

Beregnet til

Oslo kommune, Klimaetaten

Dokument type

Utredning

Dato

Mars, 2019

EKSTREMNEDBØR OSLO **SKADEOMFANG OG** **KOSTNADER**



EKSTREMNEDBØR OSLO SKADEOMFANG OG KOSTNADER

Oppdragsnavn **Ekstremnedbør Oslo – Skadeomfang og kostnader**
Prosjekt nr. **1350029809**
Mottaker **Oslo kommune, klimaetaten**
Dokument type **Utredning**
Versjon **02**
Dato **29.03.2019**
Utført av **Bjørnar Nordeidet, Charlotte Bjørn Hansen, Trine Stausgaard Munk og
Christian Nyerup Nielsen**
Kontrollert av **Lorentz Reinertsen**
Godkjent av **Bjørnar Nordeidet**
Beskrivelse **Studie av skadeomfang og kostnader ved ekstremnedbør i Oslo sentrum,
Bislett**

Rambøll
Kongleveien 45
N-9510 Alta

T +47 78 44 92 22
F +47 78 44 92 20
<https://no.ramboll.com>

INNHOLDSFORTEGNELSE

Sammendrag	3
Begreper	4
1. Innledning	5
2. Mål og avgrensning	6
2.1 Hoved- og delmål	6
2.2 Avgrensning av oppgave	6
3. Hovedaktiviteter og leveranser i prosjektet	7
4. Metoder og verktøy	8
4.1 Generell beskrivelse av metoden	8
4.2 Valg av hovedkategorier	8
4.3 Verdisettingsmetode	8
4.3.1 Verdisetting basert på nasjonale erfaringstall	9
4.3.2 Verdisetting ved verdioverføring av utenlandske erfaringstall	9
4.4 Terskelverdier	11
4.4.1 Helse og liv	11
4.4.2 Skader på bygninger	12
4.4.3 Skader på samfunnskritisk infrastruktur	13
4.4.4 Natur og miljø	14
4.5 FME/GIS-analyser for stedfesting, analyser og kostnadsberegning	15
5. Verdisetting og terskelverdier	16
5.1 Nødvendige grunnlagsdata (offentlige tilgjengelige data og Oslo kommune)	16
5.2 Verdisetting av katalogens skadekategorier	17
5.2.1 Helse og liv	17
5.2.2 Bygningsskader, opprydning og produksjonstap	18
5.2.3 Samfunnskritisk infrastruktur	21
5.2.4 Miljø og natur	29
6. Ekstremregn over Bislett	32
6.1 Ekstremregn rammer Bislett	33
6.1.1 Nedbørhendelsen	33
6.1.2 Bislett eksempelområde	34
6.2 Konsekvenser og skader for Bislett	37
6.3 Tilgjengelige data for Bislett og konsekvenser for kostnadsanalyse	39
6.4 Hvor og hvor hardt rammet overvannsflommen?	40
6.5 Samfunnsøkonomiske kostnader	44
6.5.1 Helse og liv	44
6.5.2 Bygningsskade og produksjonstap	45
6.5.3 Samfunnskritisk infrastruktur	47
6.5.4 Miljø og natur	55
6.5.5 Ikke prissatte kostnader for Bislett	56
7. Konklusjoner og anbefalinger	58
7.1 Hovedkonklusjoner	58
7.2 Forbedringer	58
7.3 Gjenbruk av metode og kostnadstall	58
7.4 Anbefalinger for videre arbeider	59
8. Referanser	61

Vedlegg:

V01 Enhetspriser og terskelverdier, inndelt i hoved- og underkategorier.

