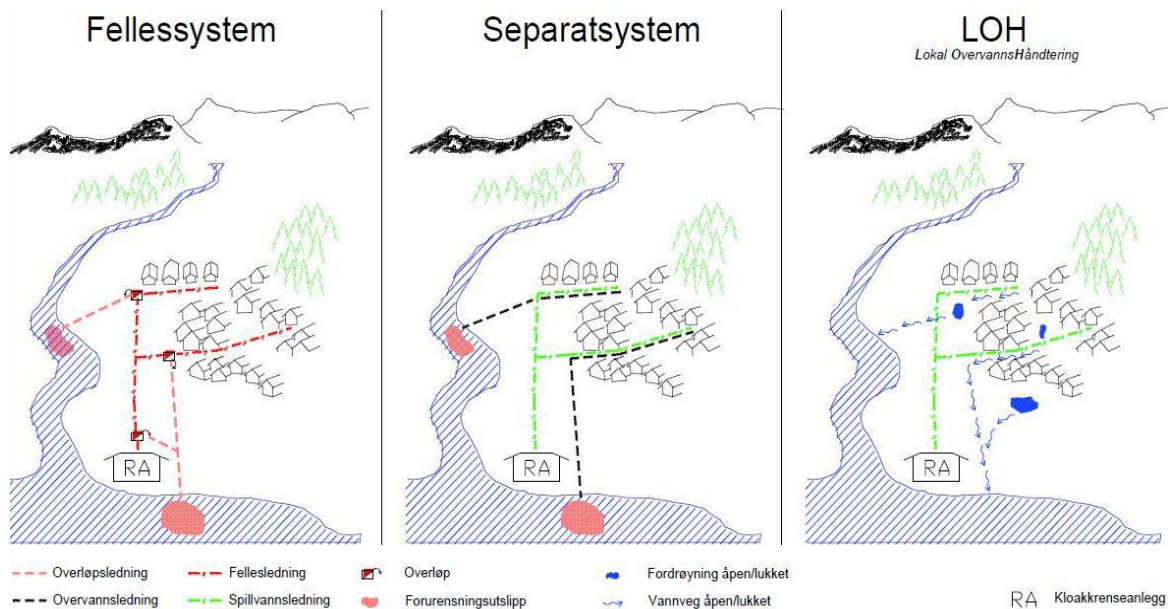
Det er stadig mer fokus på ”føre- var”-prinsipper, og dermed å redusere fremtidige mulige skadesituasjoner. Det gjelder å håndtere overvannet så nær kilden som mulig, lokal overvannshåndtering (LOH = lokal overvannshåndtering).

Ved LOH vil man prøve å etterligne den naturlige måten å håndtere vann i et område. Denne måten å lede vannet på vil også være med på og kunne opprettholde de naturlige grunnvannsmagasinerne, dermed vil vannet følg de naturlige vannveiene som eksisterer før utbygging.

I Fredrikstad kommune er det både fellessystem og separatsystem, fellessystemet er en stor del av VA-infrastrukturen hvor kloakk, drens og overvann føres i en og samme rørledning. I separatsystemet ledes kloakk og drens- og overvann i separate ledninger, hvor drens og overvann ledes til nærmeste resipient.

Ulempen med fellessystemer er at overvannet blir ledet til rensesanleggene og dermed blir det en stor belastning ved kraftig nedbørsmengder, rensesanleggene er ikke dimensjonert for slike nedbørsmengder. Det er derfor montert regnvannsoverløp på fellessystemet for å avlaste overvann i nedbørsituasjoner, dette avlastede vannet renner ut i nærmeste resipient. Fredrikstad kommune jobber stadig med å separere overvann og spillvann, for nye utbyggingsområder i kommunen kreves det at dette bygges ut med separatsystem.

Dagens ledningssystem for avløp i Fredrikstad er en kombinasjon av fellessystem og separatsystem. Noen av de stedene hvor avløpssystemet er separert er det lite virkning siden de ofte samles igjen i fellessystem.



Figur 1: Avløps og overvannsflyten i et fellessystem hvor kloakk og overvann ledes i samme ledning til rensanlegget, og separatsystem hvor kloakk og overvann ledes i to separate ledninger til rensanlegget, og LOH som går ut på å fordøye og infiltrere overvannet isteden for å lede det til rensanlegget. (COWI 2007)

Overvann fører med seg mange utfordringer for steder som ikke er sikret mot dette. De siste årene har det blitt mer fokus på dette både lokalt og nasjonalt. Det gjelder å utnytte overvann som ressurs og ikke et problem.

Håndtering av overvann er en utfordring da dette ikke er en del av planarbeidene i Fredrikstad kommune, planlegging i en tidlig fase av utbygging er nødvendig.

I de senere årene har Fredrikstad kommune, i noen tilfeller satt betingelser for utbygging av nye boligområder om at avrenningen ikke skal øke etter utbyggingen.

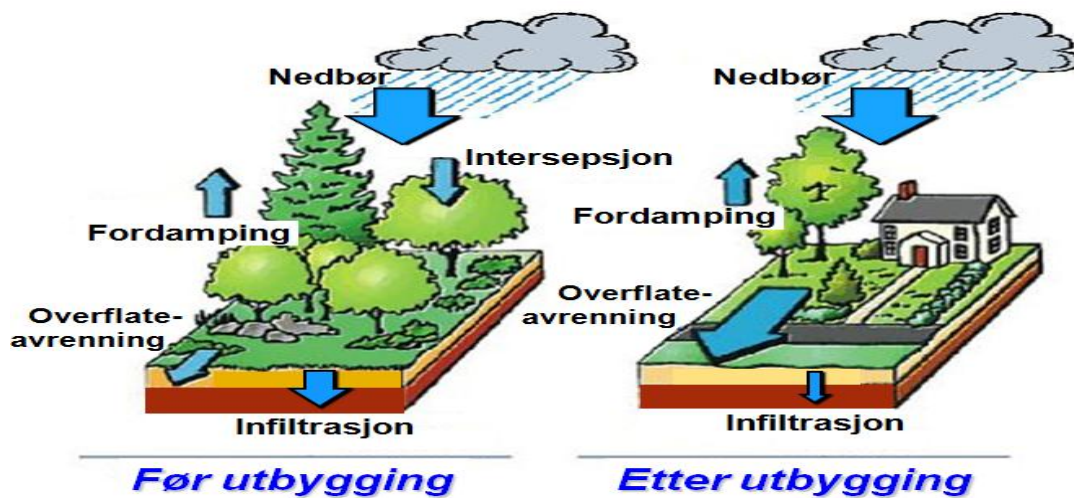
Det anbefales å følge tretrinns strategi ved dimensjonering og design av fremtidige overvannssystemer. Ledd 1 inneholder løsninger for å fange opp og infiltrere mindre nedbørsmengder, mens ledd 2 er løsninger for forsinking, fordrøyning og bortledning av større nedbørsmengder. Ledd 3 inneholder planlegging av helhetlige flomveier for de største vannmengdene som ikke er mulig å ta og holde unna i ledd 1 og 2. Flomskadene kan begrenses betraktelig hvis man kan planlegge flomveiene i de tilfelle hvor ledningsnettets ikke kan ta unna.



Figur 2: Illustrasjon av tretrinns strategi, med infiltrasjon, fordrøyning og trygge flomveier.

Overflaten blir endret når et nytt område blir bygget. For overflatevann gjør det seg gjeldende ved at infiltrasjonskapasiteten blir endret, og vannet vil ta nye veier på overflaten. Dette problemet blir større dersom overvannet ledes i samme ledning som spillvannet, altså i en felles avløpssystem. Ved kraftig nedbør vil overvannet i et fellessystem føre til at kapasiteten til avløpsnettets overskrides, noe som kan føre til tilbakeslag i sluk, dermed skjer det kjelleroversvømmelser. Avløpssystemet i Fredrikstad er ikke dimensjonert for de store nedbørsmengdene som det har blitt påført de siste årene, og de periodene hvor det var kraftige nedbørsmengder slik beskrevet i denne oppgaven.

Kommunen strategi for overvannshåndtering er at nedbøren skal tas hånd om lokalt, og dermed blir det mindre vann som blir tilført avløpsnettets og man ivaretar den lokale naturtilstanden. Åpning av lukkede vannveier, blant annet Veumbekken er også aktuelt. (COWI 2007)



Figur 3: Figuren viser avrenningssituasjoner før og etter utbygging ved tradisjonell overvannshåndtering. Ved urbanisering øker antall tette flater, dermed blir det større vannmengder til avløpsnett.

Kommunen som er lednings-eier av avløpsnettet har i utgangspunktet et objektivt ansvar, altså et ansvar uten skyld for skade som skyldes feil eller mangler ved eget hovedledningsnett. Det bør ikke ligge noe uaktsomhet eller forsettlige handlinger til grunn for å komme i ansvar for forurensningen anlegget medfører.



Figur 4: Bildet viser hva som skjer når det skjer en tilbakeslag i et felles avløpssystem

Etter forurensningsloven har kommunen en omvendt bevisbyrde. Det innebærer at kommunen må dokumentere at det ikke er det kommunale anlegget som er årsaken til skaden. For kommunen kan dette by på store utfordringer når det oppstår skade ved kraftig nedbør. Utfordringen for kommunen ligger i at det blir mange skader ved kraftig nedbør som kommunen må bevise at det ikke er deres ledning som er årsaken. Kommunen kan allikevel

være erstatningspliktig ved overbelastning av avløpsnett, unntatt de tilfellene der de kan påberope seg force majeure. (Hovedplan VA 2008-2028)

Nedbørens statistiske gjentaksintervall benyttes for dimensjonering av avløpsledninger, og av dette kan den også benyttes til påberopelse av force majeure. En force majeure hendelse skjer når nedbøren har en gjentaksintervall på 50 år eller mer.

(COWI 2007)

De områdene med flest antall kjelleroversvømmelser er Veum-området, Kråkerøy, Lisleby og Sellebakk. Dette er områder med tett befolkning og eldre områder i byen med gammelt fellesavløpssystem da skadene har skjedd.

I 2008 påla kommunen alle hus i området oppstrøms Christianslund alle til å føre takvann ut til terreng. Dette er et område som lenge har hatt problemer med oppstuvning ved kraftig nedbør, mange har fått vann i kjellerne sine mange ganger. Ved å koble fra takrenner som før gikk direkte til avløpsnett kan store deler av nedbøren på overflaten fordrøyes. Den maksimale vannføringen nedstrøms reduseres, tilrenningstiden øker og andel bidragende tette flater blir redusert. (Skallebakke 2010)

Overvann skaper flere problemer, og ved ekstremnedbør kan det trenge inn i kjellere, enten om det er fra terreng, eget takvann eller som tilbakeslag fra ledningsnett. Når det er mye overvann i fellesavløpsledninger fører det til at det blir vann som går i overløpet, noe som fører til mer forurensning i bekker. Mye overvann i avløpet fører også til at det blir lavere konsentrasjon av næringsalter, spesielt fosfor, dette koster renseanlegget mye og det blir vanskeligere å overholde fylkesmannens utslippstillatelse.

(Hovedplan VA 2008-2028)

Kommunen fortsetter å separere eksisterende fellesavløpssystem, det er investert 229 millioner kroner til fornyelse av ledningsnett. For kommunen koster det i snitt kr 12 000 per løpemeter grøft når det fornyes ledninger i tettbygde strøk. Da graves det i asfaltert offentlig vei, og gamle vann og avløpsledninger byttes med nye. Kommunen avsetter innstikk ut av vei for hver enkelt husstand, og veien opparbeides og asfalteres etter at gravearbeidene er fullført, det blir altså to fluer i en smekk for kommunen.

Det er 208 km med fellesavløpsledning i Fredrikstad, og i følge kommunen vil det ta 28 år før alle gamle fellesledninger er fornyet, forutsatt at dagens utskiftingstakt blir fulgt.

(Hovedplan VA, 2008-2028)

4.2 Klimaendringer

Klimaendring innebærer at gjennomsnittsværet over tid endrer karakter ved at det er mer eller mindre nedbør. Temperaturen endrer seg ved å bli enten lav eller høyere.

Klimaendringer er forårsaket av faktorer som inkluderer oseaniske prosesser, biotiske prosesser, variasjoner i solstråling mottatt av jorden, platetektonikk og vulkanutbrudd, og menneskeskapte endringer i den naturlige verden.

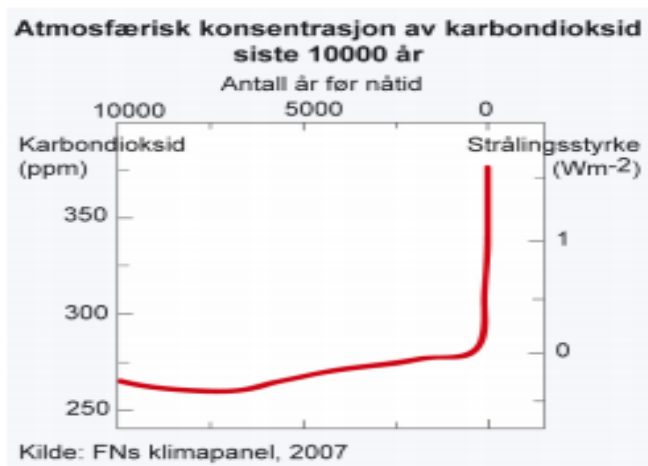
For å kunne finne ut hvilke klimaendringer framtiden vil bringe, må man se på de klimaendringene hittil. Ved å studere klimaendringene kan man finne ut hvilke endringer som er menneskeskapte og hvilke som er naturlige klimaendringer.

Klimaendringene som oppleves nå skyldes i stor grad menneskeskapte utslipp av klimagasser til atmosfæren. FNs klimapanel gir ut rapporter som utarbeides av verdens fremste klimaforskere om hvordan klimaet har forandret seg og utfordringene som følge av dette.

I rapportene kommer det fram at klimaet blir mildere og våtere, breer og havis smelter, havet stiger og en rekke økologiske endringer følger med en varmere klode.

Avhengig av framtidig utslippsutvikling regner forskerne med at jorden vil kunne bli 1,1 til 6,4 grader varmere innen 2100.

Karbondioksid (CO₂) er den menneskeskapte klimagassen med størst betydning for klimasystemet. Forbrenning av olje, kull og gass er den viktigste kilden til menneskeskapte CO₂- utslipp.



Figur 5: Konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren har økt betydelig de siste 50 år. Utviklingen idag er ulik utviklingen i førindustriell tid. (IPCC delrapport 1)

I følge FNs klimapanel regnes det som meget sannsynlig (> 90 %) at mesteparten av klimaendringene de siste 50 år er menneskeskapte. Gjennomsnittstemperaturen på den nordlige halvkule skal også ha vært høyere i perioden 1950-2000 enn i noen annen femtiårsperiode de siste 500 år.

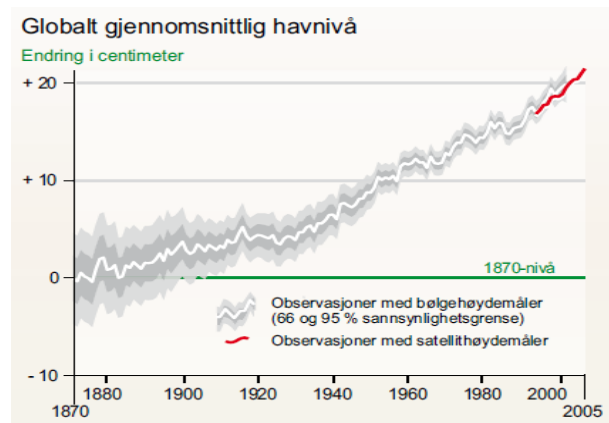
Forskerne er ganske sikre på at den globale nettoeffekten fra menneskelige aktiviteter siden 1750 har vært oppvarming. (IPCC)

Oppvarmingen av atmosfæren og havet, sammen med tap av ismasse, underbygger konklusjonen om at mesteparten av klimaendringene de siste 50 årene er menneskeskapte. (FNs klimapanel 2007)

4.2.1 Verden

Det er flere bevis på at verden har blitt varmere, disse endringene ser vi i form av varmere gjennomsnittlig temperatur, kortere fryseperioder for isen på innsjøer og elver og økende temperatur i jordsmonnet.

Stigende havnivå parallelt med oppvarming er registrert siden 1961 med et gjennomsnitt på 1,8 millimeter per år, og siden 1993 med 3,1 millimeter per år. Den totale stigningen som er registrert i det 20. århundre ble på 17 centimeter. Stigende havnivå kommer fra smeltingen av isbreer, is kalotter og innlandsisen ved polene, og ikke minst at vannet utvider seg når det varmes opp.



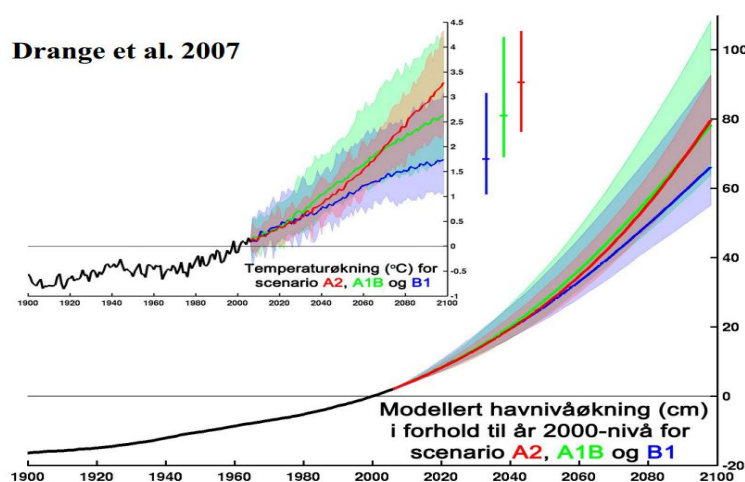
Figur 6: Globalt gjennomsnittlig havnivå, endring i centimeter.

IPCC som er en del av FNs klimapanel har utviklet en spesialrapport om utslippsscenarioer. Disse scenariene beskriver hvordan man tenker seg framtidige utviklinger for utslipp av drivhusgasser. Man kan på denne måten avbilde ulike framtidige utviklingsbaner. Befolkningsstørrelse, økonomisk utvikling, og teknologisk utvikling er de viktigste drivkreftene. Disse utslippsscenarioene beskrives med forkortelsen A1, A1B, A2, B1 OG B2, og blir definert på følgende måte. (Oddvar Lindholm et al. 2007)

- A1: Rask økonomisk vekst. Befolkningsvekst til 9 milliarder i 2050, før det gradvis reduseres igjen. Rask spredning av teknologiske nyvinninger. En verden der inntekter og livsstil samles, omfattende sosiale og kulturelle interaksjoner over hele verden.
- A1B: Rask økonomisk vekst. Rik verden, ujevnt fordelt. 7 milliarder mennesker i 2100. Teknologiske endringer fører til balanse mellom fossile og ikke-fossil energiteknologi. Atmosfærens CO₂-innhold er på 703ppm i 2100.
- A2: Delt verden med høy befolkningsvekst og mindre bekymring for rask økonomisk utvikling. 15 milliarder mennesker i 2100. Atmosfærens CO₂-innhold er på 836 ppm i 2010.

- B1: Globale løsninger på økonomisk og sosial bærekraftighet. Raske endringer i økonomiske strukturer og introduksjon av rene teknologier. 7 milliarder mennesker i 2100. Atmosfærens CO₂-innhold er på 540 ppm i 2100, mot 380 ppm i dag.
- B2: Stadig økende befolkning, men ikke like sterk som i A2. Hovedvekten ligger på lokale løsninger på økonomisk, sosial og miljømessig stabilitet. Noe økning i den økonomiske utviklingen. Ikke like rask teknologisk endring som i A1 og B1.

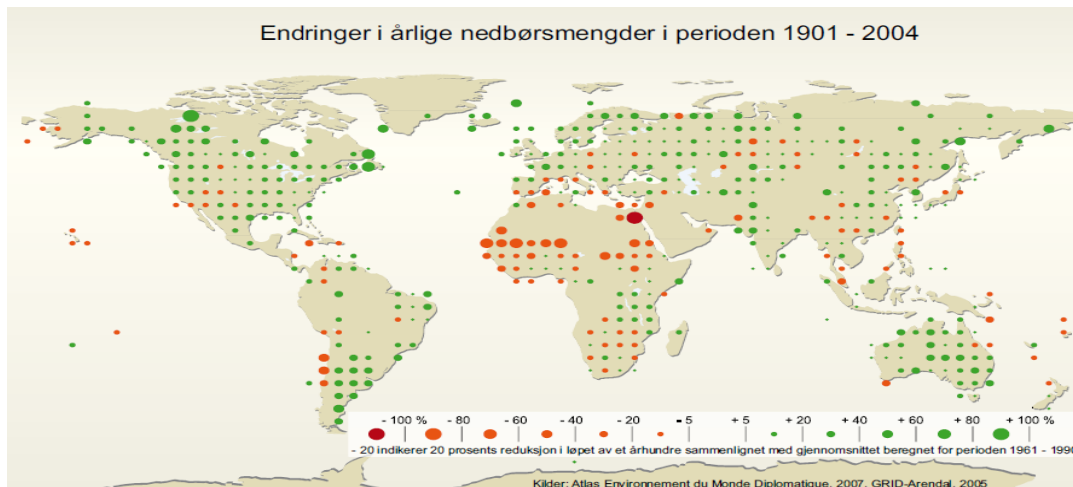
Klimaendringene som er registrert hittil er basert på det verste scenarioet som er A2. Det er altså snakk om delt verden med høy befolkningsvekst og mindre bekymring for rask økonomisk utvikling. Det er 15 milliarder mennesker i 2100. Atmosfærens CO₂-innhold er betydelig høyere enn dagens på 836 ppm i 2100.



Figur 7: Vannstandsøkning (i cm) i år 2100 relativt år 2000 for scenario A2. Vannstanden kan øke med vel 30 cm i tillegg til det viste hvis man inkluderer usikkerhet i havstigning og landheving. (Lindholm 2009)

Ekstremvær har også økt, enkelte steder har det blitt en økende tendens i nedbør, mens noen steder har det blitt mer tørke. De amerikanske kontinentene, Nord-Europa og Nord og Sentral-Asia har opplevd mer nedbør og ekstremvær. Middelhavet og i det sørlige Afrika og deler av Sør-Asia har opplevd mindre nedbør. I følge FNs klimapanel har områder som er påvirket av tørkeperioder har blitt større siden 1970-tallet.

Det er registrert flere varme dager og netter enn kalde dager og netter de siste 50 årene. Dermed har det blitt flere varmebølger og flere ekstreme nedbørshendelser.



Figur 8: Kartet viser endringer i årlige nedbørsmengder, man kan se at det er reduksjon i nedbør enkelte steder, mens det er stor økning andre steder.

4.2.2 Norge

For Norges del ser det ut som klimaet blir våtere og mildere, det blir milde vintre, men det blir store regionale forskjeller. Dagens klimastatus er at det har blitt mildere, 2012 ble regnet til å være det 9. varmeste året siden årsmiddeltemperaturen siden 1850.

Norge har et gunstig klima, landet har et stort havområde og med en stor, varm og stabil havstrøm utenfor kysten. Det er store variasjoner for klimaet i Norge, og store forskjeller i mottatt solenergi gjennom året. Forskjellene er størst i Nord-Norge med midnattssol om sommeren og mørketid om vinteren, og terrenget medvirker til at det blir store lokale forskjeller over korte avstander.

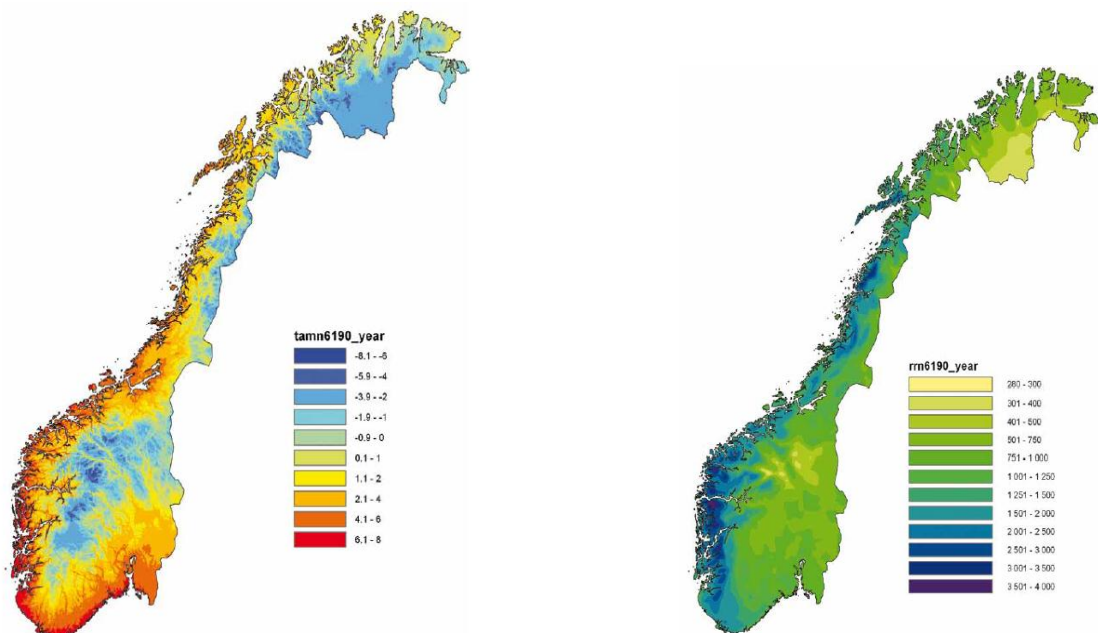
Årsmiddeltemperaturen for Norge er ca +1 °C, men varierer fra +6 °C på kysten av Vestlandet til lavere enn -4 °C i høyfjellet.

Gjennomsnittlig års nedbør for Norge er beregnet til 1486 mm. Av dette anslås at 346 mm fordampes, mens 1140 mm går til avrenning. (Klima i Norge 2100)

Det er øvre Gudbrandsdalen og indre Troms som er tørrest, mens midtre strøk av Vestlandet er våtest med over 5000 mm års nedbør enkelte steder.

Klimaendringer ser man i form av at det er blant annet større intensitet i nedbøren nå enn tidligere. For fastlands-Norge har års nedbør økt med nesten 20 % siden 1900, med størst økning om vinteren og minst om sommeren. (Klima i Norge 2100)

Man ser også at snø sesongen har blitt kortere de fleste steder. Temperaturøkningen har ført til at det er økt vannføring om vinteren og våren og tidligere snøsmelting.



Figur 9: Årsmiddeltemperatur (°C) i normalperioden 1961–90 (til venstre), og midlere års nedbør (mm) i normalperioden 1961–90.

Det foregår stadig forskning på hvordan klimaet kommer til å forandre seg i Norge. Forskningen baserer seg på klimascenarioer, men siden det ligger en usikkerhet i disse klimascenarioene er det ikke noe fasitsvar på hvordan klimaet egentlig kommer til å forandre seg. Klima i Norge 2100 er en av rapportene som er utarbeidet av blant annet Meteorologisk institutt, Bjerknessenteret, Statens vassdrags- og energidirektorat på oppdrag fra NOU Klimatilpassing.

I denne rapporten kommer det fram at årsmiddeltemperaturen for fastlands- Norge har økt med 0,5 til 0,6 °C i alle landets regioner. Økningen har vært størst om vinteren og minst om sommeren og høsten. Års nedbør har i gjennomsnitt økt med 5 %. Den har særlig økt om vinteren med 17 %, men også om våren med 10 %. Høstnedbøren derimot har avtatt med 3%. I følge denne rapporten har års avrenning for Norge økt med 2,5 %, for vinteren skal denne økningen være på 23 % i gjennomsnittet med store regionale variasjoner.

Disse endringene fra 1961 og fram til 2008 skal være forårsaket av naturlig klimavariabilitet, men også menneskelig aktivitet har bidratt til disse endringene. (Klima i Norge 2100)

Klimaendringer i Norge fører med seg utfordringer i framtiden, disse endringene vil påvirke både økonomien og velferden i følge en rapport utført av CICERO, Econ Poyry og Vestlandsforskning på oppdrag fra Klimatilpassingsutvalget.

I denne rapporten kommer det blant annet fram at norske bygg må sikres mot dårligere vær og at drikkevannshåndteringen må skjerpes.

Naturulykker som følge av klimaendringer er allerede en stor belastning for samfunnet, det utbetales årlig millioner av kroner, og blir enda større dersom risikoen for naturulykker øker.

Konsekvensene av klimaendringer kan være mange, men for Norge er det følgende:

- Det norske landbruket kan komme styrket ut av klimaendringene
- Veksten i de produktive skogområdene vil sannsynligvis øke på grunn av lengre vekstsesong og økt skogareal i fjellområdene i et varmere klima
- Klimaet påvirker produksjon og utbredelse av økonomisk viktige fiskeslag, men det er stor usikkerhet om hvilke endringer vi kan forvente
- Norske bygg tåler allerede klimaet dårlig, og kvalitetskontroll blir en viktig del av klimatilpasningen
- Selv om mer nedbør øker mulighetene for å produsere mer kraft, kan ikke kapasiteten økes uten å bygge ut magasinkapasitet og sikre dammer
- Økte nedbørsmengder vil føre til et økt press på avløpsnett
- Varmere klima reduserer behovet for energi til oppvarming, men moderne informasjonsteknologi gjør oss sårbare for strømbrudd

- Dersom klimaet i framtiden byr på mer ekstremvær, stiller dette krav om bedre vedlikehold av norske veier
- Klimaendringene kan få store lokale virkninger på steder med stor væravhengig turistnæring
- Når vi får et varmere klima med mer nedbør, kan Norge måtte forholde seg til helseproblemer som ikke er spesielt store

(Klimaendringer i Norge 2009)

Nedbørsframskrivingene blir benyttet til å vurdere endringer i hyppighet av dager med høye nedbørsverdier, og nedbørsmengdene på slike dager i forskjellige norske regioner. Det ble i 2009 gjennomført en analyse der det ble bestemt en "0,5-prosentil" for døgnet nedbøren for perioden 1961-1990 hvor det ble sett på hvor ofte denne verdien ble overskredet i perioden 2071-2100.