Figur oversikt:

Figur 1 Hovedaktiviteter og leveranser i prosjektet.	7
Figur 2 Flomfareklasser for personer utsatt for flom.	12
Figur 3 Stabil steindiameter (m) for erosjonssikring for ulike hastigheter (m/s).	14
Figur 4 Bislett eksempelområde. Bislett stadion ses midt i området.	32
Figur 5 Oversikt over Bislett studieområde, gul firkant.	34
Figur 6 Største nedbørfelt frem til og gjennom studieområdet. Totalt 2,11 km ²	36
Figur 7 Forenklet flomanalyse 1D og forsenkninger ved 155 mm nedbør (SCALGO).	37
Figur 8 Illustrasjon av overvannsflom.	38
Figur 9 Illustrasjoner av urban overvannsflom	39
Figur 10 Beregnede flomdybder for Bislett.	41
Figur 11 Beregnede flomhastigheter (m/s).	42
Figur 12 Beregnede flomfareklasser for personer utendørs basert på DEFRA: Cl 1: Fare for noen, Cl 2: Fare for de fleste, Cl 3: Fare for alle.	43
Figur 13 Beregnede skadekostnader for bygninger.	46
Figur 14 Beregnede skadekostnader for veier.	49
Figur 15 Beregnede ventetid kostnader for veier.	51
Figur 16 Beregnede skadekostnader for trikk.	52
Figur 17 Identifiserte VA-grøfter som får skade som følge av erosjon.	54
Figur 18 Beregnede kostnader for opprydding av grønne områder.	56
Figur 19 Rambølls metode for å finne optimalt servicenivå for håndtering av overvann.	60

SAMMENDRAG

Rambøll har på oppdrag fra Oslo kommune, Klimaetaten, gjennomført en studie knyttet til **skadeomfang og kostnader** ved ekstremnedbør og etterfølgende **urban flom** i Oslo sentrum.

Det er utarbeidet en komplett katalog med **enhetspriser og terskelverdier** for de mest sentrale hoved- og underkategorier. Kostnadene er dels basert på norske tall, og dels basert på internasjonale erfaringstall tilpasset norske forhold. Katalogen og beskrevne metoder vil kunne brukes for hele Oslo.

For å illustrere bruk av metoden er det utført en **analyse av et studieområde** i Oslo sentrum, nærmere bestemt på **Bislett**. For dette studieområdet er **skadeomfang beskrevet og kostnadsberegnet i detalj**, for en tenkt hendelse, basert på de grunnlagsdata som ble fremskaffet til analysen. Scenarioet som er analysert er en ekstremnedbørhendelse som tilsvarende den såkalte «Københavnshendelsen», som er ca. 3 ganger større enn det som er målt i Oslo tidligere. Likevel er det ikke usannsynlig at en slik hendelse også vil kunne skje i Oslo, ref. senere års hendelser i nordiske byer siste 5 år.

Resultatene viste som forventet meget omfattende skader, og de totale kostnader ble beregnet til **minst 580 millioner kroner**. Dette tilsvarer ca 1060 kr/m² sum studieområde.

Skader på **bygninger og innbo** utgjør den høyeste kostnaden på **ca 351 mill NOK**, og av dette utgjør private bygg ca. 260 mill NOK. Deretter følger skader på kritisk infrastruktur, hvor skader på vei dominerer og utgjør ca. **138 mill NOK** av **totalt 226 mill NOK**. Skader på trikk og VA/rør/kabel-grøfter utgjør til sammen ca. **80 mill NOK** av 216 mil NOK.

Metoden som benyttes til å verdsette kategoriernes enhetspriser følger de nåværende retningslinjene innen dette område. Dette betyr at verdisseting-metoden ikke gjelder utelukkende for Oslo, men kan brukes til **verdisseting av sosioøkonomiske kostnader i hele Norge**. De faktiske kostnadstallene i katalogen er utarbeidet på grunnlag av en rekke lokalspesifikke parametere for Oslo kommune, for eksempel lønnsnivå, leiepriser mv. (se beskrivelsene i kapittel 6.2). Dette betyr at ikke alle verdier kan benyttes direkte i andre byer enn Oslo, uten å først standardisere for disse lokalspesifikke faktorene.