Verdiene er gitt som prosentvis økning, der M-framskrivingen gir en prosentvis endring med slike dager på 75 % på landsbasis og en endring på 83,5 % i Østfoldregionen. Ut i fra denne analysen er det forventet at det blir et økt antall dager med mye nedbør, og økning av nedbørsmengden i de dagene med mye nedbør. Ut i fra tabell 3 ser vi at middels-framskrivingene gir en forventet økning i nedbørsmengde på 15,5 på landsbasis og i Østfoldregionen på 18,5 %.(Hanssen-Bauer et al. 2009)

Region	Sesong	1961–90 til 2071–2100: Endring (%) i antall dager med mye nedbør			1961–90 til 2071–2100: Endring (%) i nedbørmengde på dager med mye nedbør		
		M	L	H	M	L	H
Norge	År	75,7	40,6	139,9	15,6	7,2	23,1
	Vinter DJF	126,5	80,0	250,9	16,5	1,9	32,3
	Vår MAM	88,3	41,6	193,1	15,5	5,9	29,1
	Sommer JJA	71,4	30,0	86,9	16,5	6,4	21,5
	Høst SON	110,3	55,9	192,5	17,5	9,7	26,4
NR-1 Østfold	År	83,5	45,3	120,8	18,5	9,0	26,2
	Vinter DJF	180,7	78,1	356,9	28,5	15,8	44,2
	Vår MAM	79,0	11,9	156,4	17,4	2,3	36,6
	Sommer JJA	39,3	-20,9	92,9	9,7	-3,7	31,4
	Høst SON	143,4	32,7	209,3	26,9	8,5	39,7

Tabell 2: Relativ forandring (%) i antall dager med mye nedbør, og relativ forandring (%) i nedbørmengden på dager med mye nedbør, fra perioden 1961–90 til perioden 2071–2100 ifølge middels (M), høy (H) og lav (L) framskrivning. «Dager med mye nedbør» er her definert som dager med nedbørmengder som i normalperioden 1961–90 ble overskredet i 0,5 % av dagene. (Hanssen-Bauer et al. 2009)

4.3 Nedbør

Fredrikstad har opplevd flere intense regnperioder de siste årene, og dette er noe som antakeligvis kommer til å fortsette framover. Kjennskap til nedbøren er den viktigste faktoren for å kunne beregne avrenningen, og for å planlegge framtidige avrenningssituasjoner og tilsig. Det faller mye nedbør i Norge, for Fredrikstad er det ca. 800 mm/år. Nedbøren er som regel lavest om våren i byene, og normalt størst nedbør om høsten. Overvannsavrenningen er et resultat av all slags type nedbør, og det er av stor betydning å kunne karakterisere nedbøren.

Når man skal dimensjonere et anlegg må man vite hvordan nedbøren er gjennom hele året. Nedbøren har ofte høy intensitet i korte tidsperioder, ofte om sommeren.

Avrenningsmønstre for de forskjellige årstidene kan uttrykkes som følger:

- Sommer
Intense regnbyger og avrenning fra de tette direkte tilkoblede overflatene. Liten avrenning fra semipermeable og permeable flater.
- Høst
Langvarig regn på våt og/eller frossen mark. Avrenning fra alle flater med betydelig avrenning fra permeable flater.
- Vinter
Regn på snødekket og frossen mark. Avrenning fra alle tette flater og betydelig avrenning fra semipermeable og permeable flater. Avrenningsvolumet kan overskride regnvolumet på grunn av smelting.
- Vår
Snøsmelting, våt og mett mark, avrenning fra alle typer flater.

(COWI 2007)

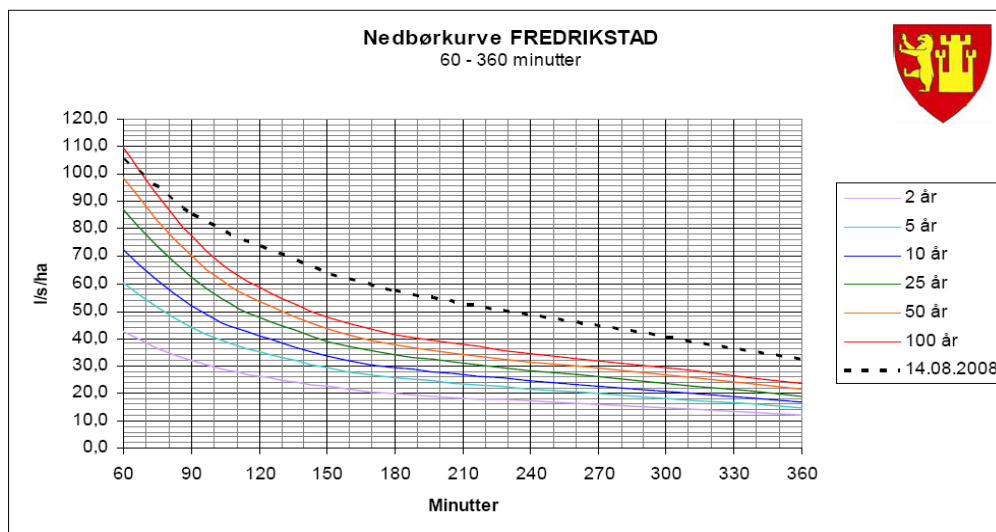
4.3.1 Nedbøren som falt

Nedbøren som falt fra 2006 til 2008 førte til mange oversvømmelser rundt i Fredrikstad kommune. Avrenningen etter nedbørshendelsene fra tette flater var større enn det ledningsnettets kunne ta unna. Den kraftige nedbøren som falt i 2008 førte til at det kom ca. 1000 skademeldinger inn til kommunen og forsikringsselskapene. Det falt 70 mm med nedbør på seks timer, noe som førte til skader for mer enn 40 millioner kroner.

Fredrikstad kommune bruker nedbørskurver ved beregninger av nye ledningssystemer. For dimensjonering av transportkapasitet i overvannssystemer skal det benyttes 25 års gjentaksintervall for nedbøren. (COWI 2007)

I tillegg til nedbørskurver blir det tatt målinger av nedbør på flere steder i Fredrikstad kommune. Disse nedbørsdataene er nyttige ved planlegging av overvannssystemer. Nedbørmålerne er plassert på følgende steder:

- Glemmen aldershjem
- Brannstasjonen
- Evja i Onsøy
- Berg i Torsnes
- Elvenesveien på Rolvsøy
- Øyenkilen i Onsøy



Figur 10: Figuren viser at nedbøren som falt 14.08.2008 hadde en gjentaksintervall på over 100 års regnet.
Kilde: Fredrikstad kommune

Det skjedde flest skader i 2008 etter den kraftige nedbøren, og ut i fra denne kurven kan man se at regnet hadde ganske høy intensitet over forholdsvis kort periode. Kommunen konkluderer med at nedbøren som falt 14.08.2008 da det skjedde flest kjelleroversvømmelser var av force majeure karakter. I 2002 da det også var store vannskader etter kraftig nedbør ble det målt 56,4 mm nedbør på brannstasjonen, og da ble det registrert 250 skader. Det som skjedde den 14.08.2008 med 57,8 mm nedbør og 311 skader kan sammenlignes med skadene i 2002, og betraktes dermed som en force majeure hendelse.

4.4 Flom

Flom er vannføringer eller vannstander som er større enn hva de etablerte vannveiene kan transportere. Flom eller oversvømmelser brukes i denne oppgaven i overvannssammenheng. Det skjer da vannføringer i rørsystemer er større enn hva rørene er dimensjonert for. Urbanisering er hovedgrunnen til at det oppstår flom, når tidligere infiltrasjonsområder blir bygd om til tette flater.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) som er en statlig forvaltningsmyndighet for landets vassdrag har utarbeidet retningslinjer for arealbruk og sikring i flomutsatte områder.

I Fredrikstadorrådet gjelder disse retningslinjene i hovedsak for Glomma opp mot Sarpsfossen.

En eventuell flom i Glomma vil ikke påvirke omgivelsene i motsetning til variasjoner i sjøvannstanden som påvirker deler av Fredrikstad i form av oppstuvning i ledningsnett og oversvømmelser. NVE registrerer flommer som oppstår rundt i landet for å kunne komme med tiltak og være forberedt for framtidige flommer.

De vanligste grunnene til flom i Norge er kraftig regnvær, langvarig regnvær, omslag til varmt vær når det er mye snø som smelter raskt og regnvær samtidig med snøsmelting.

Snøsmelting alene fører sjeldent til skadeflom i Norge, men en snøsmelting og regnvær samtidig kan gi store skadeflommer.

Siden klimaet er i endring, det har blitt varmere i hele landet, og dermed kommer det mer regn og snø enn før. Med varmere klima vil mer av nedbøren om vinteren komme som regn i stedet for snø. Dette gir antageligvis mindre vårflokker og flere høst og vinterflokker framover.

Hvert år utbetaler forsikringsselskapene fra 100 millioner til nærmere en milliard kroner i forbindelse med flomskader. Når flomvann trenger inn i bygninger, er det snakk om en stor vannskade.

Klimaendringer vil gi økte flomskader framover, og det forskes stadig på hvordan dette kan håndteres best mulig for å begrense skader. Stadig fortetting av utbyggingsområder, med økning av tette flater vil forandre avrenningsmønsteret for overvann. Tidligere var det vassdrag som tok i mot overvannet, men økt urbanisering har ført til at disse områdene er blitt bygd igjen. Klimaendringer framover vil føre til at disse problemene med håndtering av overvannet øker dramatisk.

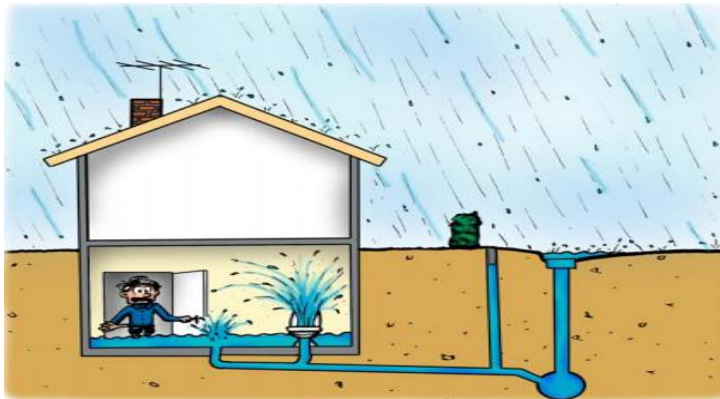
Belastningen på ledningsnett vil øke med intense regnskyll, dermed skjer det oversvømmelser i kjellere. Når det kommer slike intense regnskyll må dette fraktes bort på en trygg måte. Dette kan gjøres gjennom infiltrasjon eller fordrøyning.

Det er viktig med flomveier, det skal gjennomføres trykklinjeberegninger av eksisterende forhold for å kartlegge hvor en eventuelt 100-års flom vi ta veien dersom overvannssystemet ikke klarer å transportere vannmengdene. Fredrikstad skal også ha slike flomveier dersom den naturlige flomveien ikke er tilfredsstillende. (COWI 2007)

4.5 Kjelleroversvømmelser

Det er mange årsaker til at det skjer en kjelleroversvømmelse, og ofte blir det store kostnader relatert til dette. Antall kjelleroversvømmelser øker vanligvis etter kraftige nedbør, slik som beskrives i denne oppgaven, dermed blir det også større omfang av skader som følge av dette. Det er ikke mulig å generalisere hvordan disse kjelleroversvømmelser skjer, da man skiller mellom flere typer.

Vann kan trenge inn gjennom husets avløpsnett, gjennom kjellervegg eller kjellergulv, gjennom ytre åpninger eller strømme ut fra lekkende vanninstallasjoner.



Figur 11: Illustrasjon av hvordan vannet kan komme inn i et fellesavløpssystem. Illustrasjon av Mathias de Maré.

Vann som trenger inn gjennom husets avløpsnett er det som rammer de fleste ved kraftig nedbør, og som oftest er det eiendommer som er tilknyttet fellesavløpssystem. Vannet som kommer inn som tilbakeslag kan da være en blanding av spillvann og overvann. Ofte er det overbelastning på ledningsnettet som fører til oversvømmelser, ledningene er ikke dimensjonert for så store mengde med nedbør som den blir påført.

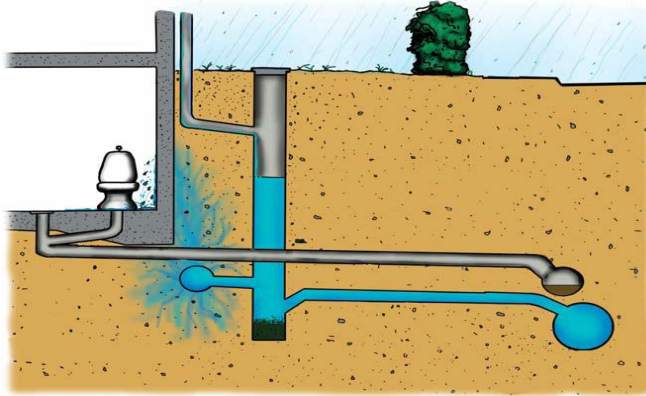
Når kommunen skal legge nye ledninger nå, dimensjonerer de slik at overvannsledningene skal klare å holde unna 25-års regn. Det er ikke hensiktsmessig å overdimensjonere ledningene da dette fører til at ledningene ikke vil være selvrensende. I perioder med store regnskyll kan vann trenge inn i kjellere gjennom sluk i gulvet, avløpsinstallasjoner eller gjennom veggen via drenering. Senere i denne oppgaven kan vi se at mye av nedbøren som har trengt inn i kjellere er gjennom sluk i gulvet i følge forsikringsrapportene.

Noen ganger kan vann trenge inn i kjeller selv om det er tørrvær, da har som oftest skjedd en tiltetting eller stopp i avløpsnettet. Dette må undersøkes nærmere for feilen kan enten ligge i den private stikkledningen eller kommunens avløpsledning.

Det er mange tiltak man kan sette inn for å hindre at en oversvømmelse skjer, eieren av eiendommen og kommunen har et ansvar for at alt skal fungere tilfredsstillende.

Ved tilbakeslag kan man installere beskyttelsesanordning som hindrer vannet i å trenge inn gjennom eiendommens avløpsnett.

Vann kan som sagt også trenge inn gjennom kjellervegg eller kjellergulv, da er det dreneringsledningene som ikke klarer å lede bort grunn- og drens vann. Dette skjer hvis drensledningene rundt huset er direkte tilkoblet til en overvannsførende ledning, som fører til at vann stiger opp i husets drenering. Årsaken til dette kan være at dreneringen er dårlig eller tilstrømningen av grunnvann er for stor. Dreneringen kan også være skadet eller er tilstoppet av trerøtter, jernutfellinger eller sand. Drenering har også en levetid, og dermed kan forfalle med tiden og må fornyes etter 20-50 år



Figur 12: Illustrasjon av Mathias de Mare

Ved vanninntrenging gjennom drenering kan det installeres en pumpe for drens vannet. Ny drenering må legges inn eller rehabiliteres den gamle. Helningen på terrenget er også av betydning da dette kan føre til at vannet heller bortover mot veggene. Man må sørge for at terrenget heller nedover fra huset og leder vannet bort fra veggene.

Vann kan også trenge inn i kjellere gjennom ytre påvirkninger, overvann som renner av på markoverflaten kan trenge inn i kjellere gjennom kjellervinduer, garasjenedkjørsler og kjellertrapper.

Som beskyttelsestiltak kan man i dette tilfellet installere en pumpe for overvann som renner ned garasjenedkjørselen, bygge valler rundt kjellertrapp eller sette tak over kjellertrappa.

Den siste måten oversvømmelser kan skje er fra vann som strømmer ut fra lekkende vanninstallasjoner, lekkasjen kan komme fra en innvendig vannledning eller vaskemaskin som går i stykker.

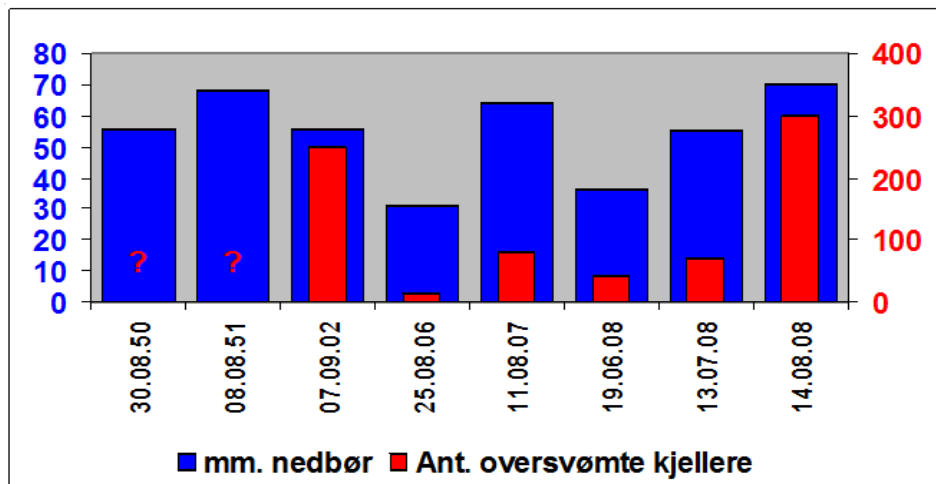
I dette tilfellet må eldre vanninstallasjoner byttes hvis de er i dårlig forfatning. Stengeventiler på maskinene er nødvendig, og skal være stengte når maskinene ikke er i bruk. (Fredrikstad kommune 2007)



4.6 Ansvarsfordeling

Når det gjelder kjelleroversvømmelser har både kommunen og huseier et ansvar for å hindre at det skjer. Kommunens ledninger skal være riktig dimensjonert slik at ledningsnettets ikke blir overbelastet ved normalt forekommende regn. Drift og vedlikehold av ledningene er også kommunens ansvar. Kommunen skal gi opplysninger til huseier dersom de skal legge om fellesavløpsnett til separatavløpsnett slik at huseier også kan separere overvannsledning og spillvannsledning.

Huseier skal sørge for at ledningsnettets på sin eiendom er godt vedlikeholdt, og ha anordninger for å hindre at vann trenger inn i kjelleren. Dersom huseier foretar endringer på eiendommen er det kommunen som skal godkjenne dette. Kommunen kan ikke holdes ansvarlig for vannskader i kjellere hvor det er ulovlig innredet. Ved ulovlige kjellere blir skadeomfanget mye større enn den ville blitt uten innredningen.



Figur 13: Antall oversvømte kjellere og mengden med nedbør skjedd i Fredrikstad kommune.

Som figuren viser har det skjedd mange kjelleroversvømmelser, og det er helt klart en samvirkende årsak til dette, samtidig er det tiltak man må gjøre og svakheter som må lokaliserings på ledningsnettets.

Etter forurensningsloven har ikke kommunen ansvar for skader skjedd som følge av feil eller mangler ved abonnentens egen stikkledning. Inntrengning av vann fra vei, gårdsplass eller terreng inn i de skadede kjellere er huseierens ansvar.

Når det er en kombinasjon av en skade, altså feil og mangler ved egen stikkledning, inntrengning av overflatevann er det abonnenten som har ansvaret, og ved oppstuvning er det kommunen som har ansvaret. Da er det en samvirkende årsak og begge partene har et ansvar.

Ansvarsfraskrivelse kommer til anvendelse dersom eiendommene ikke tilfredsstiller gjeldende krav til overhøyde over topp hovedledning på 900 mm. Eier er ansvarlig for at anlegget er i forskriftsmessig tilstand, gjeldende bestemmelser må bli fulgt. I følge bestemmelsene skal høydekrav bli fulgt, selv om det skulle ha vært gjeldende et mindre høydekrav på det tidspunktet eiendommen ble tilknyttet nettet.

Kommunen bruker blant annet TV- inspeksjon av det kommunale avløpsnett, og foretar kapasitetsberegninger for å utrede årsaksforholdet.

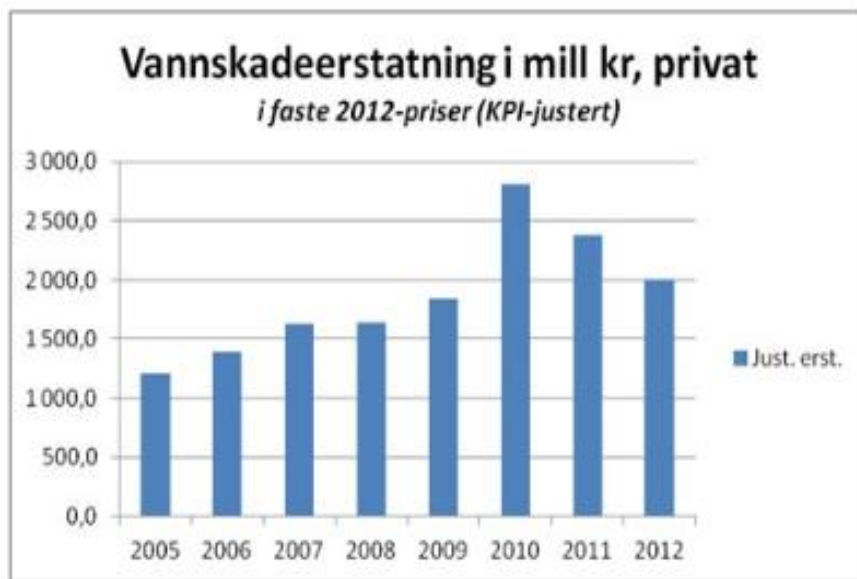
Forsikringsselskapene dekker som oftest alt av skader som skjer av vannskader. Skader ved kjelleroversvømmelser som er forårsaket av normalt regn eller snøsmeltinger er det kommunen som dekker siden det er det kommunale ledningsnett som ikke har klart å drenere unna. Forsikringsselskapene dekker også skader forårsaket av ekstreme nedbørsmengder, det som det kommunale avløpsnett ikke har klart å ta unna. Hendelser som betegnes som ekstreme kan ikke kommunen bli holdt ansvarlig for, men det er slike hendelser som forsikringsselskapene krever regress for. Forsikringsselskapene er opptatt av at de skal ha fornøyde kunder, og utbetaler de som er av skadekostnader. Ved store nedbørshendelser hvor de har fått inn mange skader, er det kommunen som blir holdt ansvarlig for å ikke ha tilstrekkelig avløpsnett. Som nevnt tidligere har dette skjedd etter store nedbørshendelser både i 2002 og fra 2006-2008. Det er 3 års frist fra skadedato å sende inn regressvarsel til kommunen. (Fredrikstad kommune 2007)

4.7 Kostnader

Forsikringselskapene rapporterer om rekordstore erstatninger de siste årene etter vannskader i norske hjem. Tall fra Finansnæringens Fellesorganisasjon (FNO) viser at i 2009 da ble det utbetalt mer enn 1,7 milliarder kroner. I følge FNO har det vært en klar økning de siste årene, beregninger som de har gjort viser at det oppstår en vannskade i hus, leiligheter eller hytter hvert tiende minutt.

Kostnader relatert til kjelleroversvømmelser kan fort bli store, en kjelleroversvømmelse koster i gjennomsnitt mellom 200 000 og 300 000 kroner. For forsikringselskapene blir det ganske store summer når det skjer opp mot 300 oversvømmelser i løpet av en ganske kort periode, slik det skjedde sommeren 2008.

Det er helt klart at klimaet har endret seg, og at dette kommer til å fortsette i form av blant annet mer nedbør framover. Dermed kan boligforsikringene bli mye dyrere enn det de er i dag. Utbetalingene som skyldes dårlig avløpsnett har økt kraftig de siste årene, og kommer antakeligvis til å øke ytterligere. I følge Gjensidige kan vannskadene øke med minst 40 % de neste tiårene, og det kan bli slik at forsikringselskapene kan si nei til å forsikre hus i kommuner og områder hvor det ikke tas gode nok forholdsregler. (Ødegaard 2012)



Figur 14: Oversikt over vannskader de siste årene. Dette er alle typer vannskader, og ikke bare vannskade etter kraftig nedbør.

Forsikringselskapene dekker alle slags vannskader, dermed er det ikke lønnsom virksomhet for selskapene. Om denne trenden fortsetter vil forsikringselskapene nødt til å kreve større premier for forsikring av bolig.

5 Metode

5.1 Metode for innsamling av skadedata

Forsikringsselskapene fører vanligvis skaderapporter når en skade inntreffer, og disse rapportene sender de igjen til kommunen ved regresskrav. I denne oppgaven er det brukt skaderapporter fra If og Sparebank 1, som tidligere nevnt fra perioden 2006-2008. Disse skaderapportene som var gjort tilgjengelig for denne oppgaven ble lagt inn i Gemini VA for å få oversikt over hvor skadene hadde skjedd. Kommunen registrer også kjelleroversvømmelser inn i Gemini VA og dermed med var det noen adresser som lå inne i programmet med tidligere skader.

Etter at skadene var lagt inn i Gemini VA kunne man se hvilke områder hadde flest skader, og hvor mange kjelleroversvømmelser enkelte eiendommer hadde hatt.

Det ble arbeidet med totalt fem permer, tre fra forsikringsselskapet If og to fra forsikringsselskapet Sparebank 1, disse ble gjennomgått grundig for å kunne få oversikt over hvordan de var skrevet. Hver skaderapport ble lagt inn i Excel regneark for å systematisere og kategorisere skadene.

Skadene ble systematisert på følgende måte:

- Hvor hadde skaden skjedd, adresse?
- Når hadde skaden skjedd, dato?
- Hvilken type eiendom, enebolig, tomannsbolig eller rekkehus?
- Hvilke tilkoblingssystem, felles eller separatavløpssystem?
- Hvordan vann hadde kommet i kjelleren, overvann eller spillvann?
- Innredet, delvis innredet eller uinnredet kjeller?
- Skadekostnadene?
- Hvor mange cm med vann kommet inn i kjeller?
- Antall oversvømmelser tidligere?

Det var som sagt tidligere litt over 200 skadesaker opprinnelig i skaderapportene, men på grunn av mangel på nok informasjon til punktene overfor ble dette minket til 172 rapporter. Det var viktig å ha nok informasjon til alle punktene overfor for å kunne bruke disse videre, og kunne analysere de i lys av parameterne.

Rapportene ble gjennomgått et par ganger først for å finne ut hvordan de var formulert, og hva de inneholdt slik at man kunne finne fellestrekk, og dermed utelukke de som manglet opplysninger.

Ved hjelp av Gemini VA fant jeg ut om eiendommene var tilknyttet felles eller separatavløpssystem på det tidspunktet da skadene skjedde. Inn i Gemini kan man finne ut om tilkoblingssystemer som er lagt ned eller er erstattet, og dette ble gjort for hvert enkelt hus. På denne måten kunne man se hvor mange eiendommer var tilkoblet til hvilket avløpssystem. En annen opplysning som manglet også noen steder i rapportene var hvilke type boligen var, dette fikk ut også vite ut i fra Gemini. Ved hjelp av Gemini kunne man også finne ut byggeåret på eiendommene, og da kunne man finne ut hvilke regler som gjaldt da med hensyn på overhøydekrav, og dimensjoneringskrav på ledningene. Man kan også finne ut dimensjoner på ledningene som er i området.

Etter at alt data var skrevet inn i Excel, ble det brukt pivottabeller for å systematisere skadene for å kunne analysere skadeomfanget og vannskadene i lys av parameterne nevnt overfor. På denne måten kan man karakterisere skadene for å kunne se en sammenheng mellom dem og hyppigheten. Disse parameterne overfor kan gjelde hvor som helst i landet og ikke bare i Fredrikstad kommune, dermed kan man se om det er noe som kan gjenta seg også andre steder.

Man kan for eksempel finne ut om det er større mulighet for kjelleroversvømmelser når huset er tilkoblet fellesavløpssystem, eller at er større skader ved innredet kjellere. Hvordan vannet har kommet inn er også en viktig faktor, ved vanninntrenging via sluk kan man si noe om det er spillvann eller overvann. Til denne delen ble det altså brukt Gemini VA og Excel regneark.

5.2 Metode for sammenligning med tidligere modeller

Flere studenter har skrevet master-oppgave om Fredrikstad kommune og spesielt Veum-området. Problemstillingene for alle har vært kjelleroversvømmelser i området og hvilke tiltak man kan gjøre for å redusere skader forårsaket av kjelleroversvømmelsene.

En viktig del av oppgaven min er å sammenligne disse modelleringene foretatt av ledningsnettets med de virkelige nedbørhendelsene.

De skaderapportene som blir sett på i denne oppgaven gjelder skader som har skjedd i hele Fredrikstad, og er hendelser som kunne ha skjedd hvor som helst i landet. Det er flere nedbørshendelser fra ulike perioder som blir nevnt i denne rapporten, men siden det var flest skader den 14.08.2008 og nedbørsmengden og intensiteten var høyst, blir det sett på denne nedbøren når det skal sammenlignes med de tidligere modellene som er kjørt på ledningsnettets.

Fredrikstad kommune har flere målestasjoner for nedbør, og det er litt forskjellig hvordan disse måler nedbøren, ikke alle er like pålitelige da det av flere grunner kan noen ganger være avvik på registrert nedbørsmengde. Noen målestasjon kan være ut av drift for noen timer, og dermed ikke registrere alle timene med nedbør, og gi ulike målinger.



Figur 15: Oversikt over hvor nedbørmålerne til Fredrikstad kommune er plassert. (Fredrikstad kommune)

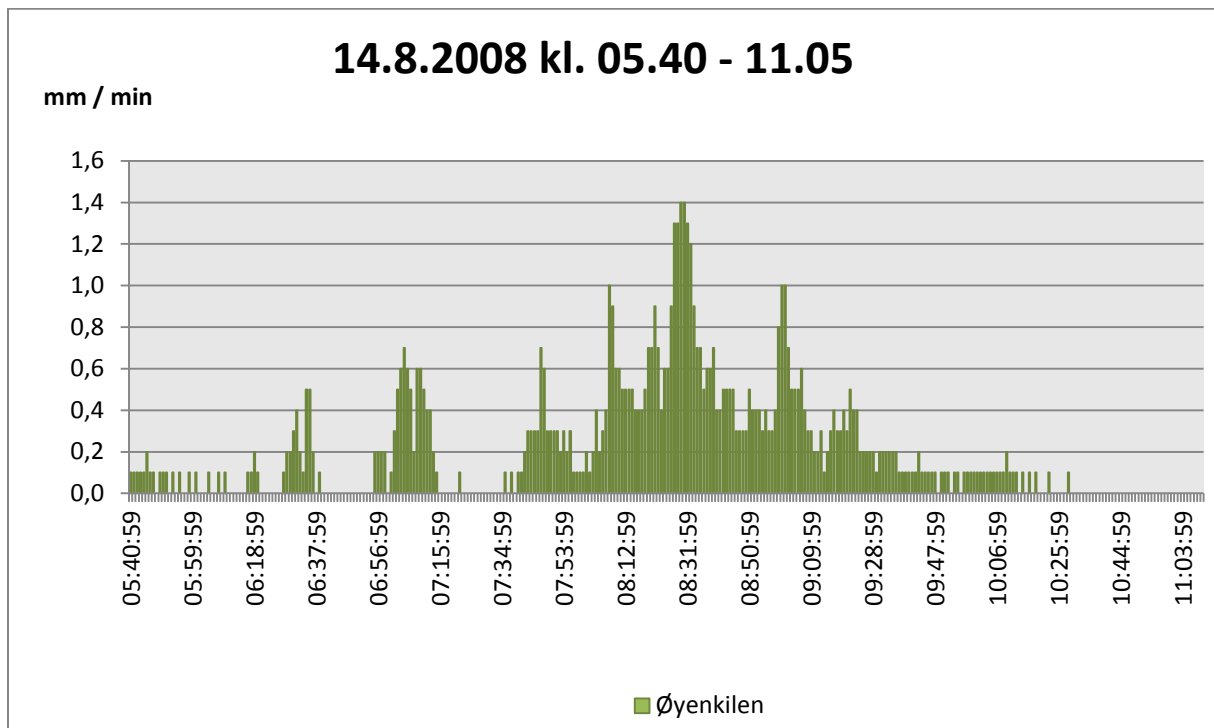
Disse nedbørmålerne er plassert både innenlands og langs kysten. I denne oppgaven blir det brukt nedbørsdata fra Øyenkilen, da denne målestasjonen har målt minuttverdier fra 14.08.2008 og i følge kommunen er den med mest pålitelige målinger. IVF-kurvene brukt i denne oppgaven er basert på målestasjonen som ligger på Øyenkilen. Denne målestasjonen ligger litt unna de områdene som har opplevd mange kjelleroversvømmelser, men på grunn av mer nøyaktige målinger blir dette brukt videre.

Avvik som kan komme i denne oppgaven i forhold til de oppgavene hvor de har modellert områdene er at de har brukt nedbørmålinger fra andre målestasjoner og litt eldre nedbørsdata hvor det kanskje ikke var så intense nedbørshendelser.

5.2.1 Kapasitet på det kommunale anlegget

For å kunne si noe kapasiteten til det kommunale anlegget er det flere faktorer man må se på, og intensitet og varighet på nedbøren noe av de viktigste. Intensitet er et mål på nedbørsmengden som faller i løpet av et bestemt tidsrom, og varigheten sier noe om hvor lang tid det faller nedbør med en bestemt intensitet og varighet. En nedbørsmengde med en viss intensitet og varighet forteller oss hvordan kapasiteten er på ledningsnett, men denne kapasiteten er også avhengig av avrenningssituasjonen. Et område med tette flater vil ha en avrenning som er større et område med naturlige vegetasjonsområder.

Det regnet som falt den 14.08.2008 hadde stor intensitet på forholdsvis kort tid, med et for-regn og deretter hoved-regnet som varte i ca. 2 timer.



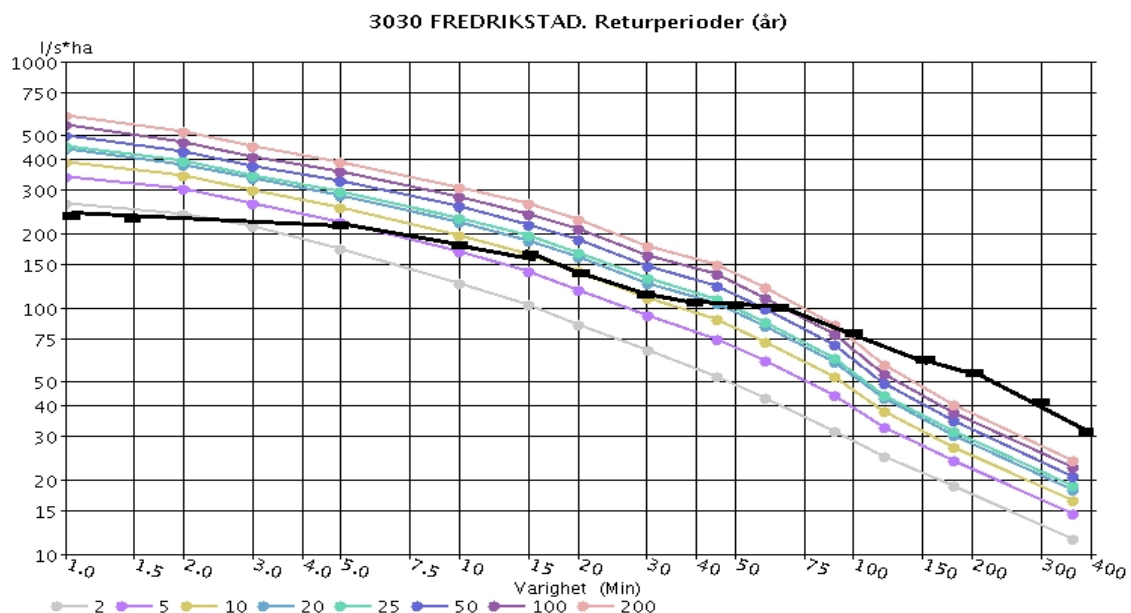
Figur 16: Regnvarighet mm/min på ulike tidspunkter på dagen da det regnet mest. På det meste regner det 1,4 mm/min og minst når det regner 0,1 mm/min. Fredrikstad kommune.

Det regnet ca. 70 mm med nedbør på seks timer, mest intens var det fra kl. 08.00 til kl. 09.30. Regnet begynte som ett års regn, deretter bygget seg opp til 5-års og sett i gjennomsnittet og ut i fra IVF- kurven kom regnet til å være over 100 års fra første time til den sjetten timen.

Minutt	mm	l/s ha
1	1.40	233.3
5	6.75	225.0
10	11.1	185.0
15	14.4	160.0
20	17.7	147.5
30	23.2	128.9
40	24.7	102.9
50	30.5	101.7
60	37.4	103.9
70	41.6	99.0
80	44.2	92.1
90	46.4	85.9
120	53.3	74.0
180	62.1	57.5
360	70.2	32.5

Tabell 3: Oversikt over hvor mange mm med nedbør som falt i løpet av totalt 360 minutter, og det gjort om til l/s ha for å kunne sette det inn i IVF-kurven.

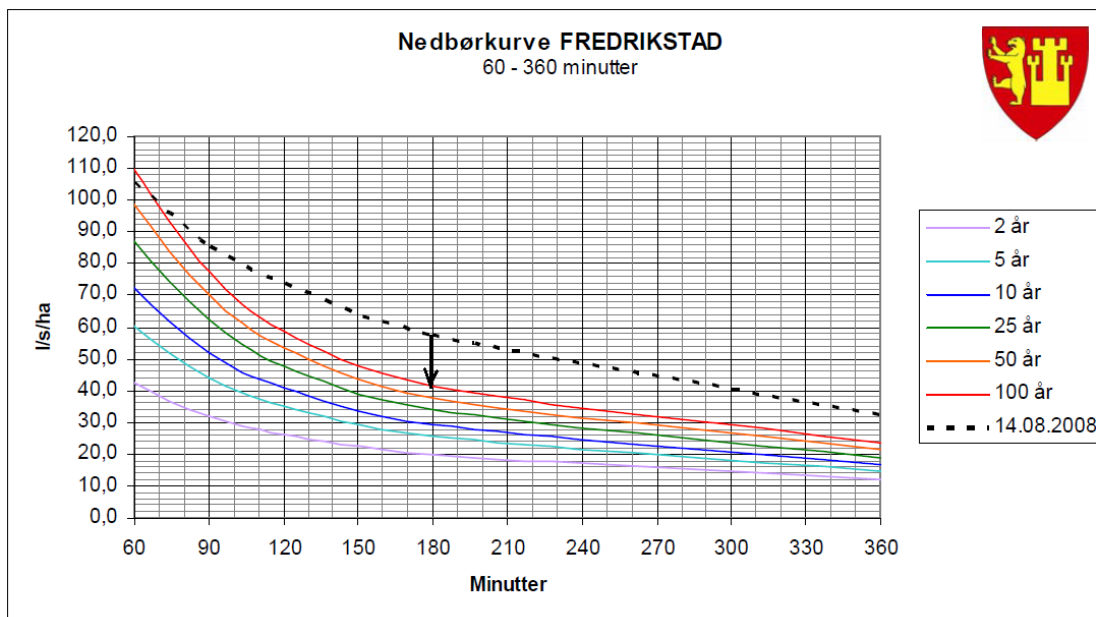
Når man skal legge inn verdiene fra en måleserie legger man inn maksimalverdier for forskjellige tidspunkter, for dermed å kunne avgjøre regnintensiteten for en lengre periode av dagen.



Figur 17: IVF-kurve for Fredrikstad, det som er markert med svart er nedbørshendelsen den 14.08.2008 med nedbør registrert på Øyenkilen, dette er tegnet inn i eksisterende IVF-kurver som finnes for Fredrikstad. (eklima.no)

Varighet er viktig når man ser på nedbør, det kan regne et 100 års regn i 5 minutter, men det vil ikke si at denne nedbøren som varer i så kort tid vil føre til mange oversvømmelser. Varighet er viktig for å vurdere om det blir oppstuvning i et avrenningsområde. Ved for kort varighet vil ikke områdene lengst vekk fra målepunktet rekke å bidra til avrenning før det har sluttet å regne. Varigheten må være større eller lik konsentrasjonstiden til området, for at det skal ha noen konsekvenser. Konsentrasjonstiden til et område er den tiden det tar for en regndråpe som faller i det fjerneste punktet i området for å komme fram til punktet hvor denne vannmengden kan måles.

Denne konsentrasjonstiden er avhengig av områdets helning på bakken, type avrenningsforhold og tilbakeholdelse på overflaten.



Figur 18: IVF-kurve for Fredrikstad, den svarte linjen representerer nedbør den 14.08.2008, og den svarte pilen over 180 minutter er der det er størst avstand til resten av kurven, dermed størst mulighet for kjelleroversvømmelser. (Fredrikstad kommune 2008)

Man kan gjøre en forenklet utregning for hvor stor økning man kan forvente i nedbørsmengden om 100 år, og dette tatt utgangspunkt i regnet som falt 14.08.2008 ved 10 minutters varighet med ganske høy intensitet. Deretter en utregning ved 10 minutters varighet for Fredrikstad kommune som i dag dimensjonerer for 25 års regn ut i fra IVF-kurver.

Begge tilfellene er ikke helt realistiske da den ene er fra et ekstrem tilfelle og dermed ikke presentabel for en hel periode, og det andre tilfellet fra IVF-kurven som igjen er underestimert siden det er fra en periode med få store nedbørshendelser

For nedbøren som falt 14.08.2008:

Regnet som falt 14.08.2008 hadde høy intensitet og når man ser på nedbøren ved 10 minutters varighet var det 185 l/s*ha. Sammenligner man denne intensiteten med returperioder for Fredrikstad ved 10 minutters varighet ligger dette mellom 5 og 10 års gjentaksintervall.

Hvis man skal vurdere hvordan IVF-kurven blir for Fredrikstad om 100 år kan man se på forandring (%) i antall dager med mye nedbør og relativ endring (%) i nedbørsmengden på dager med mye nedbør som kommer fram i klimaframskrivingene for Østfold. Tidligere nevnt i tabell 3 vil det for Østfoldregionen være en økning på 120,8 % i antall dager med nedbør, og 26,2 % økning i mengde nedbør på dager med mye nedbør.

Ved en tilnærming vil nedbøren som falt den 14.08.008 være rundt et gjentaksintervall på 10 år etter 10 minutter, og for å finne ut hvor mye nedbøren kan øke om 100 år med utgangspunktet i denne intensiteten kan man finne det ut på følgende:

Tilnærmet 10 års regn med 10 minutters varighet = 185 l/s* ha

Antall hendelser med intensitet lik eller høyere enn intensiteten til et regn med 10-års gjentaksintervall, som kan skje i en 100 års periode er lik 10.

Antall hendelser som kan skje ved en økning på 120,8 % i antall dager med mye nedbør

$$\left(\frac{10 * 120,8}{100}\right) + 10 = 22,08$$

Tilsvarende gjentaksintervall ved 22,08 hendelser i løpet av 100 år

$$\frac{100}{22,08} = 4,5 \text{ års gjentaksintervall}$$

Intensiteten til et regn med 10 års gjentaksintervall ved 26,2 % økning i regnintensitet i år 2070-2100:

$$\left(\frac{185*26,8}{100}\right) \frac{l}{s} ha + 185 \frac{l}{s} ha = 235 \frac{l}{s} ha$$

Det vil si at et 10 minutters regn med 4,5 års gjentaksintervall vil ha en intensitet på 235 l/s ha i år 2070-2100. Dette tilsvarer et regn mellom 25 og 50 års gjentaksintervall i dag. (data brukt i denne oppgaven er verdier fra 14.08.2008 og sammenlignet med IVF-kurven og intensiteten som finnes i dag for Fredrikstad kommune)

Denne metoden viser hvor store endringer det vil være i framtiden, og med enda større grad av urbanisering og befolkningsvekst vil det være store utfordringer tilknyttet til overvann. Denne metoden tar for seg verste tenkelig scenario, men kan allikevel gi et bilde av hvordan nedbøren kan endre seg.

(Jacob Myking 2012 har også brukt denne metoden for å komme fram til klimatillegget på 50 % som han har brukt videre i oppgaven sin).

For Fredrikstad kommune:

Fredrikstad kommune bruker nå 25 års gjentakintervall som grunnlag for dimensjonering av nye avløpsledninger. Kommunen dimensjonerer for en 100 års periode, man kan ta samme beregning for å finne ut hvordan nedbøren kan endre seg om 100 år ved å ta utgangspunktet i dagens IVF-kurve for 25 års gjentakintervall.

Dagens intensitet ved et 25-års regn med 10 min varighet = 229,3 l/s ha

Antall hendelser med intensitet lik eller høyere enn intensiteten til et regn med 25-års gjentakintervall, som kan skje i en 100 års periode er lik 4.

Antall hendelser som kan skje ved en økning på 120,8 % i antall dager med mye nedbør

$$\left(\frac{4 * 120,8}{100}\right) + 4 = 8,8 \text{ hendelser}$$

Tilsvarende gjentakintervall ved 8,8 hendelser i løpet av 100 år

$$\frac{100}{8,8} = 11,36 \text{ års gjentakintervall}$$

Intensiteten til et regn med 10 års gjentakintervall ved 26,2 % økning i regnintensitet i år 2070-2100:

$$\left(\frac{229,3 * 26,8}{100}\right) \frac{1}{s} \text{ ha} + 229,3 \frac{1}{s} \text{ ha} = 290,7 \frac{1}{s} \text{ ha}$$

Det vil si at en 11,3 års gjentakintervall vil ha en intensitet på 290,7 l/s ha i år 2070-2100. Når man sammenligner denne verdien fra verdien i IVF-kurven for Fredrikstad ligger dette på dagens gjentakintervall mellom 100- og 200 år. Dette er som sagt tidligere tatt utgangspunkt i verste tilfellet, men ingen vet hvordan klimaet kan forandre seg i framtiden. Man vet ut i fra statistikken de siste årene at nedbørsmengdene har øket mye, og at dette kan bare øke mer i framtiden.

Gj.intervall	Intensitet	Ant.hendelse	Ny gj.intervall	Endring i ant. Hendelse	Ny intensitet
10	185	10	4.5	22	235
25	229	4	11.3	8.8	290

Tabell 4: Oversikt intensitet og antall hendelser i løpet av 100 år ved gitt gjentakintervall. Deretter endringene som skjer når man legger til prosentvis endring som vist i utregningen over, og dette er hva kan forvente av intensitet og antall hendelser for perioden 2070-2100 med utgangspunkt i klimaframskrivninger. Verdiene er for 10- og 25 års gjentakintervall som er fra to forskjellige kurver, men man kan se at økning i antall hendelser er proporsjonal med nedbørsøkningen, altså intensiteten.

5.2.2 Beregning av antall oversvømte kjellere i problemområdet

Master-oppgavene som er skrevet tidligere rundt dette, har alle brukt regn som er konstruert ut i fra IVF-kurver. Dataene er basert på virkelige regnhendelser i Fredrikstad kommune i perioden 1970-1995.

De tidligere master-oppgavene har tatt utgangspunktet en nedbør med konsentrasjonstid på 70-minutter. Oppgavene hvor det har blitt modellert er på grunnlag av forskjellige regnintensiteter, for å finne ut kapasiteten på det kommunale anlegget, nærmere bestemt i Veumområdet for disse oppgavene. De har modellert på hensyn på 10, 20, 50 og 100 års regn med et klimatillegg for å se hvordan ledningsnettet reagerer på de forskjellige regnintensitetene og hvor mange kjelleroversvømmelse som skjer som følge av disse endringene gjort underveis.

De har modellert ledningsnett, og lagt inn nedbørsverdier ved bruk av et symmetrisk regnhyetogram. Konstruksjon av et symmetrisk regnhyetogram kan gjøres ved å bruke IVF-kurver for Fredrikstad kommune direkte og deretter lese av verdiene for det gjentaksintervallet man ønsker. Når man har lange tidsserier og historiske regn kan man belage seg på at det finnes en mengde data med god kvalitet.

De tidligere master-oppgavene har hatt fokus på å finne problemområder i Veumdalen, og gjort beregninger for hvor mange kjellere som blir berørt av oppstuvning. I denne oppgaven er det skader skjedd i Fredrikstad, og et vist antall skader skjedd i Veumdalen. Disse blir sett nærmere på videre for og deretter kunne sammenligne med de tidligere master-oppgavene.

I masteroppgaven til Hval og Køste (2011) har de kommet fram til hvor mange kjellere som blir berørt av oversvømmelse og meter med ledninger med oppstuvning over 0,75 m topp rør, dette for gjentaksintervallene 10, 20 og 50 år med varierende klimatillegg. Meter ledning med trykkehøyde over 0,75 m topp rør er 677 m på 10 års regn, og øker til 6296 m på 50 års regnet med et klimatillegg på 50 %. Dette er en økning med 177 %, som igjen kan føre til at det blir ca. 220 kjelleroversvømmelser. Ut i fra denne beregningen er antall hus som får oppstuvning en god indikasjon på hvor mange meter det er mellom hver stikkledning, noe som kan stemme godt overens med virkeligheten. (Jacob Myking 2012)

De ulike master-oppgavene har brukt ulike metoder for videre beregninger i modellene sine. Jacob Myking har modellert ledningsnett med ulike tiltak som han har gjort underveis samtidig som han har lagt til forskjellige gjentaksintervaller med klimatillegg. Hensikten har vært å redusere skadeomkostningene for regn med klimatillegg til det nåværende nivået. Jacob Myking (2012) har valgt to LOD tiltak som tar for seg to hovedprinsipper innen urbanhydrologi, infiltrasjon og fordroyning, og et konvensjonelt tiltak som omfatter utvidelse av rørdiameter. Dette vil bli sett nærmere på når det blir sett på hvilke utbedringstiltak man kan gjøre for å redusere antall kjelleroversvømmelser i området som er berørt.

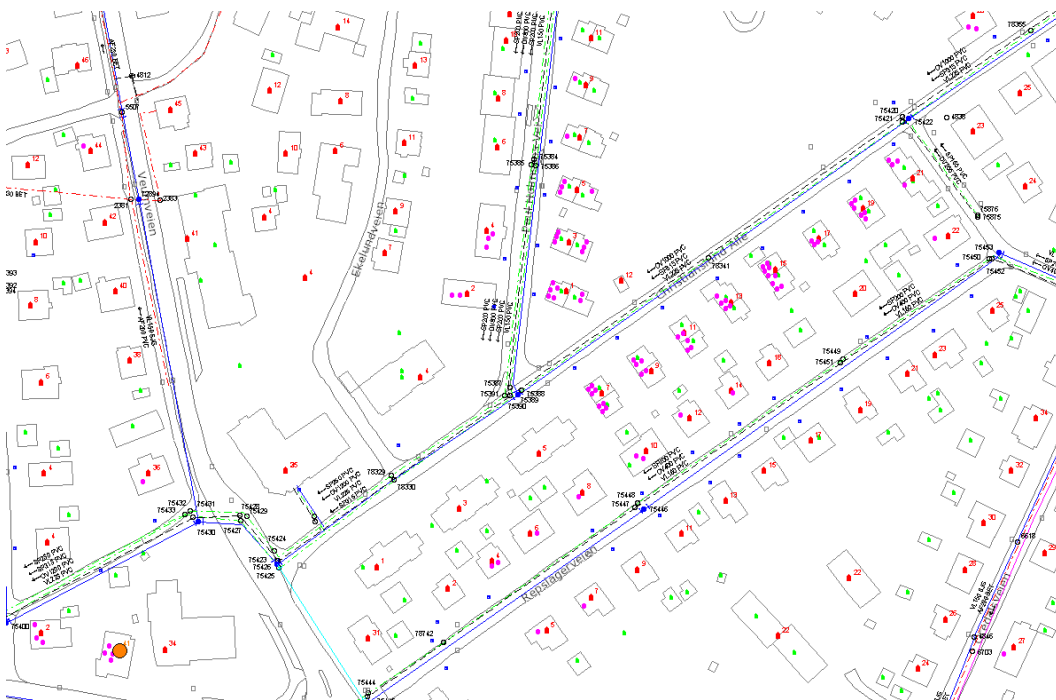
5.2.3 Skader skjedd i nedslagsfelt for Veumbekken

Forsikringselskapene sendte inn skaderapporter for mange områder i Fredrikstad, og et av de problemområdene har lenge vært Veum-området. Området har nå separatavløpssystem, og det har skjedd en del endringer siden de ekstreme nedbørshendelsene i 2007 og 2008. Tiltak med å sanere fellessystemet ble satt i gang og ferdigstilt høsten 2010. (Hovedplan VA)

Området hadde før saneringen fellesavløpsnett for overvann og spillvann som førte til mange kjelleroversvømmelser ved kraftige nedbør. Ledningsnettets var gammelt, hovedtyngde av utbygging var mellom 1950-60 og rundt 1980 og med totalt 70 km kommunale hovedledninger. Avløpsnettets besto av 39 % fellessystem, og separatsystemene i området var ikke virksomme grunnet nedstrøms fellessystem. Avløpet samlet seg i en stor hovedledning langs Veumbekken med videreføring til pumpestasjon nedstrøms planområdet. Området hadde store problemer med overvann grunnet tette masser og stor andel asfalterte grøfter og tette flater. (Norconsult 2007)

Områdene hadde flere driftsforstyrrelser, driftshendelser og registreringer gjort av kommunen viser en bruddprosent for området Christianslund alle omegn på 0,19 brudd per km, mot snittet i Fredrikstad på 0,15 brudd per km. Det har vært problemer i veiene Christianslund alle, Repslagerveien og nede mot Veumveien.

Figuren under ser vi at området har opplevd mange kjelleroversvømmelser, og enkelte eiendommer opp til fem ganger de siste 10 årene.



Figur 19: Oversikt om antall oversvømmelser skjedd i Veumdalen, de rosa fargene viser hvor mange ganger eiendommene har fått oversvømte kjeller. Figuren er fra Gemeni VA, Fredrikstad kommune.

5.2.4 Eiendommer berørt ved nedbørshendelsene

Det er mange eiendommer som er berørt av nedbørene som har skjedd i årene 2006-2008, og i denne rapporten blir de som forsikringsselskapene har krevd regress for tatt opp videre for vurdering av ledningsnett.

I tabellen nedenfor er det de områdene som blir sett på videre for så å kunne sammenligne skadene med de tidligere master-oppgavene hvor de har modellert.

Adresse	Overhøyde	Dimensjon på ledning	Type avløpssystem	Anleggs-år
Christianslund alle 7A	-	530	Fellesavløpssystem	1951
Christianslund alle 9	68	530	Fellesavløpssystem	1951
Christianslund alle 11A	70	530	Fellesavløpssystem	1951
Christianslund alle 20	-	230	Fellesavløpssystem	1958
Knipleveien 41	-	380	Fellesavløpssystem	1945
Repslagerveien 10	18	230	Fellesavløpssystem	1958
Oredalsveien 19	-	230	Fellesavløpssystem	1958
Oredalsveien 29	-	230	Fellesavløpssystem	1958
Oredalsveien 96	-	380	Fellesavløpssystem	1950
Oredalsveien 106	-	380	Fellesavløpssystem	1950
Paul Holmsensvei 1	20	230	Fellesavløpssystem	1995
Paul Holmsensvei 2	12	450	Fellesavløpssystem	1995
Paul Holmsensvei 4	24	450	Fellesavløpssystem	1995
Paul Holmsensvei 9A	-	230	Fellesavløpssystem	1995
Roald Amundsensvei 1	-	200	Fellesavløpssystem	1996
Sponheimveien 17	-	230	Fellesavløpssystem	1964

Tabell 5: Oversikt over hvilke adresser i Veumdalen er berørt av kjelleroversvømmelser og som med i skaderapportene fra forsikringsselskapene.



Bildet viser Veum-området, rød farge er eiendommer som har opplevd oversvømmelse i kjellerne sine. (Google maps)

5.2.5 Kapasitet på det kommunale avløpet i dette området

Avløpsledningene er dimensjonert slik at de skal kunne transportere flommer forårsaket av nedbør. Bruk av dataverktøy til dimensjoneringsberegninger ble tatt i bruk på midten av 1990 tallet. Fredrikstad kommune har fulgt de sentrale dimensjoneringskravene som har vært gjeldende for dimensjonering av avløpsnett.

Følgende praksis er lagt til grunn for dimensjonering av ledningsnett i Norge:

1960- 1-2 års regn, 1970- 5 års regn, 1979- 2-10 års regn, 1998-NS752-4 og 2006-NORVAR

Adresse	Byggeår	Overhøydekrav gjeldende da	Gjentaksintervall på tilkoblingssystemet
Christianslund alle 7A	1951	120(50 dersom sluket kunne stenges med ventil)	1-2 års regn
Christianslund alle 9	1951	120(50 dersom sluket kunne stenges med ventil)	1-2 års regn
Christianslund alle 11A	1951	120(50 dersom sluket kunne stenges med ventil)	1-2 års regn
Christianslund alle 20	1968	120(50 dersom sluket kunne stenges med ventil)	1-2 års regn
Knipleveien 41	1943	30	1-2 års regn
Repslagerveien 10	1940	30	1-2 års regn
Oredalsveien 19	1992	90	2-10 års regn
Oredalsveien 29	1992	90	2-10 års regn
Oredalsveien 96	1942	30	1-2 års regn
Oredalsveien 106	1950	120(50 dersom sluket kunne stenges med ventil)	1-2 års regn
Paul Holmsensvei 1	1950	120(50 dersom sluket kunne stenges med ventil)	1-2 års regn
Paul Holmsensvei 2	1953	120(50 dersom sluket kunne stenges med ventil)	1-2 års regn
Paul Holmsensvei 4	1953	120(50 dersom sluket kunne stenges med ventil)	1-2 års regn
Paul Holmsensvei 9A	1950	120(50 dersom sluket kunne stenges med ventil)	1-2 års regn
Roald Amundsensvei 1	1884?	----	----
Sponheimveien 17	1969	120(50 dersom sluket kunne stenges med ventil)	1-2 års regn

Tabell 6: Oversikt over hvordan avløpsnett er dimensjonert og med gjeldende regler som gjaldt for den tiden. (Overhøydekrav er hentet fra: Norvar prosjektrapport 2005)

Ut i fra disse opplysningene i tabell 14 kan man finne ut hvordan kapasiteten er for ledningsnett, og det i forhold til dagens dimensjoneringskrav. Ut i fra byggeår for eiendommene kan man se hvilken overhøyde krav som gjaldt da og det igjen i forhold til kravet i dag.