Denne studien har fremskaffet nødvendig datagrunnlag og enhetspriser for detaljerte analyser av skadeomfang og kostnader som følge av urbane flommer. Videre har den vist kostnader for en enkelt ekstremnedbørhendelse.

Basert på resultater fra dette studie anbefales det at de skader som har størst betydning velges ut for fremtidige studier. Metoden vil være å velge ut de skader som utgjør mer enn x% av alle skader og deretter legge til et usikkerhetstillegg for fremtidige beregninger. Dette vil gjøre beregningene smidigere i forhold til beregning av den årlige risiko og et optimalt servicenivå.

En naturlig fortsettelse og utvidelse vil være å gjennomføre en analyse av **den årlige risiko, målt i kroner, og identifisere et anbefalt/optimalt servicenivå for ulike bydeler**. Dette gjelder primært for håndtering av urbant overvann, under og oppå bakken, ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv, -herunder vurderinger av merverdi. Optimalt servicenivå finnes ved å se på hva det vil koste å sikre et område til forskjellige gjentakintervaller for oversvømmelser, og sammenholde omkostningen for dette med hva man sparer på grunn av færre årlige skade-omkostninger.

BEGREPER

Enhetspriser	Priser for omkostninger eller gevinster definert i kr./enhet, som brukes til å beregne skadevirkninger og merverdi. Enhetspriser dekker eksempelvis omkostninger ved oversvømmelse av et byggverk eller den økonomiske gevinsten ved å forbedre vannkvaliteten.
Ekstremnedbør	Nedbørhendelser som kan føre til skade på liv og verdier.
Ekstremnedbørhendelse	I denne utredning definert som en ekstrem skybruddshendelse/monsterregn, tilsvarende Københavnhendelsen i 2011.
Flomtyper:	
Fluvial flom	Oversvømmelse som skyldes for stor vannføring i elv eller bekk
Pluvial flom	Oversvømmelse på grunn av et regn som gir overvannsavrenning på overflatene, før avrenningen renner inn i et vassdrag eller ledningsnett.
Avløpsnett flom/oversvømmelse	Oversvømmelse forårsaket av for liten kapasitet i avløpsnettet i forhold til den aktuelle regnhendelsen.
FME	FME (Feature Manipulation Engine) er en programvare og verktøy som konverterer og integrerer de fleste dataformater, spesielt geografiske. Benyttes i denne studie blant annet til å identifisere hvilke skadeobjekter som blir berørt av flomhendelsen i henhold til terskelverdier, summere disse og beregne kostnad ved kobling mot enhetspristabell.
Københavnhendelsen	«Monsterregn» som falt over København 2. juli 2011. I gjennomsnitt falt det ca. 120 mm over København. Medførte forsikringsutbetalinger på over 6 milliarder danske kroner. (I tillegg kommer skader på verdier som ikke var forsikret.)
Merverdi	Gevinster som skapes eller oppstår som følge av klimatilpasningstiltak, for eksempel økt trygghet og bedre vannmiljø.
Servicenivå avløp	Nivå og kvalitet på tjenester innen avløpshåndtering, herunder kapasiteter for overvann/skybrudds-håndtering over og under bakken.
Skadekart	Skader vist geografisk ved en enkeltstående nedbørhendelse og med et gitt gjentakintervall.
Skybrudd eller styrtregn	Et skybrudd eller styrtregn (konvektiv nedbør) er en ekstremt kraftig regnbyge i et begrenset område og over kort tid, gjerne minutter eller over få timer. Meteorologisk institutt (MET) varsler styrtregn ved å sende ut farevarsel når det ventes kraftige regnbyger, men dagens modeller er lite treffsikre.
Terskelverdi	Terskel-/grenseverdi er en betingelse for når en skade vil oppstå som følge av flom. Dersom en terskelverdi (evt. kombinasjon av flere) overstiges oppstår skade. For eksempel vil et byggverk uten kjeller som regel få skader dersom vann-dybden utenfor byggverket overstiger 10-40 cm. Terskelverdier for erosjon er knyttet til flomhastighet (m/s), mens fare for personskade utendørs er knyttet til en kombinasjon av vann-dybde og flomhastighet.
ÅDT	Summen av antall kjøretøy som passerer et punkt på en vegstrekning (for begge retninger sammenlagt) gjennom året, dividert på årets dager, altså et gjennomsnittstall for daglig trafikkmengde.