6 Resultater

6.1 Resultat over skaderapportene og parameterne

Av de skadene som ligger i skaderapportene fra forsikringsselskapene har det blitt sett nærmere på hvilket system disse skadestedene er tilkoblet til, fellessystem eller separatsystem.

Fredrikstad kommune begynte saneringen av fellessystemet rundt 1960, altså å separere overvann og spillvann. Andelen av fellessystem har dermed vært synkende i de senere år.

Fellessystemet har en felles ledning for spillvann og overvann, det er en felles ledning for spillvann innenfra bygningen og overvann fra takvann, vann fra sluk på gatene, veger og dreneringsvann.

Alt av vann føres vanligvis til renseanlegget i et fellessystem, og når tilrenningen blir stor må en del av tilrenningen avlastes til nærmeste resipient. Det er et regnvanns-overløp som avlaster vannmengden, og denne må fungere tilfredsstillende, ellers blir det tilstopping.

Fordelen med fellesavløpssystem er at det er bare en ledning, og det meste av forurensningen i overvann blir ført til renseanlegget. Det er helt klart flere ulemper ved fellessystem enn fordeler. En av ulempene er at regnvanns-overløpet som avlaster avløpsvannet fører med seg store mengder med forurensninger. De felles avløpsledningene har så stor diameter at det vanskelig oppnår selvrensing ved tørrvær, og dermed blir det avleiringer. Denne avleiringen kan gi større fare for kjelleroversvømmelser i nærliggende bygninger enn i områder med separatsystem.

Separatsystemet har separate ledninger for spillvann og overvann, med spillvann ført direkte til renseanlegg og overvannet til nærmeste resipient. Den store fordelen med separatsystemet er at tilrenningen fram til renseanlegget blir liten, og dette er med på og forbedrer rensingen av spillvannet, og utslipp fra regnvanns overløp unngås.

En svakhet ved separatsystem er feilkobling, noe som vil skape store vanskeligheter. En annen svakhet er hvis spillvannet renner over i overvannsledningen, dette skjer ofte hvis det er brukt felles kummer for spillvann og overvann.

Fellessystem/Separatsystem	Antall eiendom tilkoblet fellessystem/separatsystem
Fellesavløpssystem	123
Separatavløpssystem	49
Total	172

Tabell 7: Tabellen viser antall av hus som er tilkoblet fellesavløpssystem eller separatavløpssystem.

Det er tydelig at det er fellesavløpssystemet som dominerer i de områdene som har opplevd oversvømmelser i kjellere. En stor del av den utbygde VA- infrastrukturen i Fredrikstad er basert på fellessystem. Tabellen over viser at 72 % av ledningsnettet er fellesavløpssystem, og 28 % er separatavløpssystem

Fellessystemet er eldre systemer som ikke er bygd for dagens intense regnvær. Ved kraftig nedbør slik det har skjedd under kjelleroversvømmelsene vil det være mye overvann, og dermed kan dette føre til oppstuvninger i ledningene.

Ved de tilfellene hvor eiendommene er tilkoblet separatavløpssystem er det en ofte overvann som har kommet inn i kjellere, dette enten via drenering eller kjellervegg.

Type tilkoblingssystem	eiendommer	Antall
Overvann		67
Fellesavløpssystem		38
Enebolig		18
Enebolig med hybel.		1
Rekkehus		3
Små hus m/3 boliger		1
Tomannsbolig, horisontalt delt		8
tomannsbolig, vertikalt delt		7
Separatsystem		29
Enebolig		25
Enebolig med hybel.		1
Rekkehus		1
Tomannsbolig, horisontalt delt		2
Spillvann		105
Fellesavløpssystem		85
Enebolig		36
Enebolig med hybel.		2
Rekkehus		17
Stor enebolig		2
Tomannsbolig, horisontalt delt		17
Tomannsbolig, vertikalt delt		11
Separatsystem		20
Enebolig		18
Rekkehus		1
Tomannsbolig, vertikalt delt		1
Totalsum		172

Tabell 8: Oversikt over type bolig som er berørt av kjelleroversvømmelser og hvilken type avløpssystem de er tilkoblet til.

Spillvann er definert som kloakkvann, i rapportene blir det nevnt at vann har kommet som tilbakeslag, men det kommer ikke tydelig fram i alle tilfellene om vannet er kloakkinfisert, dermed kan dette også være en kombinasjon av spillvann og overvann. I denne oppgaven er

alt av vann som har kommet fra sluk definert som spillvann. I rapportene fra forsikringsselskapene blir dette definert som tilbakeslag av kloakkinfisert vann via sluk. Overvann kan være vann som drenering ikke har klart å holde unna, vanngjennomtrengning i dekker og yttervegger.

Som vi ser i tabell 7 over er det flest kjelleroversvømmelser for eiendommene tilkoblet fellesavløpssystem, av de 172 sakene som blir sett på i denne oppgaven er det 123 eiendommer med tilkobling til fellesavløpssystem. Det er 85, altså 49 % med tilfeller hvor det er beskrevet at det er spillvann. For de eiendommene som er tilkoblet fellessystem vil det som er definert som spillvann være en blanding av spillvann og overvann som har kommet ut av sluken.

Tabellen viser at det er 49 tilfeller av eiendommer som er tilkoblet separatsystem, og det er 29 tilfeller hvor det står at det er overvann som har forårsaket kjelleroversvømmelse. Det kommer fram at det er 20 tilfeller hvor eiendommene er tilkoblet separatsystem, og at det er tilbakeslag fra sluk, altså her definert som spillvann.

Totalt er det 38 % hvor det er oppgitt at det er overvann som er årsaken til oversvømmelser, altså overvann kommet andre steder enn via sluken. Det er 61 % hvor det blir oppgitt at det er spillvann kommet som tilbakeslag i sluk. Dette stemmer overens godt overens med at det er betydelig flere eiendommer som har felles tilkoblingssystem.

Disse begrepene er ikke helt konkrete, man vet at ved et separatavløpssystem er det ofte overvannet som fører til oppstuvning, enten det er via drenering eller gjennom dekker og yttervegger. Det er lite opplysninger i rapportene om hvordan vannet har kommet inn i kjelleren, dermed er det som er spillvann er en kombinasjon av både kloakkvann og overvann.

Takvann kan også være en av grunnene til at det blir større mengder med overvann, frakopling av takvann er pålagt i de utsatte områdene og vannet blir nå ført til terreng. Dette pålegget kom i 2009, altså etter denne perioden med ekstrem mye nedbør fant sted. Takvannet ble ført direkte til fellessystemet, og ved mye nedbør var det helt klart et stort bidrag til overvannet

Type bolig-innredet/delvis/ikke innredet	Antall eiendommer
Enebolig	97
Delvis innredet kjeller	15
Ikke innredet	21
Innredet kjeller	61
Enebolig med hybel.	4
Delvis innredet kjeller	1
Innredet kjeller	3
Rekkehus	22
Delvis innredet kjeller	1
Ikke innredet	16
Innredet kjeller	4
(tom)	1
Små hus m/3 boliger	1
Ikke innredet	1
Stor enebolig	2
Ikke innredet	2
Tomannsbolig, horisontalt delt	27
Delvis innredet kjeller	8
Ikke innredet	6
Innredet kjeller	13
Tomannsbolig, vertikalt delt	19
Delvis innredet kjeller	9
Ikke innredet	3
Innredet kjeller	7
Totalsum	172

Tabell 9: Oversikt over type bolig, og om disse er innredet, delvis innredet eller ikke innredet.

I tabellen ser vi at de fleste eiendommene er innredet, det er 97 eneboliger av 172 eiendommer totalt. Av 97 enebolig er det 61 kjellere som er fullt innredet. Disse opplysningene om innredning eller ikke er hentet fra skaderapportene. I Utgangspunktet er det kun 4 eiendommer som står oppført med hybelleilighet.

Opplysningene rundt hvilke eiendomstype vi har med å gjøre er hentet fra Gemini VA. Disse tallene indikerer at det er kun 4 boliger som har registrerte godkjente kjeller, resten er innredet uten at det er registrert hos kommunen. Det er 49 tilfeller med ikke innredete kjellere, og resten er enten delvis eller fullt innredet kjellere. Det er rekkehus som ofte ikke har innredet kjeller ut i fra denne tabellen, deretter er det noen tomannsboliger.

Ved innredning av kjeller skal det søkes om dette slik at kommunen kan vurdere om det er egnet til innredning med hensyn på overhøyde. Eiendommer som har lav overhøyde, altså mindre enn kravet på 90 cm er større utsatt for kjelleroversvømmelser ved kraftig

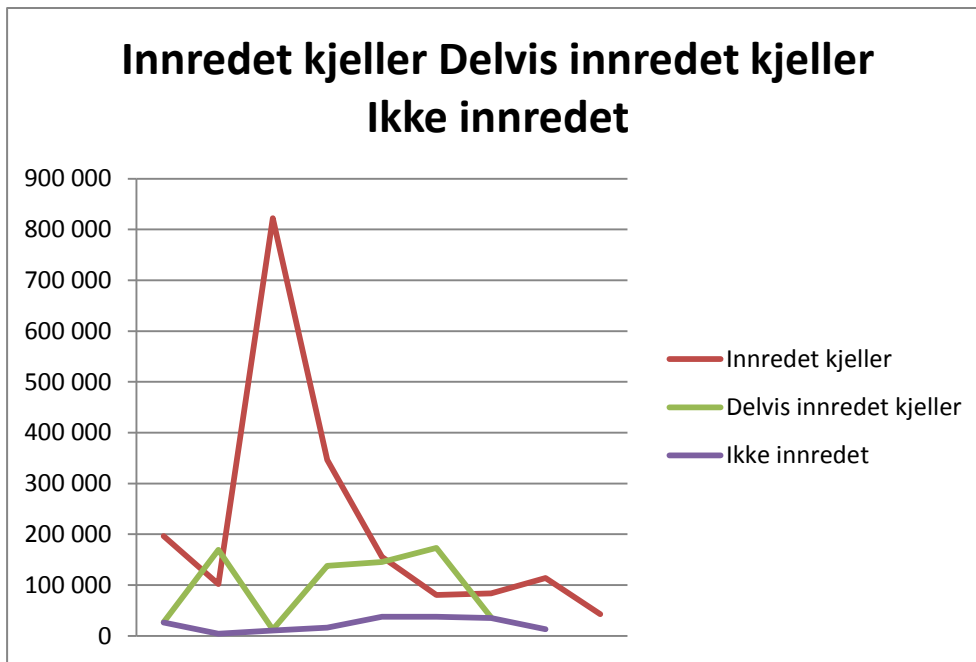
regnhendelser. Skadekostnadene er helt klart større ved innredet kjeller enn ved kjeller som ikke er innredet. Dette er argumentasjoner som kommunen bruker ved ansvarsfraskrivelse.

Innredet eller uinnredet kjeller

Innredet/delvis/ikke innredet	Skadekostnader
Innredet kjeller	196 495
Innredet kjeller	101 714
Innredet kjeller	822 554
Innredet kjeller	346 472
Innredet kjeller	155678
Innredet kjeller	80468
Innredet kjeller	83 547
Innredet kjeller	113 967
Innredet kjeller	42 327
Delvis innredet kjeller	26930
Delvis innredet kjeller	169263
Delvis innredet kjeller	12176
Delvis innredet kjeller	137910
Delvis innredet kjeller	145385
Delvis innredet kjeller	173237
Delvis innredet kjeller	36578
Ikke innredet	26 050
Ikke innredet	4 300
Ikke innredet	10 455
Ikke innredet	16 051
Ikke innredet	37 616
Ikke innredet	37 711
Ikke innredet	34 782
Ikke innredet	13 126
Ikke innredet	14 420

Tabell 10: Oversikt over noen skadekostnader ved innredet, delvis eller ikke innredet kjellere. Disse er hentet fra Excel arket og skaderapportene som har blitt jobbet med underveis i denne oppgaven.

Tabellen viser noen skadekostnader hentet fra skaderapportene, og hvor stor forskjell det er på kostnadene ved innredet kjeller sammenlignet med uinnredet kjeller. Ved innredet kjeller er det kostnader på så mye som kr 822 554, men når det ikke er innredet er det mye mindre beløp, ned til 4300. Disse tallene er veldig individuelle, og det avhenger av om det er store verdisaker oppholdt i kjeller, men skadekostnadene er helt klart mye større når det er innredet kjeller.



Figur 20: Figuren viser hvor stor forskjell det er på kostnader mellom innredet kjeller, delvis eller ikke innredet kjeller.

Tidligere oversvømmelser

Mange eiendommene som har opplevd kjelleroversvømmelser har hatt dette tidligere, noen opp til fire ganger tidligere. Noen av de adressene som blir sett nærmere på i den andre delen av resultatet, og som blir sammenlignet med modellene har også opplevd flere kjelleroversvømmelser.

Adresse	Antall oversvømmelser
Christianslund alle	
9	2
20	2
11A	2
15A	2
7A	2
Knipleveien	
41	2
Oredalsveien	
19	1
29	1
43	3
96	1
106	1
Sponheimveien	
17	1
Repslagerveien	1
10	1
Sponheimveien	
17	1

Tabell 11: Området i Veumbekken som har hatt kjelleroversvømmelser, noen av de flere ganger.

Områdene som har hatt kjelleroversvømmelser flere ganger tidligere er områdene ved Veumbekken og Lisleby. Det er kjente problemområder også for kommunen.

6.2 Sammenligning med tidligere resultater

Resultatene i dette avsnittet er hentet fra master-oppgavene til Hval og Kjøste (2011), Jacob Myking (2012), Halvard Hotvedt Widerøe (2012) og Torbjørn Lothe Vik (2012).

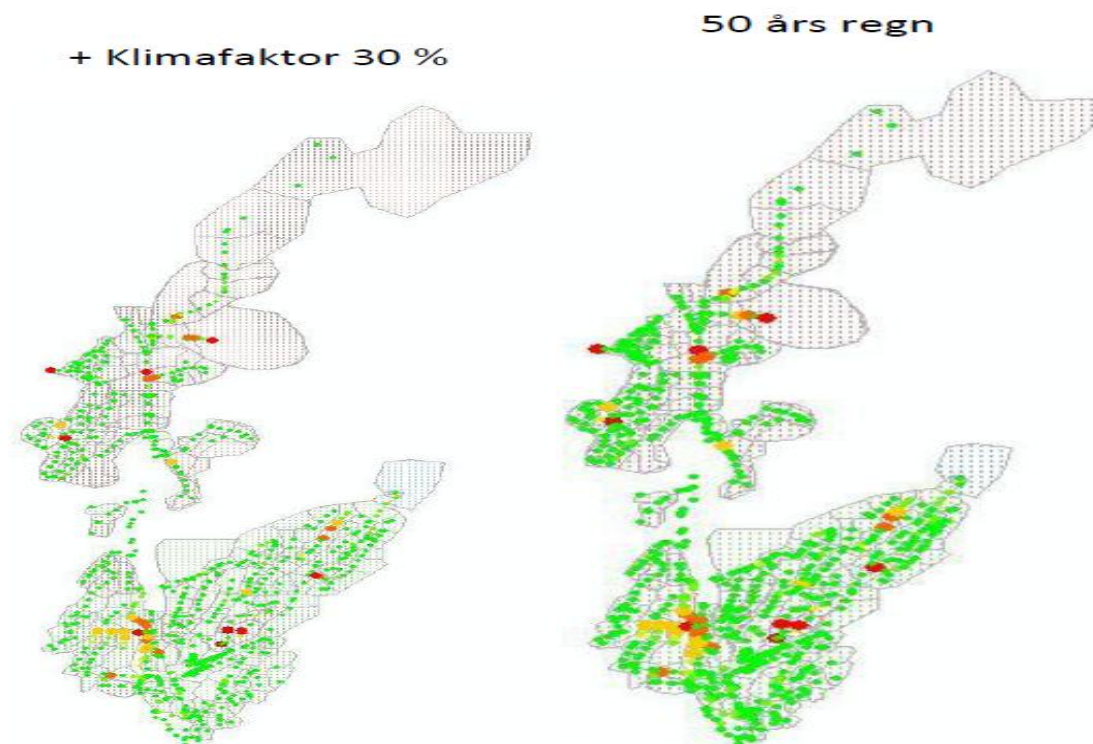
Ved hjelp av master-oppgavene som tar for seg disse områdene, skal det sammenlignes hendelser med de registrerte skadetilfellene. Resultatet som de har fått i oppgavene sine er fra kjøring i modelleringsprogrammet ROSIE over Veum-området som allerede ligger i modellen. Regnhendelsene som er brukt i modellen er konstruerte symmetriske regnhyetogrammer med en varighet på 70 minutter.

De tidligere master-oppgavene tar for seg samme regnhendelser og samme varighet, men de har tatt for seg forskjellige klimatillegg til de varierende gjentaksintervallene.

For å ha en oversiktlig og strukturert sammenligning med de tidligere oppgavene, blir de tatt i hver sin avsnitt.

6.2.1 Sammenligning med modellen til Hval og Kjøste (2011)

Hval og Kjøste (2011) har brukt varierende klimatillegg fra 10 % til 50 % med stigende gjentaksintervall. Ved 10 års regn alene skjer det oppstuvning på over 0,75 m i 12 kummer, og dette fortsetter å stige, ved 10 års regn og 50 % klimatillegg blir det oppstuvning over 0,75 m i 62 kummer totalt. Det er 133 kummer som får oppstuvning ved 50 års gjentaksintervall og med et 50 % klimatillegg. Ut i fra de simuleringene som er gjort tilsvarer et 10 års regn med 30 % klimatillegg dagens situasjon for et regn med 50 års gjentaksintervall.



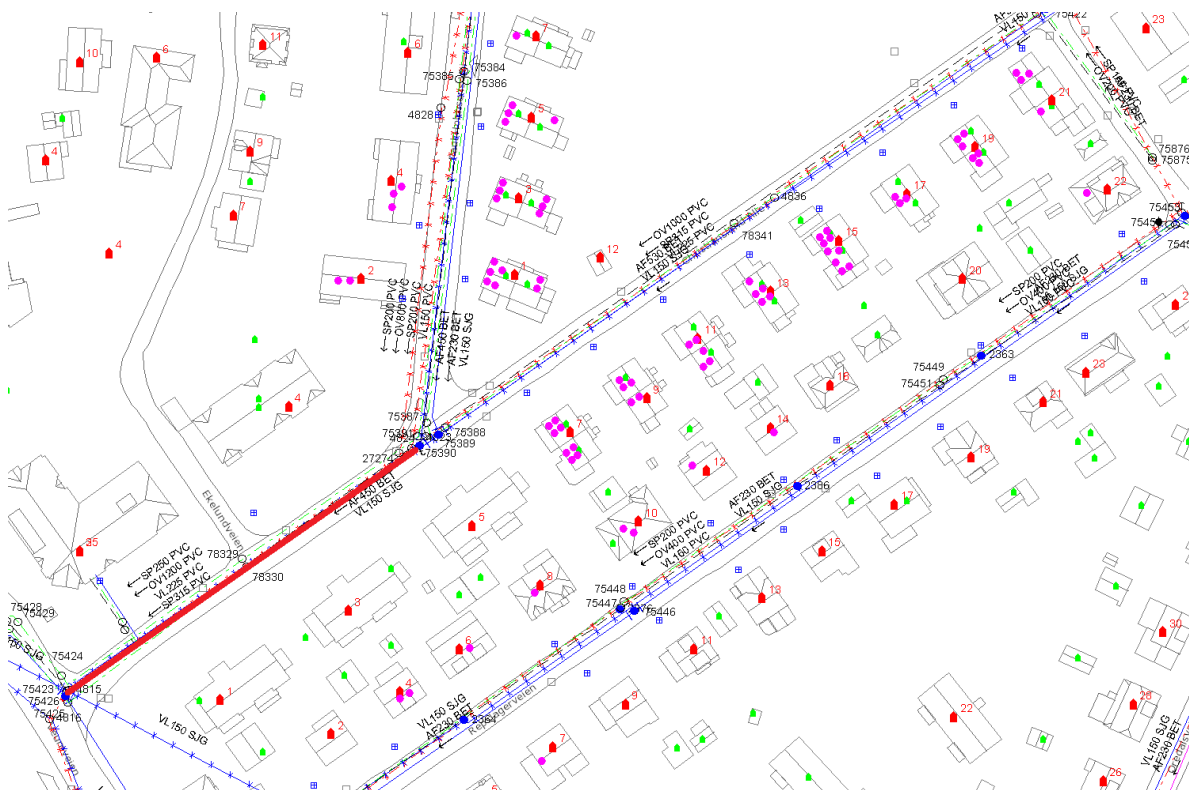
Figur 21: Til venstre 10 års regn med 30 % klimafaktor, og dette tilsvarer dagens 50 års regn. (Hval og Kjøste 2011)

6.2.1.1 Gjennomgang av områdene med problemer

Områdene som har fått kjelleroversvømmelser skal sammenlignes med delområdene som er modellert, for deretter å kunne si noe om kapasiteten til området. Christianslund alle områdene har hatt problemer med kjelleroversvømmelser ganske mange ganger, også i modellene ser det ut som disse områdene har problemer med oppstuvning. I modellene er det tatt med oppstuvning i fellessystem som kan gi avløp inn i kjeller via sluk, og oppstuvning i separatsystem der overvann kan trenge inn i bygg i skjøl mellom kjellergulv og kjellervegg via drenering. (Hval og Kjøste 2011)

Som sagt tidligere er det korte regn som kjøres i disse modellene og med forholdsvis kort varighet, dermed kan regn med lengre varighet gi enda større skade enn de som nevnes her. Vannskader er uansett omfattende og vil føre til fuktskader, og jo lengre regnperioder jo større vil skadene bli.

Christianslund alle og områdene rundt er eldre boliger som vist i tabell 14, de fleste boligene er bygget rundt 1950-tallet. Avløpssystemet for området er også lagt rundt samme tidsperiode, som er gammelt fellessystem av betong. Området har hatt mange kjelleroversvømmelser de siste ti årene. Dette har vært et område som har vært klassifisert som prioritert 1 for utbedring, og som sagt tidligere var ferdig oppgradert i 2010. Disse modellkjøringene og regnhendelsene er for periodene før denne saneringen.



Figur 22: ledningen markert med rød farge har hatt problemer med oppstuvning ved lave gjentakintervall samt tilrenning fra et stort område med mange delfelt.(Hval og Kjøste 2011). Dette stemmer godt overens med alle kjelleroversvømmelene som området har fått.

I oppgaven til Hval og Køste skjer det først kjelleroversvømmelser ved 50 års gjentaksintervall og med 20 % klimatillegg, verst blir det med et 50 års regn og 50 % klimatillegg, da oppstår det 16 kjelleroversvømmelser.

Regnhendelse	Antall kjelleroversvømmelser
50 år	0
50 år + 10 %	0
50 år + 20 %	6
50 år + 30 %	6
50 år + 40 %	7
50 år + 50 %	16

Tabell 12: Antall hus som kan få kjelleroversvømmelser ved 50 års regn og stigende klimatillegg. (Hval og Køste 2011)

Regnhendelsen 14.08.2008 hvor det falt 70 mm med nedbør på seks timer tilsvarer et regn med mye mer enn en 200 års gjentaksintervall hvis man sammenligner med verdier fra IVF-kurven. IVF-kurvene er som sagt tidligere basert på nedbørsverdier fra 1970-1995 og dermed ganske eldre verdier med få store nedbørshendelser, og er underestimert.

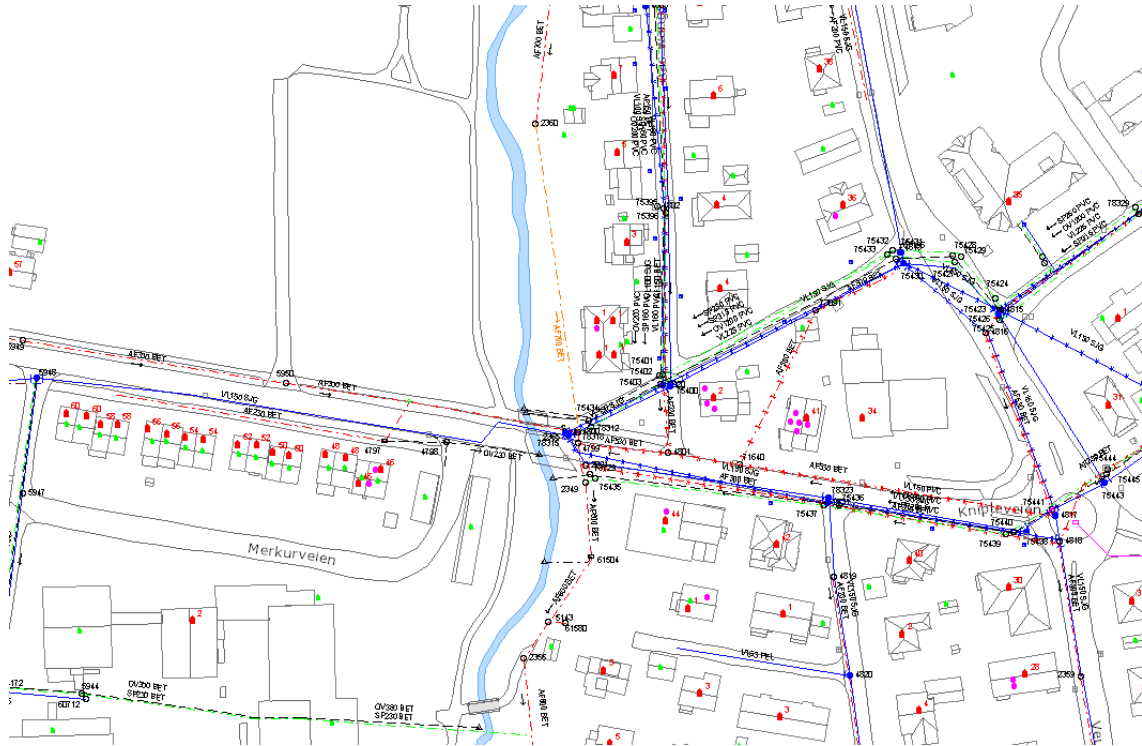
En 50 års regn med 50 % klimatillegg tilsvarer mer enn en 200 års gjentaksintervall. I denne modellen skjer det ikke like mange kjelleroversvømmelser som det har skjedd i virkeligheten. Dette kan skyldes lengden på regnet som er ikke mer en 70 minutter, mens ekstremregnet hadde en varighet på ca. 360 minutter.

Dette området har store avrenningsområder oppstrøms og derfor vil lengden på regnet ha stor påvirkning på konsekvensene. Med stor varighet på nedbøren vil oppstuvning fortsette å spre seg oppover i Christianslund alle. (Hval og Køste 2011)



Figur 23: Trykkehøyde i ledning i Christianslund alle med 50 års regn og 50 % klimatillegg. (Hval og Køste)

Knipleveien er også et område som har opplevd kjelleroversvømmelser som følge av de kraftige nedbørshendelsene. Dette er også et område i modellen som får problemer med oppstuvning tidlig. Anleggsåret for ledningsnettet er 1945, altså ganske gammelt fellesavløpssystem. Med liten dimensjon på ledningen som skal ta av seg avløp og avrenning vil det bli oppstuvning i avløpsledningen i boligfeltet.



Figur 24: Områder ved Knipleveien som har hatt problemer med kjelleroversvømmelser, Knipleveien 41 som er en del skadene fra skaderapporten har hatt kjelleroversvømmelser opp til 3 ganger.

Ut i fra denne figuren overfor ser det ut som det er flere avløpsledninger som føres videre til andre avløpsledninger, og dette i seg selv gjør oppstuvningen verre hvis foregående ledning allerede sliter med oppstuvning.

I Hval og Køste(2011) sin modell skjer oppstuvning allerede ved 10 års regn med et klimatillegg på 20 %, da skjer det 5 kjelleroversvømmelser. Knipleveien opplevde kjelleroversvømmelser både i 2007 og 2008 ved nedbørstilfellene, noe som kan konkluderes med at området er ganske utsatt. På det verste er det 11 eiendommer med fare for kjelleroversvømmelser, da er det en 50 års gjentaksintervall med et klimatillegg på 50 %.

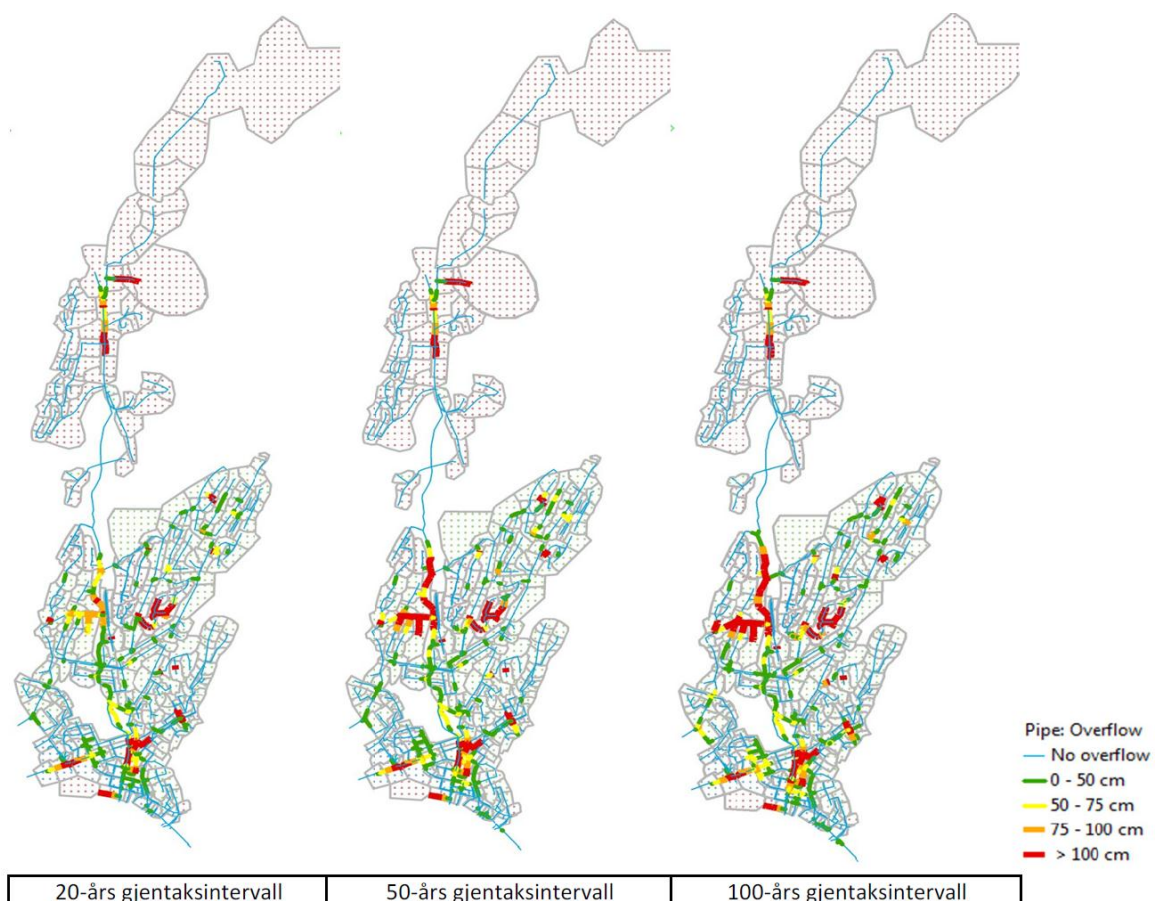
Som sagt tidligere er det eldre boligområder med eldre avløpsledninger, og som vist i tabell 14 var overhøydekravet på den tiden ganske mindre enn det som er kravet i dag. Overhøydekravet på den tiden da de fleste boligene er bygget var på rundt 30 cm, og de dimensjonerte for mye mindre gjentaksintervall enn det som gjøres i dag. Dette er fakta som sier oss at oppstuvning er uunngåelig, også med tanke på urbaniseringen som har skjedd i området og økningen i andel tette flater.

6.2.2 Sammenligning med andre modeller

Jacob Myking (2012) har også sett på Veum-området, og har lagt inn regnhendelser fra 2 års gjentaksintervall og opp til 100 års gjentaksintervall med et klimatillegg på 50 %. Han har sett på hvilke tiltak som kan gi færrest tilfeller kjelleroversvømmelser. Modelloppbygningen har vært normalsituasjon, frakopling av tak, utvidelse av rørdiametre og fordrøyning. Denne framgangsmåten skal gi en vurdering av hvilken metode som gi minst antall kjelleroversvømmelser.

Totalt antall kjellere i Veum-området med potensiell skade er 183 med et gjentaksintervall på 100 år i nåværende situasjon, dette tilsvarer 50 års regn og klimatillegg på 40 % for modellen til Hval og Kjøste (2011). Modellen til Myking (2011) viser også at det er de samme problemområdene som modellen til Hval og Kjøste(2011)

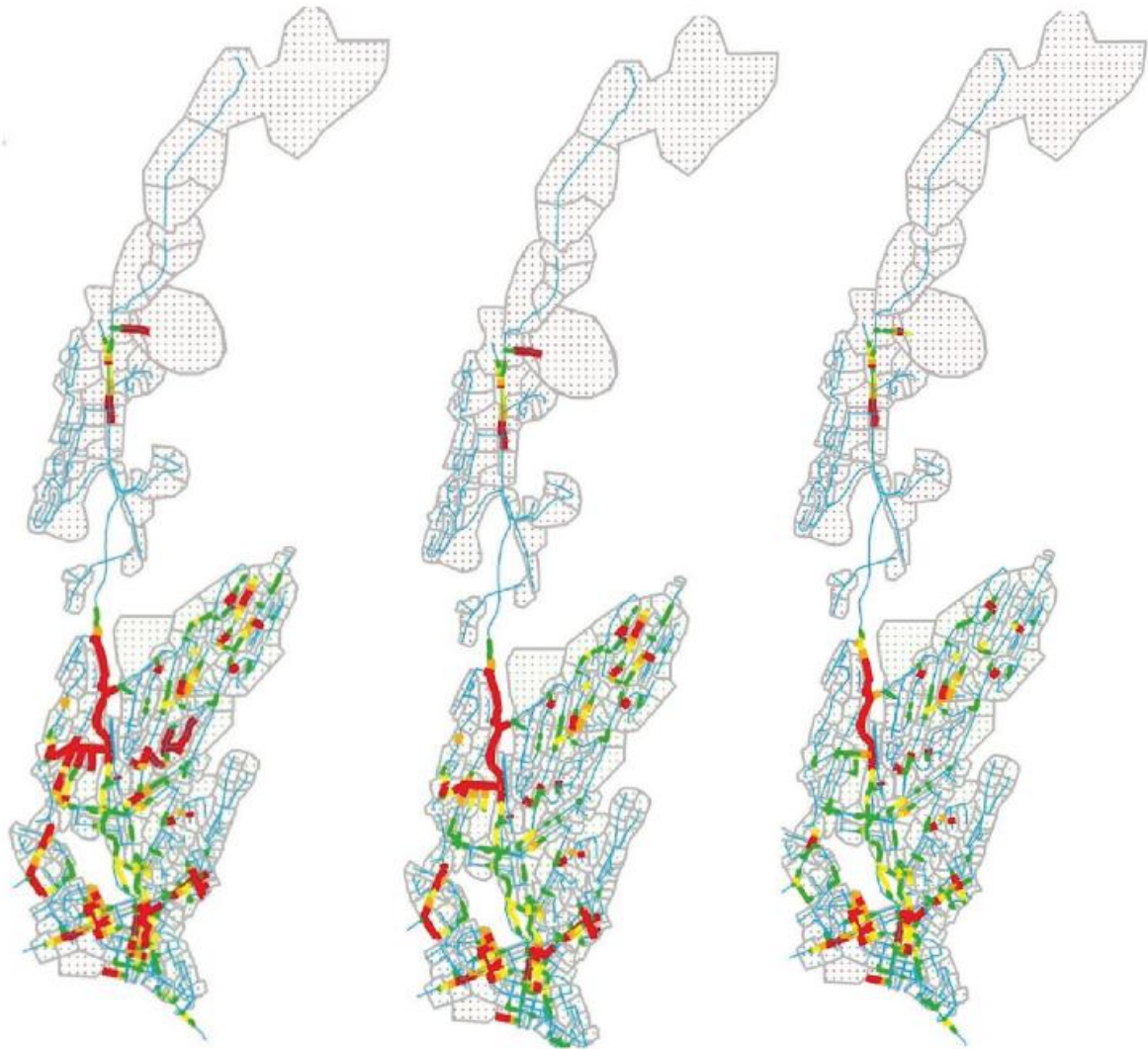
Det at omfanget av skadene var så store ved nedbørshendelsene skjedd 2007 og 2008 viser at det var en ekstraordinær nedbør, siden gjentaksintervallet var langt over 200 års regnet. For man ser ut i fra disse modellene at ved allerede en 50 og 100 års regn vil skadene være omfattende, og når det regner så mye på så kort tid som det har gjort ved disse nedbørshendelene vil det skje mange skader.



Figur 25: Kartene viser problemområdene hvor det skjer oppstuvning over 0,75 m med stigende gjentaksintervall. Dette kan sammenlignes med Hval og Kjøste (2011) sin vurdering og man kan se at problemområdene er de samme. Områdene vil få økt antall kjelleroversvømmelser med økende gjentaksintervall og med et klimatillegg. Dette stemmer igjen godt med skadene som har skjedd i området.

Oppgaven til Halvard Widerøe (2012) tar også for seg området rundt Veumdalen hvor han har kjørt 10-, 20-, 50- og 100 års regn med et klimatillegg på 30 %. Ved et 100 års regn med et klimatillegg på 30 % blir det ca. 330 kjelleroversvømmelser, dette uten noen form for LOH-tiltak. De områdene som er mest utsatt er igjen de områdene rundt Christianslund alle. Med LOH-tiltak kan man redusere antall kjelleroversvømmelser fra 330 til 270, altså en nedgang på 130.

100-årsregn med 30 % klimatillegg



Figur 26: 100 års regn med et klimatillegg på 30 %, fra venstre er situasjonen uten form for LOH tiltak, og deretter med forskjellige grad av LOH. (Halvard Widerøe 2012). Sammenligner man disse kartbildene med de andre masteroppgavene blir det de samme områdene som har problemer med oppstuvning. Områder rundt Christianslund alle og omegn, og langs Veumbekken som får problemer.

7 Forslag til utbedringer

I dette avsnittet blir det sett nærmere hvilke tiltak man kan bruke til lokal overvannshåndtering. Det er mange områder som har fått skade på kjellerne sine, flere av de adressene i skaderapportene ligger på Lisleby, Sellebakk, Kråkerøy og noen i Gamle Fredrikstad. For de områdene hvor det er mange adresser som er berørt av kjelleroversvømmelser bør det ses nærmere på om det er en samvirkende årsak til skadene, og dermed sette i gang tiltak.

Det er vanlig at man separerer avløpsledningene hvor det er svakheter og driftsproblemer, og ofte er løsningene å øke dimensjonene påledningene. Når spillvann og overvann skal ledes i konvensjonelle metoden stiller det store krav til kapasiteten på ledningsnett for å unngå oppstuvninger. For å møte utfordringene i dag og for fremtiden er det avgjørende at det finnes systemer som klarer å håndtere overvannet, enten det er gjennom konvensjonelle metoder eller ved hjelp av lokal overvannshåndtering.

Når det legges om nye ledninger krever det ofte store ressurser til dette, og store kostnader relatert til dette, derfor er en lokal overvannshåndtering en god løsning. En av utfordringene med LOH i Fredrikstad område er areal tilgjengelighet. Områdene er allerede utbygde, og det krever store ressurser for å kunne gjøre noe med det. I følge reglene skal ikke løsningene med overvannshåndtering medføre skader på miljø, bygg eller konstruksjoner.

Lokal overvannshåndtering går ut på å håndtere overvannet lokalt ved infiltrasjon, forsinking og fordrøyning og sikre flomveier.

Fredrikstad kommune jobber kontinuerlig med sanering av avløpsnett, det er mange gamle avløpsledninger som er i dårlig forfatning, og oppgradering er dermed nødvendig. Det er en tidskrevende prosess med å legge inn nye ledninger, og ikke minst store kostnader relatert til dette. For Fredrikstad kommune er det viktig at de også vurderer å håndtere overvann lokalt, og at dette blir vurdert til enhver tid. Arealplan og utbygging av nye områder må inkludere god håndtering av overvann fra starten, og god kontroll over avrenning ved kraftige nedbør.

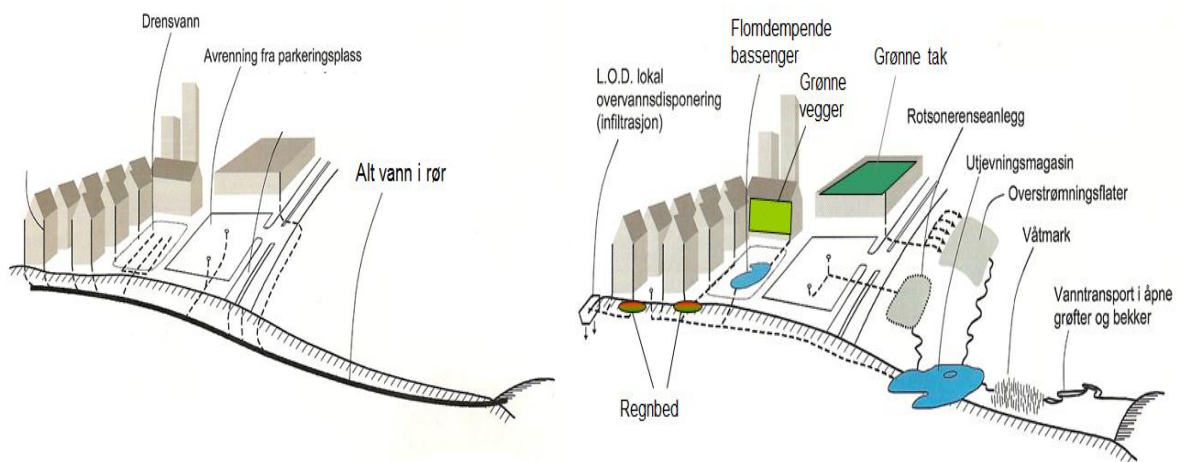
I hovedplanen for VA for perioden 2008-2028, skal det investeres 1,8 milliarder på avløpsledninger i kommunen. Da er det viktig med god planlegging for å få vannet til overflaten fra lukkede systemer. Fredrikstad kommune bruker IVF-kurvene når de skal dimensjonere nye ledninger, og nå blir det dimensjonert for 25-års gjentakintervall. Denne IVF-kurven som sagt tidligere er fra perioden 1970-1995, en periode med få intense nedbørshendelser. Dette samsvarer ikke med de kraftige nedbørene som har rammet kommunen de siste 10-årene, og er dermed ganske underestimerte. En oppgradering av denne kurven er nødvendig for å dimensjonere riktige ledninger med tanke på kraftige nedbørshendelser.

7.1 Generelle LOH- tiltak

En god overvannshåndtering bør legges i arealplanleggingen, og det bør fokuseres mer på overvann tidlig i planprosessen slik det gjøres med vannforsyning og kloakkering. Utfordringene for Fredrikstad kommune er at overvannshåndtering ikke er en del av planarbeidene, med unntak av enkelte områder. Det blir ikke avsatt nødvendige arealer til overvannshåndtering, og overvannet må derfor transporteres i rør ut av utbyggingsområdene. Det finnes heller ingen formelle regler for vurdering av overvannshåndtering på de enkelte kommunale plannivåer. Normal praksis er at det søkes godkjent en VA-infrastruktur etter at arealdelen i planene er godkjent. Overvannshåndtering blir marginalisert fordi det ikke er tatt hensyn til arealbehov eller plassering for overvannssystemene, for eksempel fordrøyningsmagasiner. (COWI 2007)

Det er satt noen betingelser i noen tilfeller ved utbygging av nye boligområder, og det er at avrenningen ikke skal øke i forhold til avrenningen før utbygging. Disse bestemmelsene har blitt tatt etter at reguleringsplanene har blitt godkjent og de blir gitt i sammenheng med godkjenning av plan og vannforsyning og avløp. Det er viktig at kommunen har fagetat med nødvendig kompetanse som kan vurdere overvannsdisponeringstiltak tidlig i planleggingsprosessen. Dermed er man sikrere på planleggingen og senere omgjøring blir ikke nødvendig. Ved overvannssystemer i kommunen er det viktig at overvann skal ivaretas i størst mulig grad ved kilden, og det må utøves kontroll med gjennomføring av det enkelte anlegg.

(COWI 2007)



Figur 27: Et urbant område gjort om fra "grått område" til grønt område der det er benyttet flere typer LOH-tiltak til høyre. (Norvar, 2005)

Ved bruk av LOH blir store deler av overvannet beholdt lokalt, og overvannet kan bli sett på som en ressurs i stedet for et problem. Det er viktig å kunne etterligne naturens måte å behandle vann på, ved infiltrasjon, forsinking, åpen avledning og fordrøying. Ved å håndtere overvannet lokalt får man økt flomsikkerhet og man reduserer belastninger på avløpsnett. LOH bidrar stor til økningen av biologisk mangfold hvis man har en bevisst plan om dette. Ved overvannshåndtering er det viktig å ta hensyn til løsninger som tar hensyn til sikkerhet,

miljø og estetikk. Overvannssystemet skal avlede nedbør på en sikker, miljøtilpasset og kostnadseffektiv måte slik at innbyggernes helse, sikkerhet og økonomiske interesser ivaretas.

Overvannshåndtering er viktig for å ivareta en rekke forhold:

- Sikkerhet for innbyggerne (liv, helse, økonomi).
- Unngå flomskader og sikre at flommer ledes i flomveier utenom bebyggelse, og slik at de gjør minst mulig skade.
- Se til at flomutsatte områder ikke bebygges.
- Sikre en best mulig vannkvalitet for overvann.
- Redusere overløpsdriften fra avløpssystemet.
- Ivareta vegetasjonsområder innenfor urbane områder.
- Sikre god bruk av vannveier med utforming av nye urbane områder. Unngå bekkelukkinger.

(Overvannshåndtering i Bergen kommune, 2005)

Generelle prinsipper

- Forurenset overvann bør samles og ledes til utslippspunkt hvor miljøskade ikke oppstår, evt. renses før utslipp.
- Økning i overvannsavrenning fra området ved utbygging er i utgangspunktet ikke tillatt. Kommunen kan sette krav til maksimalt påslipp til offentlig ledning.
- Overvannet bør håndteres innenfor det området det produseres. Spesiell tillatelse kreves for å lede overvannet ut av det naturlige nedbørsfeltet ved bruk av kunstige tiltak.
- Bekkelukkinger tillates ikke. Gjenåpning av tidligere bekkelukkinger skal vurderes.
- Bekkeskråninger/vannveier må sikres mot erosjon og utglidning
- Potensialet for overvannshåndtering på grøntområder må undersøkes. Naturlig vegetasjon beholdes/erstattes. Vegetasjonsarealer, marksone, oppsprukket berggrunn m.m. utnyttes til infiltrasjon
- Unødig komprimering av naturlig grunn må unngås. Anleggskjøring o.l. må ikke tillates på infiltrasjonsflater. Valg av jordtype og tilsåing bør utføres ut fra infiltrasjonshensyn.
- Nødflovmveg skal alltid planlegges/etableres. Bruk av trafikkarealer, plasser, parker o.l. kan vurderes som flomareal.

(Norconsult 2010)

7.1.1 Infiltrasjon

I bebygde områder slik som i Fredrikstad kan det være lite tilgjengelige arealer, noe som ofte trengs ved bruk av infiltrasjon ved overvannshåndtering. Vegetasjonsområder og gressdekte flater blir benyttet for infiltrasjon, og har vanligvis høy infiltrasjonskapasitet. Det er viktig å ha kunnskap om infiltrasjonskapasiteten til et område ellers kan vann ta andre veier enn forutsatt og dette kan føre til vannskader.

Ved infiltrasjonsløsninger vil vannet trenge inn og infiltrere i det aktuelle mediet, og dermed er det viktig at det ikke oppstår tilstopping i infiltrasjonsområdet. Infiltrasjonskapasitet er avhengig av lokale forhold, infiltrasjonsegenskaper og avrenningskoeffisienter i området.

Infiltrasjon på gressareal

Fredrikstad kommune har de senere årene pålagt enkelte områder med frakobling av takvann til gressareal. Takvann ledes vanligvis i kommunens felles ledningssystem eller overvannsledningssystem ved separatavløpssystem. Takvannet gir stor bidrag til overvannet i overvannssystemet, frakobling av takvann er med på og reduserer belastningen til avløpsnettet. Gresskledde flater har god infiltrasjonskapasitet og kan motta mer vann enn det som naturlig faller direkte på flaten.



Figur 28: Eksempel på hvordan frakobling av takvann skal skje. (Fredrikstad kommune)

Ved infiltrasjon av takvann bør infiltrasjonsflaten være 1-2 ganger større enn takflaten hvor vannet kommer fra. Det er viktig at det frakoblede vannet ledes på et steindekke eller annet ikke permeabelt dekke for å unngå fuktskader på bygninger og erosjonsskader på overflaten. Porøse belegg bør brukes for å unngå at takvannet ledes til uønskede steder, eksempel på slike belegg kan være:

- Singel eller naturgrus
- Naturstein med fuger som slipper vann i gjennom
- Hulstein av betong (betongkassetter)
- Porøs asfalt

(VA-teknikk Ødegaard 2012)

Gresskleddede forsenkninger (swales)

Swales eller forsenkninger er brede og grunne gresskleddede grøfter som dels infiltrerer og transporterer overvannet. Det er vanlig at disse grøftene blir brukt i forbindelse med boligområder, vei og parkeringsarealer i byer. Gresskleddede forsenkninger dimensjoneres vanligvis med hensyn til flomtoppen og vannets oppholdstid i forsenkningen. Forsenkningen bør ha en lett helning i avrenningsretningen, bunnvidden kan være mellom 60 og 240 cm. Størrelsen på disse forsenkningene er normalt 10 til 20 % av nedbørfeltets størrelse og egner seg best til mindre nedbørfelt (< 2ha)



Figur 29: Eksempel på swale/forsenkning

Det er vegetasjonen i kanalbunnen som bremser opp det oppsamlede vannet og fører til reduksjon av flomtoppen. Kanalbunnen underbygges med grovere masser eller filtermedier for å øke fordrøyningseffekten i forsenkningen. Swales er også en fin metode med tanke på estetisk verdi, da det gir grønne områder. (VA-teknikk, Ødegaard 2012)

Infiltrasjonsbrønn

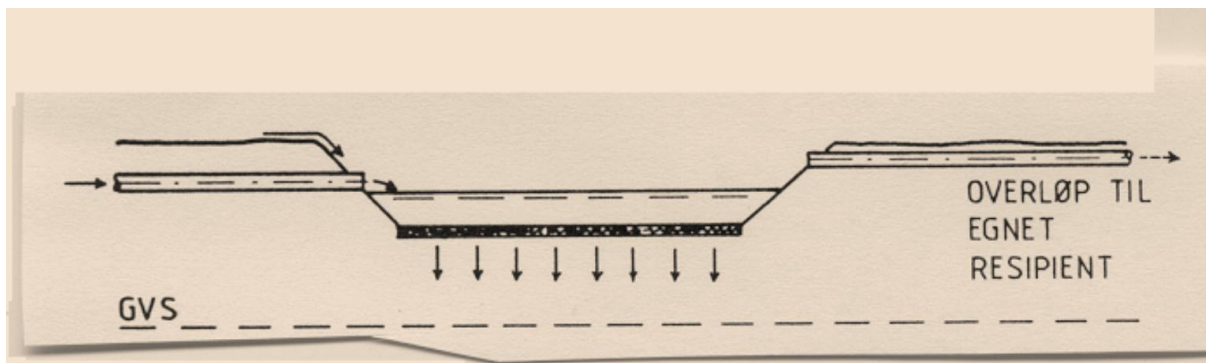
Mest brukt form for infiltrasjon av lokalt overvann er infiltrasjonsbrønn, som kan være sirkulære med steinfylte masser eller plastkassetter. Brønnene kan ha en infiltrasjon med en enkel form for sedimentering, og kan være designet for å kunne ta unna 2 timers regn med 10 års gjentakintervall (15mm/h). Brønnen skal kunne infiltrere halve vannmengden innenfor 24 timers etter at brønnen ble fylt. For at infiltrasjonen skal skje på en tilfredsstillende måte er det viktig at massene i infiltrasjonsområdet har bra kapasitet til å infiltrere. (Langeland 2011)

Infiltrasjonsgrøft

Infiltrasjonsgrøft er også en annen form som brukes for infiltrering av lokalt overvann og har samme type oppbygning som infiltrasjonsbrønner. Grøftene er mer avlang og krever mindre infiltrasjonsvolum, men mer areal, dermed er tilgjengelig areal avgjørende for denne formen for infiltrasjon.

Infiltrasjonsdam

Infiltrasjonsdam er en annen form for å kunne infiltrere overvann ved at dammen virker som et utjevningssjø i infiltrasjonssystemet. Ved kraftig regn samler vannet seg i dammen, og vil deretter gradvis infiltrere i grunnen.



Figur 30: Eksempel på infiltrasjonsdam

Denne infiltrasjonsmetoden krever stort areal, og kan derfor være begrenset bruksområde i tettbyggede steder. For å unngå tilstopping er det viktig at tilført avrenningsfelt ikke er for stort.

Lukkede infiltrasjonsbasseng

Det finnes også lukkede infiltrasjonsbasseng som er et magasin under jorden for midlertidig opphold av vann som infiltreres i grunnen. Disse bygges enten ved hjelp av stein med store hulrom eller kan være prefabrikkerte plastkassetter med ulike størrelser og varianter. Magasinet har fiberduk for at det ikke skal skje tilstoppinger, og interne rørforbindelser kan legges inn for å få en bedre fordeling av vannet. Plastkassetter har den fordelen at den har store porevolum som kan oppnås per m³.

Regnbed

Regnbed er også en annen form for å infiltrere overvann på, det er en type infiltrasjonsdam som er nedsenket i terrenget. Man planter naturlige og stedstilpasset vegetasjon hvor overvannet samler seg, å bli dermed fordrøyet og infiltrert. Denne formen for infiltrasjon etterlikner det naturlige hydrologiske kretsløpet, og bidrar til å behandle overvann ved å utnytte de naturlige prosessene som vanligvis foregår i grunnen.

Når det blir mye overvann ved kraftig regn blir regnbedet fylt opp av vann som ellers kan føre til oversvømmelser. Vannet som blir infiltrert blir renses på vei ned til grunnen og plantene får nytte av dette som igjen tar opp CO₂, noe som passer veldig bra byer da dette gir bedre byluft. Regnbed har også en estetisk verdi, det bidrar til hyggelige grønne omgivelser på stedet.

Regnbed er en billig metode for overvannshåndtering, og dette er noe Norge bør bli flinkere på og bruke, og metoden krever lite vedlikehold. Fordelene er mange, men det er viktig å plante riktige blomsterarter som tåler mye vann, fordi overvannet blir fordrøyet og deretter infiltrert.



Figur 31: Regnbred i Trondheim (foto: NVE)

I Norge er ikke denne metoden for LOH veldig utbredt, det forskes stadig på effekten av dette, i Trondheim har de bygget Norges største regnbred på 50m². Internasjonalt er regnbred brukt som et nyttig verktøy for å takle problemene med overflatevann. I USA er dette en utbredt metode for infiltrasjon av overflatevann. Dette kommer antakeligvis av at amerikanerne er kanskje mer opptatt av å ha fine hager med mange blomster og at det er større konkurranse om å ha det fineste regnbredet. (Miljøverndepartementet. 2011)

Grønne tak

Grønne tak har en funksjon som ligner på regnbred, vannet blir ikke holdt igjen her, men det er planter og jord som absorberer og fordampner regnvannet. Denne metoden gjør at belastningen på vannsystemet blir redusert, og kan brukes i alle størrelser, fra private eiendommer til store industribygg. Grønne tak har samme funksjon som isolasjon har, og gir temperaturregulering sommer og vinter. Grønne tak har stor belastning, og taket må derfor være bygget for å kunne tåle belastningen, og taket må ha en helning som ikke er for bratt. Ulempen ved denne metoden er anleggskostnadene som kan være høye, dette varierer også fra hvilke tak type man anlegger. (NORVAR 2005)

Det er to hovedtyper grønne tak, ekstensive grønne tak er tynt lag med jord og typiske plantearter er sukkulenter, gress og moser, den typen krever lite vedlikehold. Den andre typen er intensive grønne tak som har tykkere lag av jord, og kan ligne på en hage med busker og mindre trær. Disse krever mer vedlikehold i likhet med en vanlig hage for å opprettholde sin estetiske verdi. (wikipedia)



Figur 32: Eksempel på grønne tak av typen intensiv da det inneholder busker og mindre trær.

Permeable dekker

Permeable dekker kan også infiltrere overvann, vannet slipper gjennom selve materialet eller mellom elementene. Porøs asfalt, porøse betongtyper, steinsetting, gressarmering og grus er eksempel på permeable dekker. Dekkene infiltrerer og tilbakeholder vann, og har høy fordampning siden de ofte har store arealer. Fyllmassene til dekket har mye å si for infiltrasjonsskapiteten. (Langeland 2011)



Figur 33: Eksempel på permeable dekker, her er det gressarmering.

7.1.2 Fordrøyningsløsninger

Dersom et område ikke har tilstrekkelig kapasitet til å kunne infiltrere overvann må det vurderes andre metoder for å forsinke eller midlertidig lagring av overvann. Fordrøyning benyttes som en utjevning av avrenningen fra overvann i et område. Til fordrøyning benyttes naturlige fordrøyningsbasseng i et område, eller kan det etableres kunstige basseng/magasin.

Fordrøyningsløsninger for overvannshåndtering:

Fordrøyd bortledning

- Forsenkninger
- Kanaler
- Bekker/grøfter

Samlet fordrøyning

- Større dammer
- Våtmarksområder
- Tjern/innsjøer

(VA-Teknikk, Ødegaard, s.415)

Lokale forhold har betydning for valg av LOH løsninger, det gjelder å finne løsninger som passer til grunnen i området, områder med leire kan for eksempel ikke brukes til å infiltrere overvann. Norge har kaldt klima, løsningene man velger må i nødvendig grad fungere også i vinterstid. Det er viktig at innløp og utløps ikke fryser til når det er kaldt, og anleggene må ha tilstrekkelig volum under isdekket for fordrøyning.

(VA-Teknikk, Ødegaard, s.415)

Fordrøyningsdam

For å fordrøye overvannsavrenningen kan det benyttes en fordrøyningsdam med permanent vannoverflate. Utformingen er avhengig av de lokale forholdene, og dammen krever regelmessig drift og vedlikehold. Dammen bør ha en bunnventil for å forenkle vedlikeholdet ved tømning av dammen. Hvis dammen er riktig utformet kan det bli et attraktivt innslag i bymiljøet. Denne løsningen er også avhengig av tilgjengelig areal.



Figur 34: Eksempel for fordrøyningsbasseng med permanent vannspeil (foto: byggforsk)

Et annet prinsipp for fordrøyning av overvann er fordrøyningsbasseng uten permanent vannspeil som er en basseng som er tørre utenom regnperioder.

Regnoppsamling

Overvann på privat eiendom kan ledes til bestemte steder ved hjelp av kantstein og renner. Denne løsningen vil ikke ta noe areal siden arealene vil bli brukt ellers når det ikke regner. Når det regner vil overvannet bli lagret, deretter vil det bli fordampet og gradvis infiltrert.

Man kan samle regnvannet fra taket i en egnet tank, denne metoden er ganske lønnsomt da man kan gjenbruke regnvannet til for eksempel vanning av hagen. Det er også en enkel metode som ikke krever noe vedlikehold, og man kan finne prefabrikkerte løsninger som er tilpasset til dette.

Våtmark

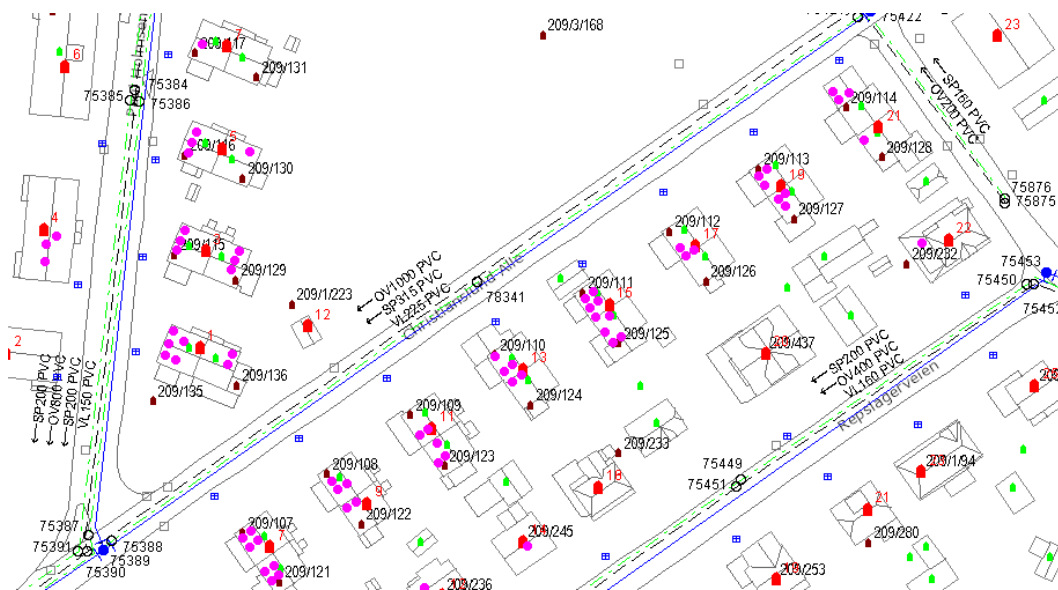
En våtmark er et område der vannstanden ligger i overflaten eller umiddelbart under overflaten. Vegetasjonen må være tilpasset, og våtmarker blir vanligvis anlagt for fordrøyning og rensing av overvann. En konstruert våtmark bør ha liten vanndybde, og det bør tilføres tørrværsavrenning. Det bør anlegges en sedimenteringsdam ved innløpet slik at sedimenterbart materiale blir fanget opp. Det må derimot regnes med at dammen renses med noen års mellomrom. Ved utløpet fra våtmarken anordnes en spesiell reguleringsanordning. Oppdemningshøyden i våtmarken reguleres gjennom den, slik har man kontroll over hvor mye vann som føres videre fra anlegget. Utløpskonstruksjonen bør være lett tilgjengelig for drift og vedlikehold. (NORVAR 2005)

7.2 Delområder med flere kjelleroversvømmelser

I skaderapportene er det fire hovedområder hvor flere eiendommer har opplevd kjelleroversvømmelser. Områder hvor det har skjedd flere kjelleroversvømmelser er kjente problemområder for kommunen.

7.2.1 Veum-området

Dette området har hatt mange problemer med oppstuvning, før saneringen var dette et område med gammelt fellesavløpssystem fra 1950-årene. Enkelte områder hadde separatavløpssystem, men disse var ikke virksomme grunnet nedstrøms fellessystem. For et slikt område er separering helt nødvendig med tanke på hvor gammelt ledningsnett er, og hvor mange skader området har hatt.



Figur 35: Veum-området med gjentatte kjelleroversvømmelser de siste 10-årene.

Som nevnt tidligere er det mange grunner til at kommunen separer avløpsledningene, og kjelleroversvømmelser kan være en av grunnene. Kommunen har siden 2008 gjort omfattende tiltak på avløphåndteringen i dette området. Alle ledningene er separert og det er pålagt nedfrakobling av takvann. Tiltak kan være lokal forsinking for å bedre nedstrøms kapasitet og hindre at oppstuvning skjer, asfalterte grøfter må fjernes og erstattes med vegetasjon/pukk. Andre grunner til at kommunen separerer er å begrense overløpsdrift og forurensning til bekk, og at oppstrøms separatsystemer blir virksomme.

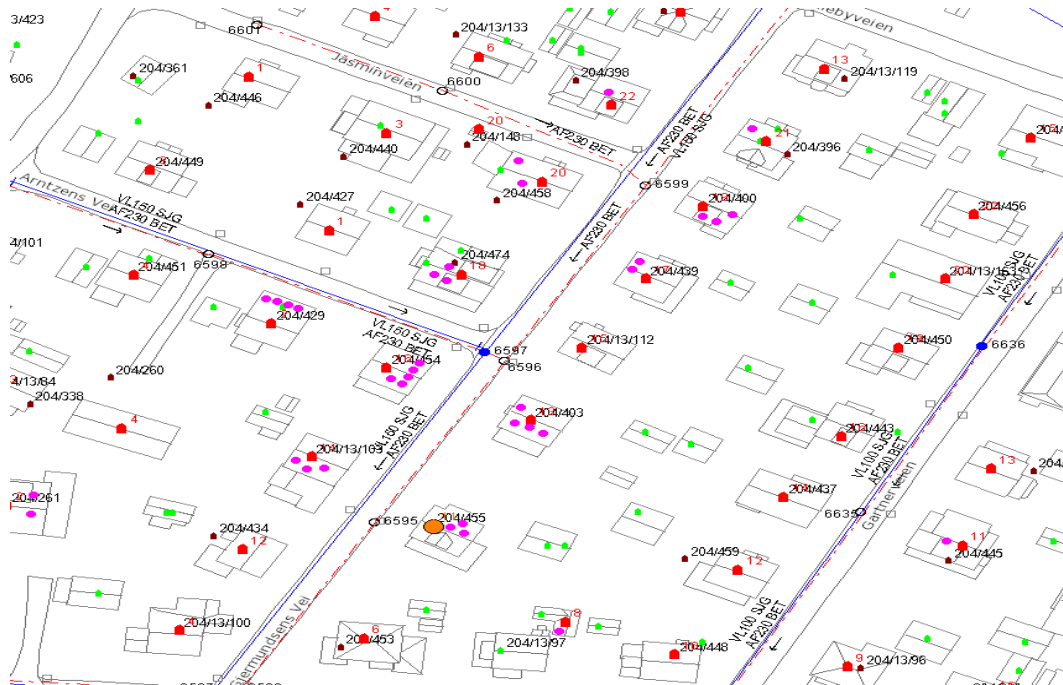
I dette området er det mange veigrøfter som er asfaltert som igjen fører til raskere avrenning, her må dette fjernes og erstattes med gresskledd eller gruset overflate.

Grunnforholdet i området gir liten infiltrasjonskapasitet og tette flater gir rask avrenning, og Veumbekken har også begrenset kapasitet etter nedstrøms bekkelukking.

Kommunen separerer fordi det er nødvendig, må det også settes krav til LOH for å begrense overvannsavrenningen og dermed begrense skader.

7.2.2 Lisleby

Området rundt Lisleby har mange adresse som har fått vann i kjellerne sine, ca. 1/4 av adressene som har blitt sett på i denne rapporten er fra dette området. Dette området har også fellesavløpssystem.



Figur 36: Et område på Lisleby, eiendommene i Gjermundsens vei som har hatt flere kjelleroversvømmelser, og som er en del av skadene som har blitt sett på her. Lilla farge på eiendommene er kjelleroversvømmelser

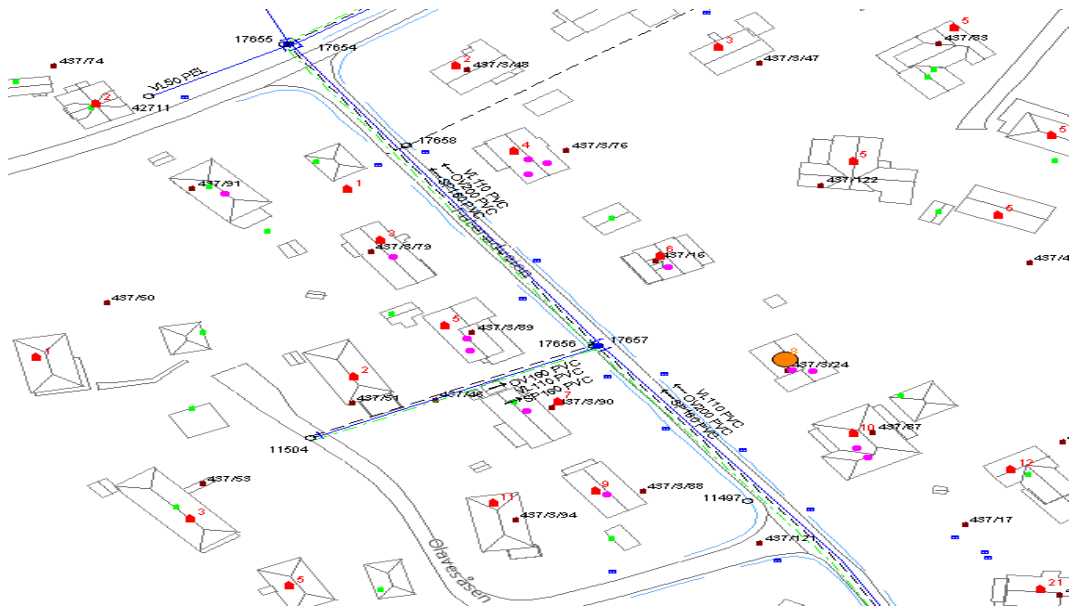
Ut i fra figuren over fra Gemini VA, er dette et område som har hatt oversvømmelser gjentatte ganger, og siden det er fellesavløpssystem er det et område med saneringsbehov.

I dette området er 78 prosent av avløpsledningene av typen gammelt fellessystem, og dette er i følge Fredrikstad kommune et område som må prioriteres. Dette kommer fram i hovedplanen for vann og avløp 2012-2028 siste utgave. Her skal kommunen altså separere avløpssystemet, dette vil være med på og redusere kjelleroversvømmelser.

Samtidig bør kommunen også vurdere LOH tiltak der det lar seg gjøre, frakobling av takvann er også et bra tiltak her. Det er viktig at kommunen opplyser enkelte beboere om LOH alternativene som finnes, og hvorvidt de er villig til å foreta de tiltakene selv. Som eksempel på dette kan beboere lage regnbed på eiendommene sine, noe som både er bra for overvannsavrenning og samtidig har attraktiv innslag for nabolaget. Det er antakeligvis ikke mange som tenker på hva de selv kan gjøre for å hindre kjelleroversvømmelser. Mange vet heller ikke hvilke enkle løsninger man selv kan gjøre. Det er dermed opp til kommunen å opplyse folk, og de kan vurdere selv om de vil gjøre noe med forslagene som kommunen kommer med.

7.2.3 Kråkerøy

Her er det et område med separatavløpssystem, og det er ikke like mange skader som det er i de andre delområdene som har blitt sett på.

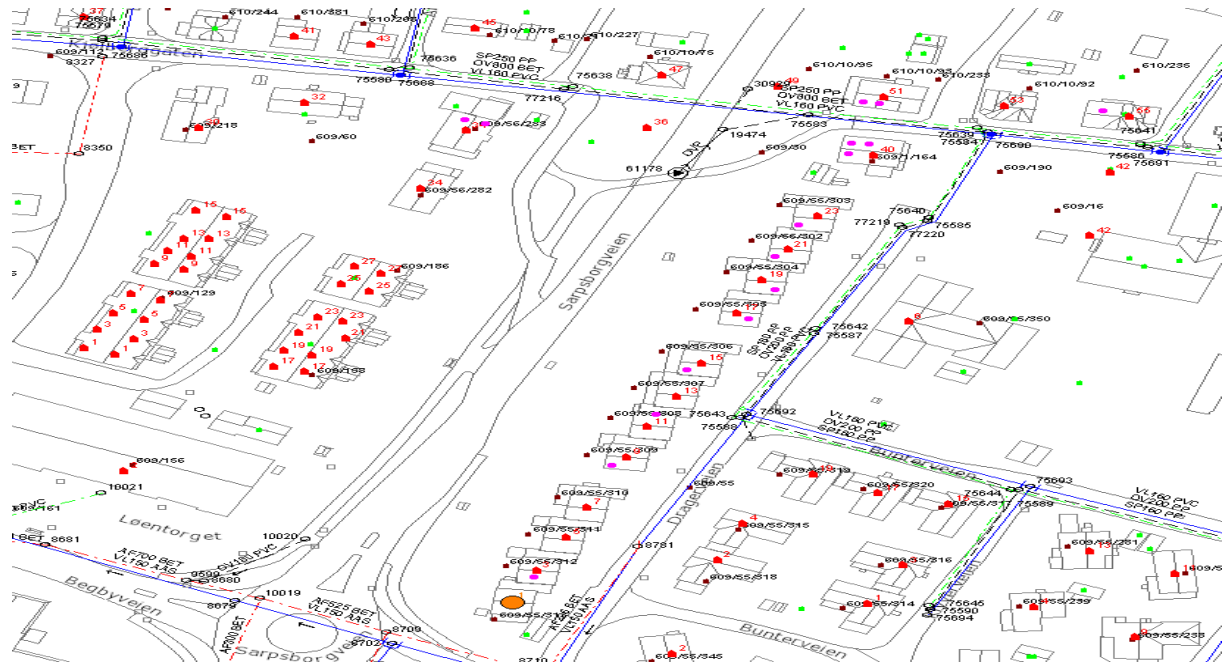


Figur 37: Noen områder på Kråkerøy har også hatt en del kjelleroversvømmelser, her er det separatavløpssystem. Lilla farge er eiendommer med kjelleroversvømmelser.

Kråkerøy er et område som ikke har altfor tett bebyggelse, dermed er det store muligheter for LOH-tiltak da areal tilgjengelighet ikke vil være noe problem.

7.2.4 Selbak

Dette er også område med mange kjelleroversvømmelser, men det var før kommunen gjennomførte et større separasjonsprosjekt i området. Som det kommer fram i figuren er det et tettbebyggt område, og dette begrenser mulighetene for LOH tiltak.



Figur 38: Et boligområde i Selbak som har hatt kjelleroversvømmelser, lille farge er de berørte eiendommene.

Det er vanskelig å lede takvann til grunnen i tettbebygde områder da det kan føre til økt overvann på grunn av tilgjengelig infiltrasjonsområde. Det anbefales bruk av porøse materialer i stedet for tett asfalt på biloppstillingsplasser og oppkjørsler. Det bør bevares mest mulig av opprinnelig infiltrasjonsgrunn og vegetasjon på tomten, her kan grønne tak brukes for de eiendommene som er mulig. Som alternativ til tunge, tradisjonelle torvtak kan lettere vegetasjonstak benyttes med tykkelse på 8-10 cm.

Regnbed kan også brukes siden overflatearealet utgjør 5-10 % av arealet på tilknyttet nedbørsfelt. Regnbed har fleksibel design og kan også ettermonteres på eksisterende bebyggelse, men det være tilstrekkelig avstand til huset. Dimensjonering og utforming rever lite teknisk bakgrunn, og private huseiere kan bygge dette selv.

Man bør bruke planter som tåler både perioder med stående vann og tørke, og plantevalg må baseres på klima, lokal tilpasning og tilgjengelighet. Vegetasjonen bidrar også til å øke rekreasjonsverdien i regnbedet.

Det er viktig også i dette tilfellet at beboere blir opplyst om mulighetene for overvannshåndtering, og det blir gitt brosjyre og forslag til hvordan man anlegger disse løsningene. Det er dermed opp til den enkelte å bestemme om de vil gjennomføre utførelsen av disse anleggene.

7.3 Utbedringsforslag fra tidligere resultater

Tidligere master oppgaver har vært å komme med tiltak som kan være med på og si hvilke tiltak man kan gjøre for å redusere antall kjelleroversvømmelser.

I oppgaven til Myking kommer det fram at kjelleroversvømmelser vil øke betydelig om 100 dersom det ikke blir satt noen tiltak for håndtering av overvannet. Frakobling av tette flater og fordrøyning har lik effekt, og for framtiden hjelper det ikke alene å øke dimensjonen på rørdiameter, og kommer til å ha høyere skadepotensiale enn den nåværende situasjonen. Disse simuleringene er gjort ved å legge på varierende klimatillegg for å finne ut hvordan situasjonen kommer til å bli om 100 år.

I følge Myking har frakobling av takarealer lavest investeringskostnad og høyest kostnadsbesparelse, og det tiltaket som er mest lønnsomt. Tiltak i form av fordrøyningsløsninger har også høy lønnsomhet, men utvidelse av rørdiameter er ikke lønnsomt.

(Myking 2012)

I oppgaven til Widerøe skjer det mange flere kjelleroversvømmelser når det ikke er satt noen LOH-tiltak, nærmere bestemt 330 skader ved et 100 års regn. Med frakobling av tette flater reduseres antall kjelleroversvømmelser til 270 skader, altså en reduksjon på ca. 22 %. Med tanke på kostnader og ulempene kjelleroversvømmelser medfører, er det en bra reduksjon selv om det ikke er så mye.

Det tredje tiltaket som Widerøe har sett på er større frakobling av tette flater. Med dette tiltaket reduseres antall kjelleroversvømmelser til 180 skader med et 100 års gjentaksintervall. Dette er en reduksjon på 83 % i forhold til første tilfellet hvor det ikke var noen LOH-tiltak. I følge Widerøe har konvensjonelle VA-tiltak en negativ netto nåverdi sammenlignet med LOH-tiltak

(Widerøe 2012)

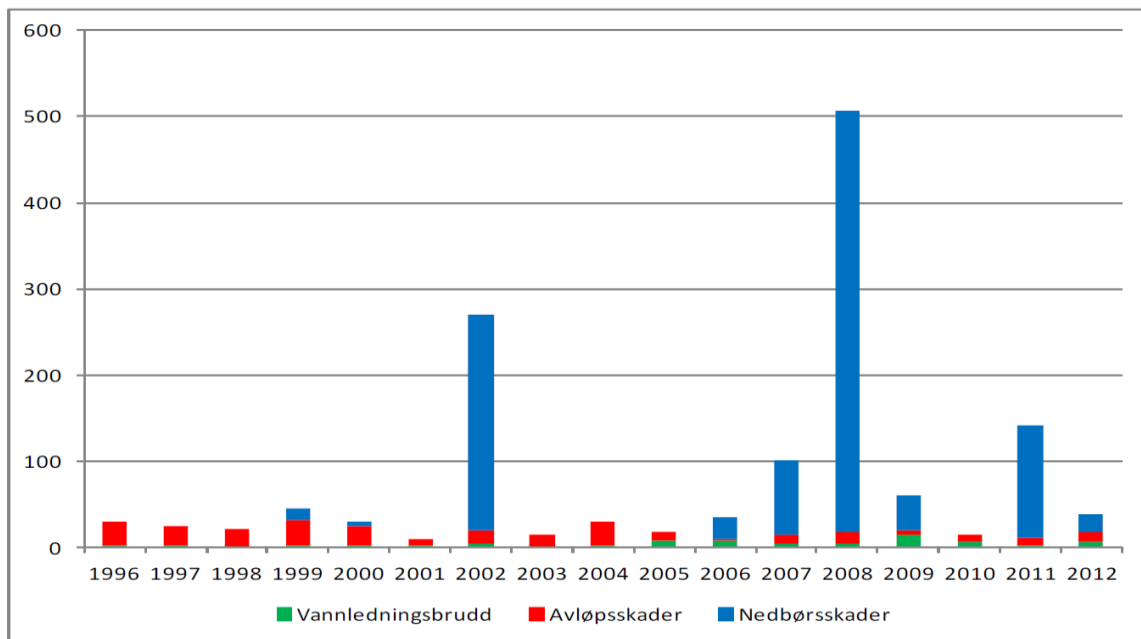
I alle oppgavene som har tatt for seg Veumdalen, og kommet med tiltak blir det klart at konvensjonell VA-tiltak alene ikke er tilstrekkelig om man tenker langsiktig. Frakobling av tette flater er lønnsomt i alle tilfellene, altså en metode som koster mye mindre enn konvensjonell VA-tiltak

8 Vurdering av utbedringskostnadene mot faktiske skadekostnader

Fredrikstad kommune har som sagt tidligere mange områder med fellessystem fra 1945-1960-tallet som må oppgraderes uansett. De områdene som har blitt rammet hardest av kjelleroversvømmelser er Christianslund, Haugsten, Lisleby og Selbak.

Kjelleroversvømmelsene har i stor grad vært styrende for investeringene de siste årene som Fredrikstad kommune har gjort. De nevnte områdene har blitt separert slik at det ikke skal skje skader der. På Lisleby er det fortsatt noen områder som gjenstår å separere.

Kommunen har ikke noen tall på kjelleroversvømmelser skjedd før århundre skiftet. Det første store nedbørstilfellet var i 2002, og senere i 2007 og 2008, det blir dermed vanskelig å finne en frekvens av nedbørshendelser ut i fra disse tilfellene. Nedbørshendelsene var ekstreme med gjentakintervall langt over 50 års regnet, og dette skjedd i en tidsperiode på seks år. Det er vanskelig å anslå hvor mange slike hendelser som vil inntreffe i framtiden, men at det kommer til å regne mer er det ingen tvil om. Fredrikstad kommune har årlig mellom 20-25 kjelleroversvømmelser som skyldes manglende vedlikehold og som det erkjennes ansvar for.



Figur 39: Vannledningsbrudd, kloakkstopp og skader ved nedbør, skadene ved nedbør er alle typer skader på bygninger som kommunen har fått kunnskap til. (Hovedplan VA, Fredrikstad kommune)

I figuren kommer det fram at det er nedbør som gir flest skader. Som tidligere nevnt er det helt klart at eiendommer med innredet kjeller som får de store skadene, og dermed store kostnader. Det at erstatningsbeløpene har økt de siste årene kommer helt klart av at det er flere kjellere som har endret bruk fra grovkjeller til rom for varig opphold.

Når kommunen skal legge om ledningsnett er det flere kriterier som ligger til grunn enn bare kjelleroversvømmelser. Kommunen prioriterer nye prosjekter og tiltak ut i fra følgende kriterier:

- Kommunens utslippstillatelse
- Resipientens tilstand
- Områder med kjelleroversvømmelser
- Tilstanden på vann og avløpsnettet
- Fullføre separering slik at 100 prosent av nedslagsfeltet er separert
- Tiltak i samarbeid med andre etater, ved for eksempel legging av fjernvarmeanlegg.

(Hovedplan VA 2008-2028, Fredrikstad kommune)

Mange av de områdene som oppgraderes har fellessystem som avløpsledninger, enkelte områder har ledninger som fungerer tilfredsstillende, men må separeres på grunn av sårbar resipient. For enkelte områder er det mer lønnsomt å utbedre ledningsnettet hvis område har hatt mange kjelleroversvømmelser, for eksempel i Veum-området. For området som har hatt få kjelleroversvømmelser blir utbedringskostnadene mye større enn skadekostnadene, men igjen er det andre faktorer som også er viktige enn bare kjelleroversvømmelser.

Prosjekt nr. og navn	Type	Antall lm		Antall husstander separert	Kostnad Kr/husstand	Kostand Kr/lm grøft	
		Kostnad anlegg	vannledning				spillvanns- ledning
AN1070 Haugstenområdet	Separering	30 339 708	2 200	2 455	152	199 603	13 035
AN1072 Kjølberggata Selbak	Separering	27 399 701	2 514	2 589	196	139 794	10 739
AN1074 Sperlingfeltet	Separering	11 677 678	954	914	65	179 657	12 503
AN2135 Christianslund alle	Separering	23 533 309	1 821	2 280	210	112 063	11 477
AN2136 Dammyr	Separering	16 783 289	1 236	1 279	108	155 401	13 347
AN2139 Lisleby, Nøkleby Norcem	Separering	19 080 911	1 116	2 185	83	229 890	11 561
AN2145 Brønneløkkeveien	Separering	11 971 626	836	840	43	278 410	14 286
AN2150 Onsøyveien	Separering	8 698 131	1 066	1 049	64	135 908	8 225
AN4061 Anton Brekkesvei	Separering	6 932 313	328	451	34	203 892	17 798
AN4063 Bjerkelundsveien	Separering	17 389 460	986	892	93	186 983	18 519
AN5024 Rønningveien	Separering	3 100 984	351	351	13	238 537	8 835
AN1077 Roald Amundsensvei	Separering	1 554 629	216	216	11	141 330	7 197
AN2160 Trippeveien	Separering	699 036	92	92	3	233 012	7 598
AN2161 Apenesfjellet- parkeringshuset	Separering	860 908	312	312	11	78 264	2 759
AN2159 Kreftingsvei	Separering	1 007 950	125	125	5	201 590	8 064
Sum/ snitt		181 029 633	14 153	16 030	1 091	180 956	11 995

Tabell 13: Oversikt over prosjekter i 2008-2012 for Fredrikstad kommune, og kostnadene relatert til disse prosjektene.

Det er klart at det koster kommunen mye å legge nye ledninger, og tillegg kommer huseiers utgifter til separering av privat stikkledning inn til boligen. Dette er nødvendig i de områdene med gammelt fellesledning som ikke fungerer tilfredsstillende, det gjelder dermed å tenke langsiktig.

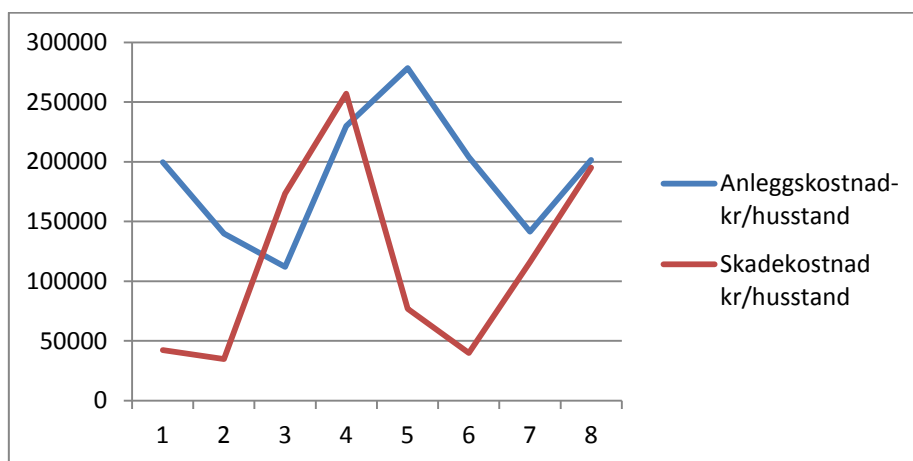
For Veumbekken og skadene som har skjedd der de siste årene har det vært store skadekostnader relatert til kjelleroversvømmelse. Enkelte hus i området har hatt opp til fire kjelleroversvømmelser fra 2002-2008, dette koster forsikringsselskapene mye.

Regresskravet fremmet for kommunen har vært på ca. 18 millioner for skadene skjedd i 2006-2008. Som vist tidligere har enkelte eiendommer hatt skader for ca. kr 800 000 for et

skadetilfelle alene. Gjennomsnittskostnad for skadene brukt i denne rapporten blir på kr 102 329, og dette skjedd i en 2 års periode.

Området	Anleggskostnad- kr/husstand	Skadekostnad kr/husstand
Haugstenområdet	199603	42 277
Kjøllberggata Selbak	139794	34 782
Christianslund alle	112063	173237
Lisleby, Nøkleby	229890	257 050
Brønneløkkeveien	278410	76 778
Anton Brekkesvei	203892	39717
Roald Amundsensvei	141330	116 037
Kreftingsvei	201590	195 156
Sum/snitt	188322	116 879

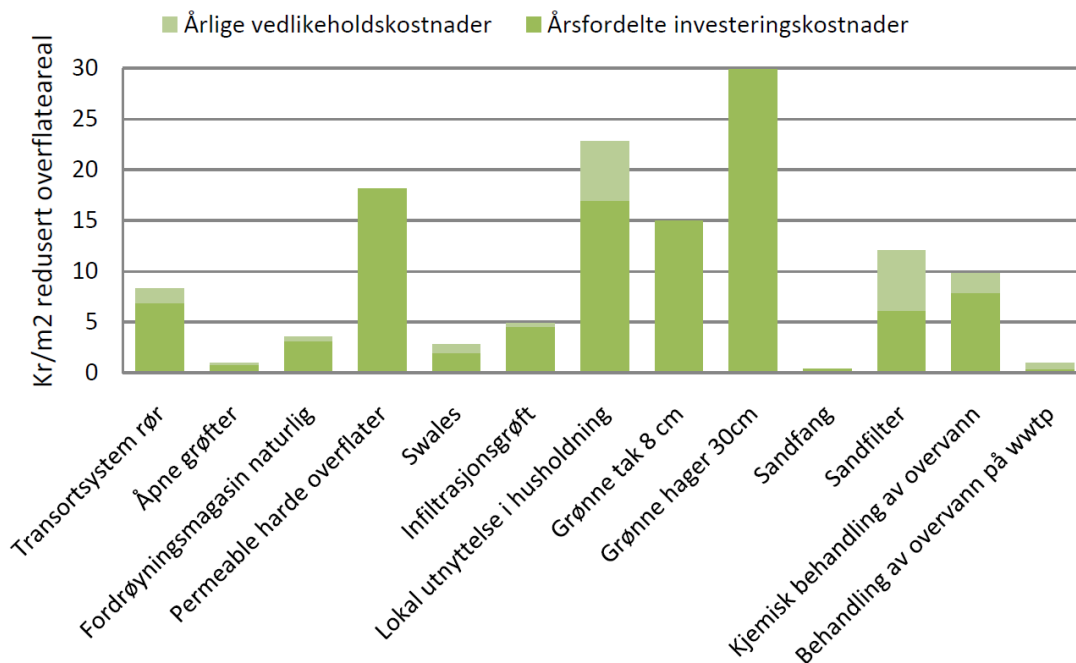
Tabell 14: Noen områder i Fredrikstad kommune hvor det er separert, og oversikt over anleggskostnader per husstand og skadekostnad per husstand, skadekostnadene er fra tilfeldige eiendommer i området som har hatt kjelleroversvømmelser.



Figur 40: Oversikt over kostnadene og differansen mellom dem. Anleggskostnadene er større noen steder, og i gjennomsnittet, men igjen er det flere faktorer som er viktige å se enn bare kjelleroversvømmelser.

Kommunen legger nye ledninger med en levetid på 100 år, og dermed blir det lønnsomt å separere, dette spesielt i områder utsatt for hyppige kjelleroversvømmelser. Miljømessig gir det også gevinst ved separering, da man sørger for at kloakkvann ikke går til overløp ved kraftig nedbør, og for renseanlegg blir det enklere å oppnå rensekrav som er i følge forskriftene. For å konkludere dette delkapittelet kan man si at det koster mye å legge nye ledninger, men dette vil være lønnsomt for problemområder med tanke på skadekostnader. For områder med få områder vil dette ikke være like lønnsomt, men igjen er det andre viktige ting som må bli tatt hensyn til enn bare kjelleroversvømmelser alene.

Det er begrenset informasjon om kostandene relatert til LOH-tiltak, dette kommer av at det er forholdsvis ny metode i Norge.



Figur 41: Overvannskostnader fra Tyskland. (Langeland 2011)

Det er vanskelig å finne slik data i figuren over for Norge på grunn av utbredelsen av LOH-tiltak. Det kommer fram i figuren at noen metoder er dyrere enn andre, grønne hager er det tiltaket som har høyest investeringskostnader. Åpne grøfter, swales og sandfang har både lave vedlikeholdskostnader og investeringskostnader.

Saneringen som Fredrikstad gjør nå vil føre til at det blir en betydelig økning i avløpsgebyrer framover, ut i fra hovedplanen kan gebyrene øke til det dobbelte. Om man klarer å ha LOH-tiltak som er tilpasset lokale forhold kan man redusere gebyrer siden overvannsgebyret vil falle bort.

Det vil bli mindre belastning på avløpsnett, og nedbøren beholdes i det naturlige nedbørsfeltet. Overløpsdrift er også viktig da det kan føre til forurensninger i resipientene, dermed blir det mindre overløpsdrift ved LOH-tiltak. Det blir også mindre avløpstransportkostnader da behovet for pumping blir mindre. Metoden om splittede gebyrer blir benyttet i Tyskland, og kan dermed også være en mulighet for Norge i framtiden.

(Stavanger kommune)

9 Vurdering av skaderapportene

Forsikringsselskapene sendte inn mange flere saker enn de som har blitt nevnt i denne oppgaven. I utgangspunktet var det over 800 saker som ble sendt inn til kommunen, men mangel på dokumentasjon på disse sakene gjorde at det ble til litt ca. 300 saker. Noen av de adressene som ble sendt inn til kommunen var allerede kjente områder med problemer, for eksempel Veum-området

I følge kommunen var det flere adresser som var i den opprinnelige listen som virket veldig tilfeldige, og er helt ukjente for kommunen som problemområde.

Etter å ha jobbet med disse sakene i over 4 måneder nå, har jeg blitt kjent med adressene som har hatt problemer med oversvømmelser, og ut i fra dette er det noen områder med gjentatte problemer, og som nevnt tidligere er det flest områder tilknyttet fellessystem som har hatt flest oppstuvninger.

Ut i fra antall skader som har skjedd i disse områdene med fellesavløpssystem er det helt klart at det er problemområder som trengs oppgradering. Ved vurdering av hvilke ledninger som har svakheter er det helt nødvendig å se på blant annet tidligere oversvømmelser i området.

Disse punktene er det viktig å se på når man skal vurdere om et område er utsatt for kjelleroversvømmelser, og som man kan få informasjon om ut i fra skaderapportene fra forsikringsselskapene:

- Om eiendommen har hatt kjelleroversvømmelser tidligere
- Hvor mange cm med vann har kommet inn
- Hvordan er fargen på vannet, dette kan si noe om det er spillvann eller overvann som har kommet inn i kjelleren
- Om eiendommen har innredet kjeller eller ikke, betydelig større kostnad ved innredet kjeller
- Hvordan vannet har kommet inn (lite opplysninger om dette i skaderapportene)

Det er noen av de punktene som kan fortelle om skadeomfanget, og som kan være med på og avdekke svakheter, men forutsatt at dette skjer med mange samtidig. Det er litt vanskelig å konkludere med dårlig avløpssystem ut i fra enkelte tilfeller, da det kan være andre årsaker til oppstuvninger.

Kvaliteten på disse skaderapportene er veldig varierende, noen av dem er det listet opp detaljert om hva som har skjedd, og størrelsen på skadeomfanget, mens i noen andre er det veldig lite informasjon som er oppgitt. Gode rapporter er dermed helt avgjørende hvis man skal kunne bruke disse for å finne svakheter ved ledningsnett.

Forsikringsselskapene har også forskjellige måter å skrive rapportene sine på, noen er mer utfyllende, for dette tilfellet er det If og Sparebanken sine rapporter. Slik som jeg ser det er Sparebanken sine rapporter mer utfyllende, og mer informativ i forhold til hva som har skjedd. I rapportene til If står det mye mindre, og ofte er det direkte uttalelser fra kundene sine som fortvilet har ringt inn og rapportert om kjelleroversvømmelse.

I rapportene til sparebanken kommer det fram hvor skaden har skjedd, hvilken adresse og bygningstype. Videre står det takstsum, årsakssammenheng med få detaljer på de fleste rapportene og om boligen har hatt skader tidligere. Tidligere problemer er relevant her da dette kan si noe om ledningsnett og frekvensen av skadene og nedbørstilfellene. Under bygningsbeskrivelse står det om huset er enebolig, rekkehus eller tomannsbolig, og om huset har innredet eller uinnredet kjeller. Det står kort om skadeforløpet, og her står det som oftest at det er tilbakeslag i sluk etter kraftig nedbør. Det som derimot er veldig konkret er kostnadene som følge av kjelleroversvømmelsen og liste over gjenstander som er skadet under dette.

I rapportene til If kommer det også fram hvor skaden har skjedd, og deretter ofte direkte uttalelser fra forsikringstaker som har ringt og meldt skaden. I noen av tilfellene blir det oppgitt av forsikringstaker hvor mange centimeter med vann som har kommet i kjeller under oversvømmelsen. Videre står det noen stikkord på hva årsaken til kjelleroversvømmelsen er og i alle skaderapportene står det omtrent det samme, at det er nedbør, smeltevann, grunnvann, stopp i avløp og tilbakeslag. Det står ikke detaljert om hvordan vannet har kommet inn i kjelleren. Takstsum står også her, og liste over hva som er skadet, og summen av skadene.

Når man skal vurdere hvorvidt disse skaderapportene kan være med på og si noe om ledningsnett må det være en del andre forhold som beskrives nærmere. For det første er det viktig at takstmannen som tar disse oppdragene med kjelleroversvømmelser har kompetanse innen hvordan avløpssystemet generelt fungerer. Kjennskap til ledningsnett og forholdet på privat ledning er viktig, hvis kommunen har separert avløpsledningene er det viktig at også de private stikkledningene blir separert. Om dette ikke blir gjort vil ikke problemene med kjelleroversvømmelser bli borte.

En annen viktig ting som mangler er hvordan vannet har kommet inn, har det kommet inn via terreng, kjellergulv eller via sluk. De fleste skaderapportene beskriver skadene som tilbakeslag, men samtidig blir det opplyst enkelte ganger om at forsikringstaker ikke har vært hjemme da kjelleroversvømmelsen har skjedd. Hvis det ikke har vært noen til stede mens vannet har kommet inn, blir det feil å anta at vannet har kommet inn via sluk, vann kan komme inn på andre måter også. Opplysninger om takvann står det heller ikke noe om, det blir større mengder med vann dersom takvannet er tilkoblet avløpssystemet.

Dreneringsalder er også viktig da sviktende drenering kan føre til vanninntrenging via kjellervegg/gulv. Her er terrengforhold også viktig, hvis det er et hellende terreng inn til huset vil det samle seg mye vann som igjen kan gå til kjeller.

Som konklusjon kan man si at skaderapporter på kjelleroversvømmelser kan være med på og si noe om ledningsnett, men da må det stå litt mer om forholdene nevnt overfor for å kunne bruke de til utbedring av ledningsnett. Det er en samvirkende årsak til kjelleroversvømmelsen, og dermed er det viktig at alle forholdene blir tatt med, dette kan igjen være en tidskrevende prosess da forsikringsselskapene er opptatt av hurtig oppgjør med kundene sine.

10 Diskusjon

10.1 Skaderapportene

I skaderapportene kommer det tydelig fram at flertallet av skadene er steder som har hatt skader tidligere, og som er kjent som problemområder. Det er noen områder som også virker tilfeldige hvor det er kun få eiendommer som har hatt skade. Det er flest skader de områdene som har hatt fellesavløpssystem, altså systemer av eldre dato som helt klart trenger oppgradering ut i fra tidligere skader i området.

Rapportene inneholder flest enebolig, hvor det er innredede kjellere. Dette har helt klart vært med på og økt skadeomfanget. Mange av eiendommene er bygget på 1950-60-tallet, og overhøydekrav på den tiden var mindre enn det som er i dag. Samtidig ble ledningene dimensjonert for mindre gjentakintervall enn det som gjøres i dag, fra 1960 til ca. 1980 ble det dimensjonert fra 1-10 års regn.

Det har ikke vært mulig å finne ut overhøyde på samtlige hus i rapportene. Etter at skadene inntraff har kommunen funnet ut overhøyde til noen av eiendommene, dette kommer fram i avsnitt 5.2.5. Der kommer det tydelig fram at overhøyde ikke er oppfylt, noen eiendommer har overhøyde på 12 cm, dette er langt i fra kravet på 90 cm som er gjeldende i dag. For eiendommer som har lav overhøyde og som har innredet kjeller vil det uten tvil være problemer ved kraftig nedbør og oppstuvning i avløpsledningene.

Skaderapportene kan helt klart gi opplysninger om hvilke områder som opplever mange kjelleroversvømmelser, og dette kan si noe om ledningsnett. Det burde derimot stå konkrete opplysninger om hvordan vannet har kommet, mer om drenering og om tilstanden på eiendommen. Det blir heller ikke riktig å skylde alt på kommunen og utilstrekkelig avløpssystem. Kjelleroversvømmelsene har en samvirkende årsak, altså det er flere årsaker til at dette skjer. Dermed er det viktig å kjenne til alle årsakene, og at disse blir tatt med i skaderapportene slik at kommunen får mer nødvendig informasjon om enkelte områder.

10.2 Kapasitet på ledningsnett

Fredrikstad kommune har separert mange områder med gammelt fellesavløpssystem, og målet er å separere hele avløpsnettets innen 2028. Dette er nødvendig da det er mange gamle ledninger som ikke oppfyller dagens dimensjonskrav til avløpsnettets. Etter at saneringen er gjort blir det bedre tilstand på nettet og kjelleroversvømmelsene etter kraftige regn vil også avta.

Kommunen vil antakeligvis ikke bli kvitt kjelleroversvømmelser for godt bare fordi anlegget er separert. Fredrikstad kommune dimensjonerer nå for et 25 års regn, og de går vanligvis opp en dimensjon dersom de er i tvil. Det vil gi stor utslag for kommunen å gå opp en dimensjon, samtidig vil ikke dette koste så mye. Store dimensjoner på ledningene er heller ikke fordelaktig da dette fører til dårlig selvrensing i ledningene, noe som igjen gir avleiring og tetting i ledningen, og kan føre til kjelleroversvømmelse i enkelte eiendommer.

Klimaendringer er et faktum, dermed er det helt nødvendig at kommunen også settet i gang andre tiltak for overvannshåndtering.

Dersom det fortsetter å regne like intenst framover, og nedbørsmengden øker slik som klimaframskrivingene sier vil ikke dagens ledningsnett ha nok kapasitet til å håndtere overvannet.

Som vist i avsnitt 5.2.1 med enkelt utregning vil regnet som falt den 14.08.2008 få enda større intensitet i framtiden dersom man ser på klimaframskrivingen med verste tenkelige scenario. Nedbøren som falt vil forandre intensitet fra 185 l/s ha til 235 l/s ha i år 2070-2100, forutsatt fra denne nedbørshendelsen.

Hendelser med slik regn vil øke fra 10 hendelser til 22 hendelser i løpet av en 100 års periode. En 10 års gjentaksintervall vil i 2070-2100 ha et gjentaksintervall på 4,5 år.

Om man ser på hvordan kommunen dimensjonerer i dag, altså ut i fra 25 års gjentaksintervall vil det i teorien skje 4 hendelser i løpet av en 100 års periode. Ut i fra utregningen vil dette øke til 8,8 hendelser, og intensiteten vil øke fra 229,3 l/s ha til 290,7 l/s ha i år 2070-2100.

Dagens 25 års gjentaksintervall vil i 2070-2100 tilsvare et gjentaksintervall mellom 100 og 200 år. Dette er tatt i utgangspunktet fra høy klimaframskriving.

Man vet ikke hvor mye nedbøren vil øke, og utregningen er tatt fra verste tenkelig tilfelle i klima scenariene. Det er sikkert at med økning i antall hendelser er proporsjonal med nedbørintensiteten.

Man kan si at med mindre det blir foretatt andre tiltak i kommunen vil avløpsnettets ikke ha nok kapasitet til framtidens nedbørsmengder. Det som er sikkert ut i fra nedbørsstatistikk er at nedbøren kommer til å bli mer intens.

10.3 LOH-tiltak

Kommunen kan pålegge enkelte eiendommer å koble fra takvannet, og lede det til terrenget for infiltrasjon. Det er en løsning som ikke vil koste kommunen mye penger og ressurser, og har bra virkning med tanke på overvannshåndtering.

Det finnes ingen regler som sier noe om asfaltering av egen eiendom. Godkjenning fra kommunen kreves dersom man skal gjøre noe endring på for eksempel verandaen, men det er ingen krav til dette ved asfaltering. Dette burde etter min mening på lik linje som andre ting søkes om, og kommunens fagfolk kunne vurdere om det var gunstig å gjøre det med tanke på overvannshåndtering på eiendommen.

I skaderapportene står det mange steder at vannet har kommet inn i kjeller via kjellergulv eller kjellervegg, altså antakeligvis på grunn av dårlig drenering. Det er arbeidskrevende for kommunen å ha oversikt over hvilke hus som må bytte drenering, men å pålegge samtlige eiendommer og legge ny drenering kunne ha vært en bra løsning for å hindre vanninntrenging

Det er ikke alle områder som egner seg for infiltrasjon av takvann eller generelt infiltrasjon på eget tomt, LOH må derfor vurderes i forhold til hva som egner seg best på tomta. LOH tiltak i områder med oppstrøms reduserer og fordrøyer overvannet slik at det blir mindre mengder overvann og vannføring i nedstrøms i avløpsnett. Når overvannet reduseres vil oppstuvning antakeligvis ikke skje og dermed hindrer man at det skjer skader.

Som tidligere nevnt er infiltrasjon og fordrøyning av overvann en god løsning for å redusere og forsinke vannmengden. Områder som har asfaltert veigrøfter burde fjernes og erstattes med gress eller grus. Infiltrasjonsgrøfter, infiltrasjonsdam, infiltrasjonsbasseng for de områdene som har tilgjengelig areal, regnbed og grønne tak er LOH-tiltak som kan brukes av enkelte eiendommer.

Fredrikstad i lik linje med resten av landet har ikke hatt overvannshåndtering som en del i hovedplanen tidligere. Det er de siste årene, særlig etter den store nedbørshendelen i 2002 at kommunen vurderer overvannshåndtering. I kommunen er det ikke mulighet for overvannshåndtering da mange områder allerede er utbygd, og det er lite tilgjengelig areal.

LOH-tiltak er ikke kjent for boligeiere, og dermed ligger utfordringen i å gjøre beboere i byen kjent med dette. Kommunen kan sende ut brosjyrer som og opplysninger om alt man kan gjøre på sin egen eiendom for å håndtere overvann. Samtidig bør det bli opplyst om hvilke fordeler tiltakene har slik at folk blir bevist på det, og dermed kan virke mer positivt til tanken.

I Norge har ikke LOH-tiltak vært prioritert, men klimaendringer og endring i by-mønsteret har ført til at det må vurderes andre tiltak for å kunne møte framtidige utfordringer. Bevissthet er også noe viktig med tanke på LOH-tiltak, bare man vet hvilke muligheter man har, og fordelene det medfører. Det er mange andre land som er mye flinkere til å bruke LOH-tiltak, dermed kan vi lære av dem. Å separere avløpssystemet alene er ikke løsningen, men også overvannshåndtering tilpasset forholdene er avgjørende for bra VA-infrastruktur i Norge.

11 Konklusjon

Det er ingen tvil om at klimaet er i endring, og det fører til at nedbørsmønsteret har forandret seg, det regner mye mer nå. Samtidig har urbanisering ført til det er større andel tette flater, og med det følger større overflateavrenning. Med større avrenning fører det til økt belastning på ledningsnettets siden veldig lite av overvannet blir infiltrert til grunnen. Dagens avløpsnett som er av eldre dato er ikke dimensjonert for den belastningen som det blir tilført i dag. Ved kraftig regn fører det til at det skjer en oppstuvning i ledningsnettets, dette kommer som tilbakeslag i sluk i kjellere.

Dagens boliger har endret seg ved at kjeller er tatt i bruk som oppholdsrom med full innredning. Det fører til at det blir store skader når vannet kommer inn i kjellere. Skadeomfanget blir helt klart større når det er innredet kjeller, dette så vi i tabell 10. Av de 172 eiendommene som har blitt sett på i denne oppgaven er det kun noen få eiendommer som står oppført med innredet kjeller. Mer enn halvparten har innredet kjeller, og siden dette ikke står oppført hos kommunen blir det regnet som ulovlig kjellerinnredning.

Forsikringsselskapene er de som merker klimaendringene og skadene som skjer etter kraftige nedbør. Hvis skadene fortsetter å øke slik som det gjort de siste årene vil det ikke være lønnsomt for forsikringsselskapene å forsikre de områdene som er mest utsatt. Det kan føre til at forsikringspremien blir mye større framover. Forsikringsselskapene vil samtidige holde på kundene sine, og har vanligvis hurtig oppgjør ved skade. Økningen i antall skader gjør at forsikringsselskapene krever regress. Det er kommunens jobb å sørge for at avløpsnettets fungerer tilfredsstillende, men samtidig er det en tidskrevende jobb å separere ledningsnettets.

Mange av eiendommene har ulovlig innredet kjeller og krav til overhøyde er ikke oppfylt, kommunen bør dermed ikke bli holdt ansvarlig for slike skader, men samtidig bør det heller ikke skjer kjelleroversvømmelser. Ansvar etter min mening ligger både hos kommunen og abonnenten. Kommunen bør sørge for at ledningsnettets fungerer tilfredsstillende, og abonnenten bør sørge for at de gjeldende krav om blant annet overhøyde er oppfylt. Dette skjønner jeg er lettere sagt enn gjort, men kommunen eller forsikringsselskapene bør gi mer opplysninger om faren for kjelleroversvømmelse ved kjellerinnredning.

Skaderapportene kan si noe om hvor det er svakheter i ledningsnettets, og når flere eiendommer i et område opplever kjelleroversvømmelse gjentatte ganger sier det noe om ledningsnettets. Mange av de områdene som er i skaderapportene er kjente problemområder for kommunen, og som kommunen har separert og fortsetter og separerer. Separering av ledningsnettets trengs i kommunen, men er ikke løsningen på alle problemene, kommunen er nødt til å vurdere LOH-tiltak i den grad det lar seg gjøre.

Fredrikstad kommune sin forsikringsselskap Gjensidige og forsikringsselskapene If og Sparebank 1 har nylig kommet til enighet, og det blir dermed ikke flere rettsaker ut av denne saken. Det er ennå ikke kjent hva denne endelige avtalen består av, ingen av partene har erkjent ansvar, og kommunen har gått ut med en egenandel og begge partene er enige. Slike saker koster kommunen og forsikringsselskapene tid og penger, dermed blir det mer lønnsomt for begge partene å komme til enighet slik at også tid og penger blir spart.

12 Videre arbeid

I denne oppgaven har det blitt sett på de rapportene som var i regresskravet fremmet av forsikringsselskapene If og Sparebank 1 til kommunen. Det hadde vært interessant å se på flere skadesaker og fra andre forsikringsselskaper og for å se hvordan de beskriver skadene. Hvis man kunne se på flere saker kunne man også sammenligne de i forhold til parameterne. Det hadde også vært interessant å se på eldre skaderapporter for å kunne se hvordan skadene har forandret seg, man kunne vurdere om skadekostnadene har blitt større de siste årene på grunn av flere innredede kjellere.

I utgangspunktet var det tenkt at jeg skulle modellere disse hendelsene for å se hvordan de stemmer med virkeligheten hvis man la inn virkelige regnintensiteter. Dette hadde vært tidskrevende, og da hadde problemstillingen for det meste vært å lære seg modelleringsprogrammet. Det hadde dermed vært veldig interessant å kunne legge disse regnene i en modell for sammenligning. Dette er noe som absolutt bør gjøres videre.

En annen ting er å se nærmere på LOH-tiltak, og hvilke muligheter man har, og se på hvilke tiltak som brukes internasjonalt, slik som USA og andre steder som har nesten lik klima som oss. Det står veldig lite om kostnader og vedlikehold relatert til LOH-tiltak, dette kommer sikkert av at tiltak rundt overvannshåndtering er lite i Norge, og kunnskap rundt det er dermed begrenset.

IVF-kurven for Fredrikstad bør oppgraderes da det er av eldre data, og underestimert i forhold til de ekstreme nedbørshendelsene som har vært i de senere årene.

13 Litteraturliste

- Bergen kommune. (2005). Overvannshåndtering i Bergen kommune. 35 s. Tilgjengelig fra <http://www.regjeringen.no/upload/MD/Kampanje/klimatilpasning/Bilder/Kommunecase/Hordaland/Retningslinjer.pdf>
- Bryhn, Emil. 2013. Forsikringssselskapet If
- Bærum kommune. Informasjonshefte overvann. Tilgjengelig fra: <https://www.baerum.kommune.no/Global/Vann%20og%20Avl%C3%B8p/Overvann,%20informasjonshefte.pdf>
- CICERO. 2009. Klimaendringer i Norge. Tilgjengelig fra: <http://www.cicero.uio.no/webnews/index.aspx?id=11186>
- COWI. 2007. Overvannsrammeplan Fredrikstad kommune. 44 s. Tilgjengelig fra: <https://www.fredrikstad.kommune.no/Documents/Politikk/Planer/Regulering%20og%20Teknisk/Overvannsrammeplan%20Fredrikstad%20kommune.pdf>
- Eklima. 2013. Meteorologisk institutts vær- og klimadata. Tilgjengelig fra: www.eklima.no
- FNO. 2013. Vannskader for 2 milliarder kroner i norske boliger. Tilgjengelig fra: <http://www.fno.no/Hoved/Aktuelt/Pressemeldinger/2013/vannskader-for-2-milliarder-kroner-i-norske-boliger/>
- Fredrikstad kommune. 2007. Viktig å vite om kjelleroversvømmelser. 24s. Tilgjengelig fra: <https://www.fredrikstad.kommune.no/Documents/virksomheter/Regulering%20og%20teknisk%20drift/VA/Kjelleroversvømmelser.pdf>
- Fredrikstad kommune. 2008. IVF-kurver for Fredrikstad
- Fredrikstad kommune. 2013. Hovedplan vann og avløp 2008-2028. 63s.
- Hansen, A-J. 2013. Fredrikstad kommune
- Hansen, A-J. 2013. Oppstuvning i avløpsledning og erstatning. 23s.
- Hval, J. P. & Koste, A. (2011). Modellering av avløpsnettverk med hensyn på klimaendringer i Fredrikstad kommune. 128 s.
- IF, skaderapporter 2006-2008, 3 permer
- Langeland, E. 2011. Implementering av lokale overvannsløsninger. 69s.

Lindholm & Bjerkholt. 2010. Konsekvenser av flomskader i byer som følge av klimaendringer. Tilgjengelig fra:

<http://www.umb.no/imt/artikkel/konsekvenser-av-flomskader-i-byer-som-folge-av-klimaendringer/>

Lindholm, O. 2009. Urban flom -Økning i flomskader og utslipp. Mulige kompenserende tiltak.33s. Tilgjengelig fra:

http://www.regjeringen.no/upload/subnettsteder/framtidens_byer/Presentasjoner/Samling%20mars%2009/KT/Lindholm%20umb.pdf

Lindholm, O. Nie, L. & Bjerkholt, J. T. (2007). IMT Rapport nr 16/2007

Meteorologisk institutt.2012. Klimastatus 2012. 8s. Tilgjengelig fra:

http://www.miljostatus.no/ImagesMenu/folder_klimastatus_2012_sisteversjon.pdf

Miljøverndepartementet. 2011. Fungerer regnbed i Norge? Tilgjengelig fra:

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/bibliotek/erfaringer/regnbed-hindrer-flom.html?id=651326>

Myking, E. J. 2012. Analyse av klimatilpasningstiltak-en casestudie av avløpsnett i Veumdalen, Fredrikstad kommune. 108s.

Norconsult. 2007. Veumdalen. Tiltaksplan vann og avløp

Norconsult. 2010. Overvannshåndtering. utfordringer og muligheter. 33s. Tilgjengelig fra:

http://www.driftsassistansen.org/admin/rapport_filer/Aarsm06_10_Overv_utfordringer_trond_sekse.pdf

NORVAR. 2005. Prosjektrapport 144/2005. Veiledning i overvannshåndtering 45s.

NOU klimatilpasning. (2009a). Klima i Norge 2100. 136s. Tilgjengelig fra:

http://www.regjeringen.no/upload/MD/Kampanje/klimatilpasning/Bilder/NOU/klimatilpassing_endelig_lavoppl.pdf

NOU klimatilpasning. (2009b). Mer ekstrem korttidsnedbør på Østlandet. Tilgjengelig fra:

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/bibliotek/forskning/hyppigere-nedbør-pa-ostlandet-fram-mot-2.html?id=577799>

Raanes, S.J. 2013. Leder spesialsaker If

Skallebakke, O. P. (2008, 30/10/2008). Kjelleroversvømmelser i Fredrikstad.

Skallebakke, O. P. 2010. Styrregn i Fredrikstad, problemer og tiltak. 28s.

Sparebank 1, skaderapporter 2006-2008, 2 permer.

Stavanger kommune. Lokal overvannsdiskonering. Splittede gebyrer. Tilgjengelig fra:

http://www.regjeringen.no/upload/subnettsteder/framtidens_byer/samlinger/Nettverkssamling_Bergen_okt2011/Klima/Dag2/Gebyrregelverket_vannansamlingsmodulen_i_KlimaGIS_Hug_o_Kind_Stavanger.pdf

UNEP. 2009. Klimaet i fare. En innføring i de siste rapportene fra FN's klimapanel. 64s. Tilgjengelig fra:

<http://www.klif.no/publikasjoner/2503/ta2503.pdf>

Vik, L. T. 2012. Forslag til tiltak for å løse overvanns-utfordringene i Veumfeltet, Fredrikstad. 110s.

Widerøe, H. H. 2012. Lokal overflateavrenning i boligfelt. Økonomisk analyse av tiltak mot oversvømmelse. 66s

Wikipedia. 2013. Klimaendring. Tilgjengelig fra:

<http://no.wikipedia.org/wiki/Klimaendring>

Zeigler, J. 2006. En tiltaksanalyse for å redusere flomskader i Veumdalen, Fredrikstad. 78s

Ødegaard, H. red. 2012. Vann og avløpsteknikk. Norsk Vann. ISBN 978-414-0336-1

14 Vedlegg

Vedlegg 1 : Data i skaderapportene systematisert og kategorisert

Vedlegg 2: Nedbørsdata 8-15.08.2008

Vedlegg 3: Nedbørsdata

Vedlegg 4: Nedbørsdata 6-13.07.2008

Vedlegg 5: IVF-kurver for Fredrikstad

Vedlegg 6: Returperioder for Fredrikstad

Vedlegg 1

Skadested	Husnr.	Skadedato	Enebolig/rekkehus/leilighet?	Felles/Separat	Overvann eller spillvann?	Innredet/uninnredet	Skadekostnader	Max vannstand(cm)	Antall oversvømmelser(siste 10 år)	Nedbør(mm/6 timer)
Anton Brekkes vei	5D	11.08.2007	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	39717	Uklart	>=2	64.4
Anton Brekkes vei	5D	13.07.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	35569	Uklart	>=2	57.8
Anton Hansens vei	4	13.07.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	11375	Uklart	>=2	
Anton Hansens vei	4	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	102336	Uklart	1	57.8
Anton Rosings vei	15	11.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	117542	Uklart	1	
Anton Rosings vei	15	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	166273	20	>=2	57.8
Atriumsveien	11	12.08.2007	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	89664	Uklart	1	57.8
Bekkhushus	8	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	56809	uklart (noen cm)	1	57.8
Berjmannsveien	16C	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	249051	Uklart	1	57.8
Berjmannsveien	17	14.08.2008	Enebolig med hybel.	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	45100	10	1	57.8
Bjørnstjerne Bjørnsonsgate	2	14.07.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	59000	Uklart	1	
Borgarhallveien	3	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	89910	Uklart	1	57.8
Bydalen alle	13	25.08.2006	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	26930	Uklart	1	
Carlheims vei	16	14.08.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	169263	Uklart	>=2	57.8
Christianslund alle	9	13.07.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	12176	100	>=2	54.8
Christianslund alle	7A	11.08.2007	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	137910	50	>=2	
Christianslund alle	20	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	145385	50	>=2	
Christianslund alle	15A	11.08.2007	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	173237	50	2	
Christianslund alle	11A	11.08.2007	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	23961	50	2	
Christianslund alle	11A	13.07.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	55618	100	>=2	
Damveien	16	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	52999	Uklart	1	57.8
Dr.Opsands vei	8	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	36578	Uklart	1	
Dragerveien	9	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	70 300	15	1	57.8
Dragerveien	17	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	40313	20	1	57.8
Dragerveien	23	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	29 792	2	1	
Dragerveien	21	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	spillvann	Innredet kjeller	4 875	6	1	
Dragerveien	19	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	212 265	20	1	57.8
Dragerveien	15	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	50 600	Uklart	1	57.8
Fagerliveien	6	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	80468	Uklart	1	
Fagerliveien	6	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	80468	Uklart	1	54.8
Futerødveien	3	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	350 168	12	1	57.8
Futerødveien	7	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Ikke innredet	75 077	50	1	57.8
Futerødveien	4	12.08.2007	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	83 547	1	1	
Futerødveien	22	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	113 967	20	1	57.8
Futerødveien	8	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	42 327	40	1	57.8
Futerødveien	5	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	196 495	75	1	57.8
Futerødveien	4	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	101 714	130	1	57.8
Futerødveien	9	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	822 554	Uklart	1	57.8
Gamle Rødsvei	32	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	346 472	Uklart	1	57.8
Gjermundsens vei	19	13.07.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	257 892	Uklart	1	
Gjermundsens vei	18	13.07.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	53980	Uklart	1	
Gjermundsens vei	13	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Ikke innredet	22000	Uklart	1	57.8
Gjermundsens vei	13	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Ikke innredet	135163	Uklart	1	
Gjermundsens vei	14	13.07.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	16002	7	1	
Gjermundsens vei	20	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	73 488	50	1	57.8
Gjermundsens vei	14	15.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	22000	Uklart	1	57.8
Gjermundsens vei	11	13.07.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	155678	Uklart	1	
Gjermundsens vei	18	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	4 000		1	57.8
Gjermundsens vei	16	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	52445	20	1	57.8
Gjermundsens vei	11	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	64789	10	1	57.8
Gjermundsens vei	22	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	16 450	15	1	57.8
Glomboveien	31	13.07.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Ikke innredet	40582	Uklart	1	
Glomboveien	31	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Ikke innredet	77 402	Uklart	1	57.8
Glomboveien	35	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	58 905	30	1	57.8
Granliveien	5	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller		Uklart	1	57.8
Granliveien	3	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	30269	Uklart	1	57.8
Halvorsrødveien	1B	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	91507	20	1	57.8

Hattesvingen	11	11.08.2007	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	76880	Uklart	1	64.4
Hattesvingen	11	26.10.2006	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	210249	Uklart	2	
Heibergs gate	7	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	63202	uklart	1	57.8
Helneveien	37	14.08.2008	Rekkehus	Separatsystem	Overvann	Ikke innredet	63114	Uklart	1	57.8
Helneveien	29	15.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Ikke innredet	35719	100	1	57.8
Helneveien	37	25.08.2006	Rekkehus	Separatsystem	Spillvann	Ikke innredet	82 463	Uklart	2	
Helneveien	26	11.08.2007	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	42238	Uklart	1	
Helneveien	26	13.07.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	67082	Uklart	1	
Helneveien	26	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	59488	Uklart	1	57.8
Henrik Jamissens vei	16	14.08.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	34 933	10	1	57.8
Henrik Jamissens vei	16	13.07.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	11 625	Uklart	1	
Henrik Jamissens vei	14C	13.07.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	18 575	Uklart	1	
Henrik Jamissens vei	14D	13.07.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	20 412	Uklart	1	
Henrik Jamissens vei	14F	13.07.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	21 400	Uklart	1	
Henrik Jamissens vei	12	13.07.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	7 900	Uklart	1	
Henrik Jamissens vei	12F	13.07.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	47 350	Uklart	1	
Henrik Jamissens vei	12E	13.07.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	24 280	Uklart	1	
Henrik Jamissens vei	14F	14.08.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	35 150	Uklart	1	57.8
Henrik Jamissens vei	12	14.08.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	26 050	Uklart	1	57.8
Henrik Jamissens vei	12	14.08.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	4 300	Uklart	1	57.8
Henrik Jamissens vei	4C	14.08.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	10 455	Uklart	1	57.8
Henrik Jamissens vei	4F	14.08.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	16 051	Uklart	1	57.8
Henrik Jamissens vei	14D	14.08.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	20412		1	
Henrik Jamissens vei	18A	13.07.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	18 575	Uklart	1	
Henrik Jamissens vei	18D	14.08.2008	Rekkehus	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	36 085	20	1	57.8
Holmegata	22	26.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	37 616	Uklart	1	
Ila alle	26	13.07.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Ikke innredet	37 711	10	1	
Karstensens vei	37	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	155 696	10	1	57.8
Karstensens vei	34A	14.08.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	384 362	Uklart	1	57.8
Karstensens vei	24	14.08.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	135 603	20	1	57.8
Kilevoldveien	22	08.07.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	149 573	10	1	
Kjøberggaten	51A	14.08.2008	Små hus m/3 boliger	Fellesavløpssystem	Overvann	Ikke innredet	34 782	70	1	57.8
Kjøberggaten	51	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	289 602	70	2	57.8
Kjøberggaten	51	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	100000	Uklart	2	54.8
Knipleveien	41	11.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	173 368	Uklart	1	64.4
Knipleveien	41	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	367 831	40	3	
Konditorveien	12	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Ikke innredet	13 126	10	1	
Konditorveien	14	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	294 850	8	1	
Langøyveien	42	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Ikke innredet	14 420	50	1	57.8
Lauritz Johnsens vei	22	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	35 497	5	3	
Lauritz Johnsens vei	8A	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	67 921	Uklart	1	57.8
Lauritz Johnsens vei	8A	11.07.2007	Enebolig med hybel.	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	315 884	10	3	
Lauritz Johnsens vei	30	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	111 742	15	1	
Lauritz Johnsens vei	10	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	17 065	Uklart	1	
Lauritz Johnsens vei	8A	13.07.2008	Enebolig med hybel.	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	299 273	15	3	
Linneaveien	1	11.08.2007	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	213 822	120	1	
Linneaveien	1	15.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	44398	Uklart	1	57.8
Lislebyveien	209B	14.08.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	76 778	Uklart	1	57.8
Lislebyveien	209A	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	257 050	12	1	57.8
Løvliveien	11	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	75 392	10	1	57.8
Mosseveien	242	11.08.2007	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Ikke innredet	52 226	20	1	
Myråsen	12	25.08.2006	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	239 091	Uklart	1	
Myråsen	10	25.08.2006	Enebolig	Separatsystem	Overvann	ikke innredet	86388	Uklart	1	
Myråsen	14	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	131 641	Uklart	1	57.8
Myråsen	14	25.08.2006	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	131 808	Uklart	1	
Oredalsveien	19	26.10.2006	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	36616	15	1	
Oredalsveien	106	11.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	110 470	Uklart	1	
Oredalsveien	96	11.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	60738	Uklart	1	
Oredalsveien	29	16.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	122 132	Uklart	1	

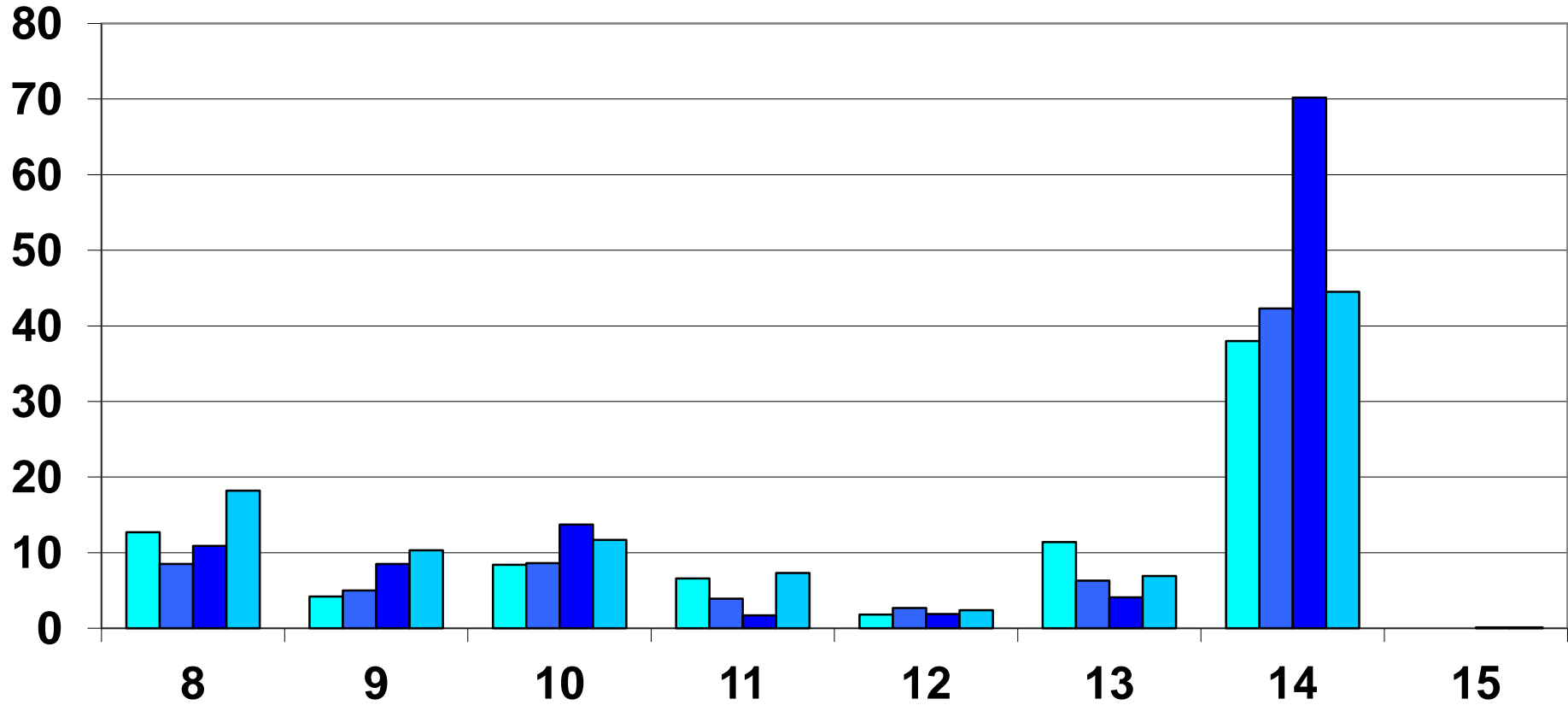
Oredalsveien	43	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	123721	30	3	57.8
Oredalsveien	43	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	81820	Uklart	3	54.8
Oscar Schies vei	6	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	42 277	60	1	57.8
Oscar Schies vei	6	11.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	17 071	30	1	
Oslogata	37	13.07.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	42 811	Uklart	1	
Paul Holmsens vei	4	13.07.2008	Stor enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	28 462	Uklart	1	
Paul Holmsens vei	2	13.07.2008	Stor enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	28 462	Uklart	1	
Paul Holmsens vei	1	12.07.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	92 342	Uklart	1	64.4
Paul Holmsens vei	1	11.08.2007	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	195 156	Uklart	1	
Paul Holmsens vei	9A	12.07.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	323 618	Uklart	1	
Peer Gynts vei	1	28.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	44 233	Uklart	1	
Rektor Østbyes gate	7	11.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Ikke innredet	33 912	Uklart	1	
Repslagerveien	10	13.07.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	30 709	uklart	1	
Roald Amundsens vei	1	14.08.2008	Enebolig med hybel.	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	116 037	Uklart	1	57.8
Sareptaveien	105	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	89 940	10	1	57.8
Solveien	90	11.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	42 318	120	1	
Sponheimveien	17	15.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	27 730	10	1	57.8
Sportsveien	1	13.07.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	52 675	10	1	
Sundsveien	6	11.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	121 695	20	1	
Sølands vei	4	11.08.2007	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Ikke innredet	59 155	5	1	
Sølands vei	6A	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	140 144	10	1	57.8
Søren Klæboes vei	5B	13.07.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	29 074		1	54.8
Søren Klæboes vei	5A	11.08.2007	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	44 965	20	1	
Søren Klæboes vei	3A	11.08.2007	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	29 093	Uklart	1	
Søren Klæboes vei	11	12.08.2007	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	27 580	25	1	
Søren Klæboes vei	3A	13.07.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	97 819	25	1	
Trolldalen	24	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Ikke innredet	107 058	30	1	57.8
Tyrihjellevien	9C	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	13 600	5	1	
Tyrihjellevien	9C	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	36 700	50	1	57.8
Tyrihjellevien	9E	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	135 751	60	1	57.8
Anton hansens vei	3	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	21 475	25	1	57.8
Anton hansens vei	3	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	21475	Uklart	1	
Dragerveien	11	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	62425	30	1	
Dragerveien	23	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	128408	Uklart	2	
Kråkerøyveien	160	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	602 409	20	1	57.8
Løvliveien	7B	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	368 840	30	1	57.8
Nøkledypveien	1	13.07.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	102 432	5	1	54.8
Nøkledypveien	1	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	143 026	Uklart	1	57.8
Rødsveien	2	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	135 354	100	1	57.8
Sølands vei	22E	14.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Spillvann	Innredet kjeller	378 319	6	1	57.8
Trolldalen	31B	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Spillvann	Delvis innredet kjeller	59 909	Uklart	1	57.8
Trolldalen	23	14.08.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Separatsystem	Spillvann	Innredet kjeller	433 140	10	1	57.8
Tyrihjellevien	7	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	10 000	Uklart	1	57.8
Tyrihjellevien	9D	13.08.2008	Enebolig	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	258 990	Uklart	1	
Tyrihjellevien	5B	14.08.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Overvann	Innredet kjeller	25 857	30	1	57.8
Vaterlandsveien	8	14.08.2008	Tomannsbolig,vertikalt delt	Fellesavløpssystem	Spillvann	Ikke innredet	21 620	10	1	57.8
Vennelystveien	9	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Separatsystem	Overvann	Ikke innredet	81 654	Uklart	1	57.8
Vennelystveien	11	14.08.2008	Tomannsbolig,horisontalt delt	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	213 884	10	1	57.8
Vikerfjellet	21	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	26 977	Uklart	1	57.8
Vikerveien	90	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	270 595	40	1	57.8
Vikerveien	43	13.07.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	15 847	Uklart	1	54.8
Vollebergveien	3	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	63 443	Uklart	1	57.8
Vollebergveien	5	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Delvis innredet kjeller	64 314	40	1	57.8
Vollebergveien	7	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Ikke innredet	101 012	8	1	57.8
Vollebergveien	13	14.08.2008	Enebolig	Separatsystem	Overvann	Innredet kjeller	132 110	30	1	57.8

17498259.08

Vedlegg 2

8-15.08.2008

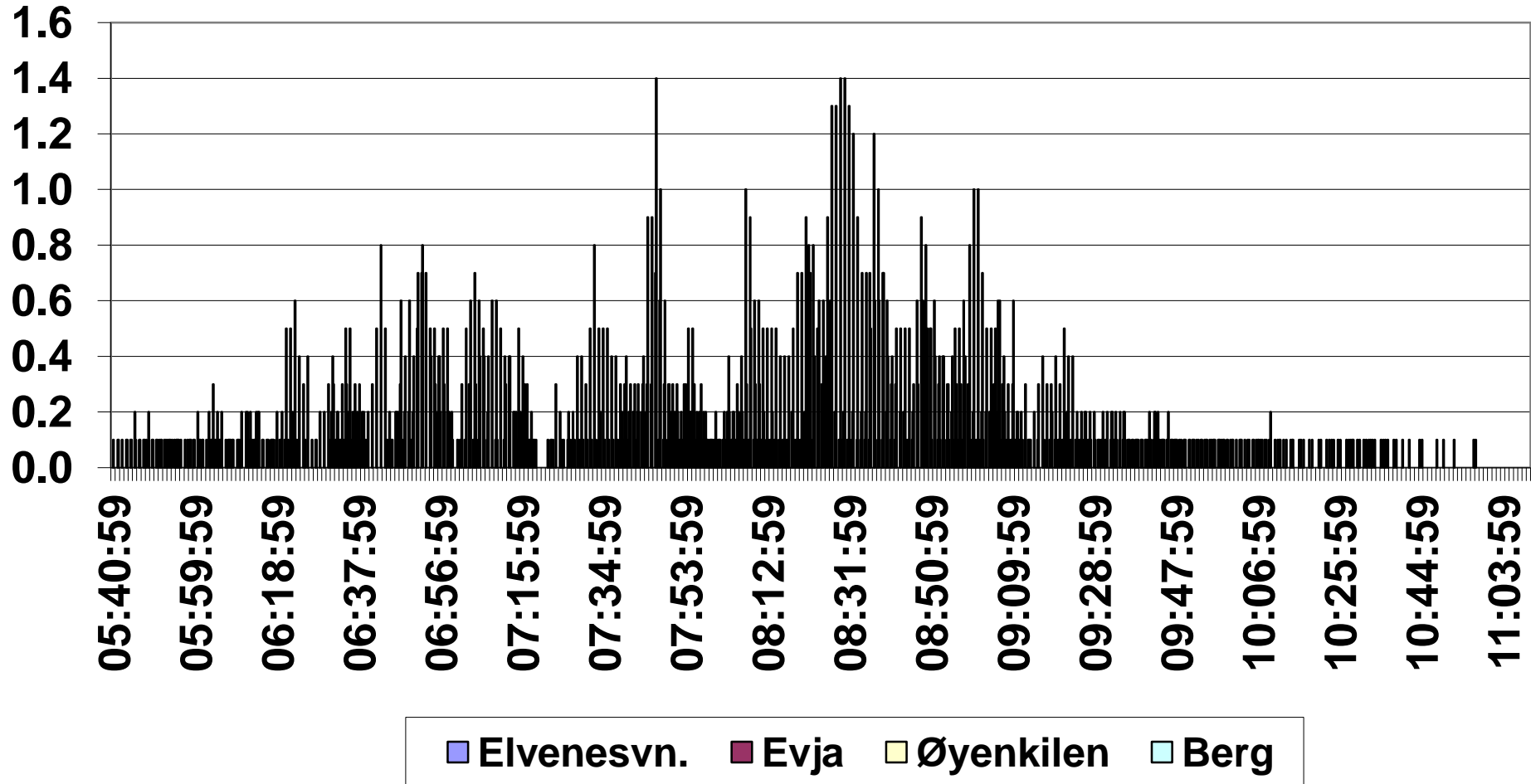
mm / døgn



Vedlegg 3

14.8.2008 kl. 05.40 - 11.05

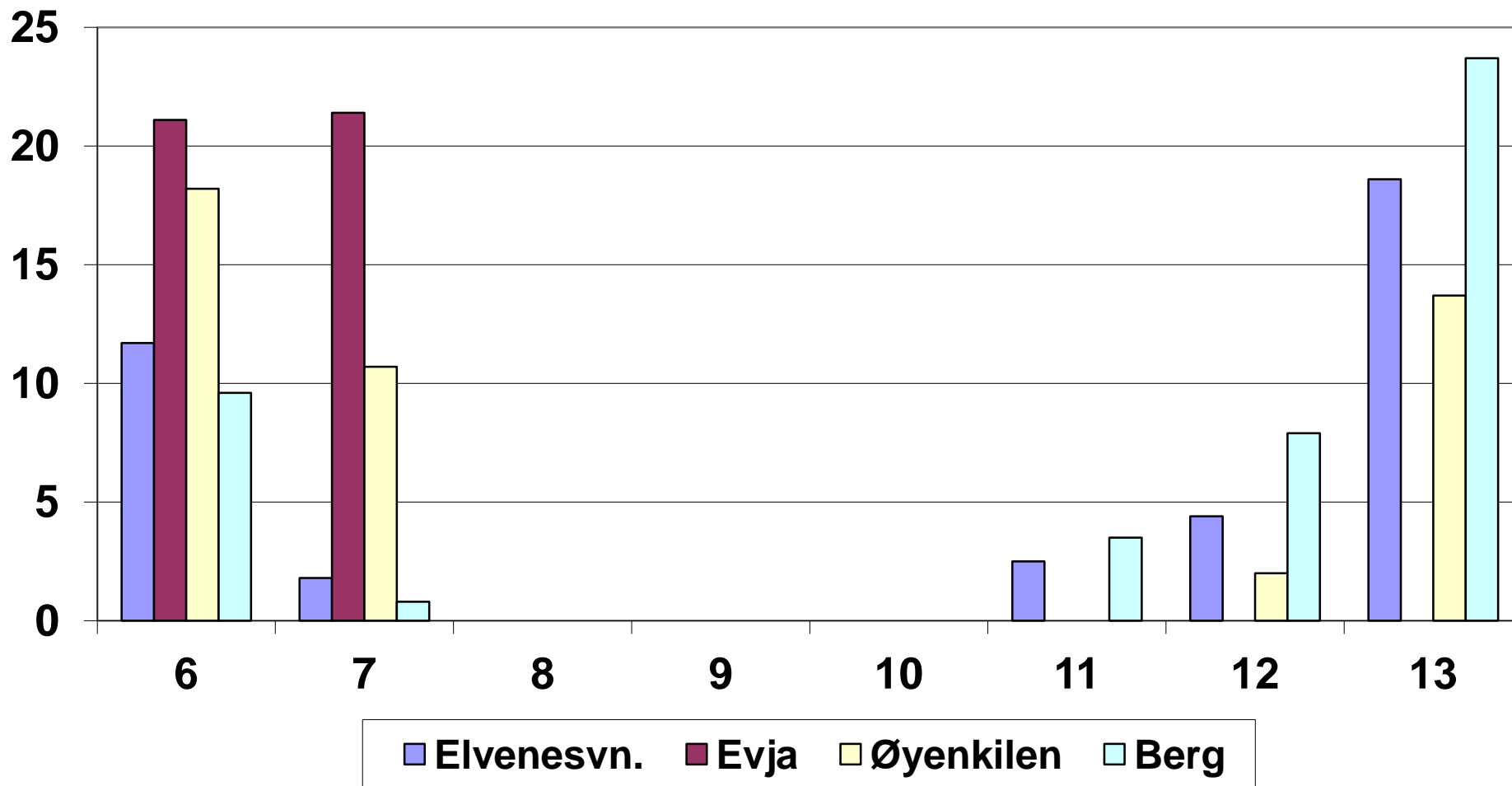
mm / min



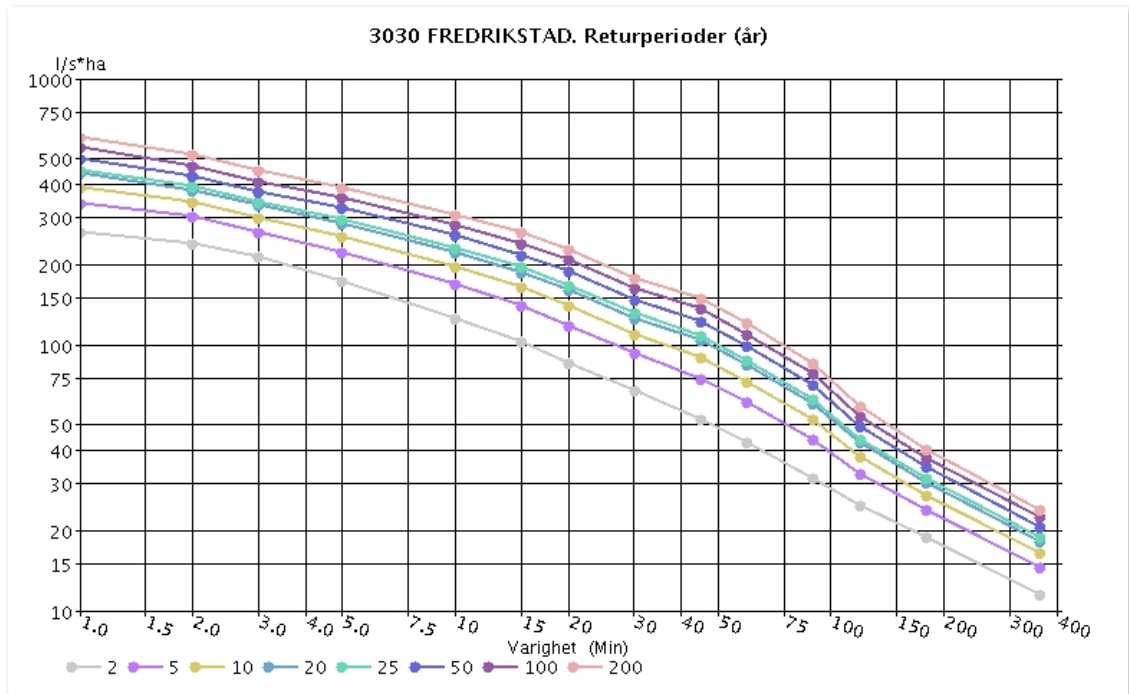
Vedlegg 4

6-13.7.2008

mm / døgn



Vedlegg 5



Vedlegg 6

Estimat av returperiode for aktuell nedbørhendelse vha. stasjonens IVF-kurver

Stasjoner							
Stnr	Navn	I drift fra	I drift til	Hoh	Kommune	Fylke	Region
3030	FREDRIKSTAD	mai 1970		30	FREDRIKSTAD	ØSTFOLD	ØSTLANDET

Alle måleserier for korttidsnedbør er korte når det gjelder returperioder på 50 år og lengre. Estimat med slike returperioder må derfor benyttes med forsiktighet.

Returperioder(år); Nedbørintensitet(l/s*ha)

3030 FREDRIKSTAD

Periode: 1970 - 1995

Antall sesonger: 25

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.	720 min.	1440 min.
2	262,7	239,1	211,7	173,9	125,6	102,5	86,7	67,7	52,7	42,6	31,8	26,3	19,8	12,1	6,9	4,2
5	338,6	300,2	264,1	221,2	167,1	139,1	118,9	92,7	74,5	60,4	44,0	34,9	25,5	14,9	8,4	5,1
10	388,8	340,6	298,8	252,5	194,6	163,4	140,2	109,2	88,9	72,2	52,1	40,7	29,2	16,8	9,3	5,7
20	436,9	379,4	332,1	282,5	220,9	186,6	160,6	125,1	102,7	83,5	59,8	46,1	32,8	18,5	10,2	6,3
25	452,2	391,7	342,7	292,0	229,3	194,0	167,1	130,1	107,1	87,1	62,3	47,9	34,0	19,1	10,5	6,5
50	499,3	429,6	375,2	321,3	255,0	216,8	187,1	145,6	120,6	98,2	69,9	53,2	37,5	20,8	11,4	7,1
100	546,0	467,2	407,5	350,4	280,6	239,3	206,9	160,9	134,0	109,1	77,4	58,6	41,0	22,6	12,3	7,6
200	599,3	513,3	447,4	382,6	305,9	260,0	225,0	174,8	146,0	118,5	84,1	63,2	44,1	24,1	13,0	8,2

Data er gyldig per 15.04.2013 ([CC BY 3.0](#)), met.no

eklima@met.no