1. INNLEDNING

Miljødirektoratet lyser årlig ut midler i tilskuddsordningen «Tilskudd til klimatilpasningstiltak». Formålet med tilskuddsordningen er å øke kunnskapen om hvordan klimaendringene berører kommunenes ansvarsområder, og til hvilke tiltak kommunen må iverksette for å møte klimaendringene. Viktige kriterier for å bli tildelt midlene er hvorvidt kunnskapen som innhentes berører kommunens ansvarsområder og hvorvidt læringspunktene er overførbare til andre steder.

Oslo kommune har utfordringer med overvann i byen i forbindelse med ekstremregn og vedvarende regn. En av grunnene til det er, som i mange andre byer, begrenset areal til å håndtere overvann og flomvann på en god måte. En viktig del av arbeidet med håndtering av overvann er vurdering av kost-nytte av forskjellige typer tiltak. Selv om det er lagt ned mye arbeid i innhenting av data på kostnadssiden ved forskjellige typer overvann- og flomskader er det manglende kunnskap på hvordan en ekstremnedbørshendelse i Oslo ville artet seg.

Rambøll Norge har i nært samarbeid med Rambøll Danmark, fått i oppdrag av Oslo kommune, klimaetaten, å gjennomføre en **studie knyttet til skadeomfang og kostnader ved ekstremnedbør i Oslo sentrum**.

Prosjektgruppen har bestått av følgende personer:

Oslo kommune:

Linn Marie Heimberg, klimaetaten (prosjektleder)

Alexandra Marietta Röttorp

Julia Kvitsjøen

Almudena Diaz Camacho

Webjørn Finsland

Rambøll:

Bjørnar Nordeidet (oppdragsleder Rambøll)

Charlotte Bjørn Hansen

Trine Stausgaard Munk

Lorentz Reinertsen

Christian Nyerup Nielsen

Jakob Rosenberg Nielsen

Formålet med denne studien har vært å fremskaffe datagrunnlag for gjennomføring av fremtidige risiko- og kostnytte-analyser ved vurdering av konsekvenser fra fluviale og pluviale flommer i urbane områder. Videre viser studien et eksempel på denne type analyser og beregninger for et konkret område av Oslo sentrum, og for en konkret og ekstrem nedbørshendelse.

Klimaendringer fører til flere og mer intense nedbørshendelser med påfølgende skader. Fra 2008 til 2016 økte antall overvannsskader fra 18000 til 26000 [31].

2. MÅL OG AVGRENSNING

2.1 Hoved- og delmål

Hovedmålet med studien har vært å fremskaffe datagrunnlag for vurdering av **konsekvenser og beregning av kostnader for fluviale og pluviale flommer i urbane områder**.

Studiet skal bidra til å belyse hvilke skader og skadeomfang som kan forventes i Oslo, på hvilken måte og hvilket omfang en ekstremnedbørhendelse kan gi fare for liv og helse og hvilke kostnader en slik hendelse kan medføre. Studiet skal ta utgangspunkt i modelleringsresultater av en ekstremnedbørshendelse i Oslo og gjøre en analyse ved å ta utgangspunkt i ekstremnedbørshendelser andre steder i verden med sammenliknbar topografi, grunnforhold og kvalitet på infrastruktur.

Et delmål har vært å **fremskaffe enhetskostnader** for de mest sentrale skadekategorier og hvor vi samtidig har erfaringsdata fra andre byer/kilder. Videre har det vært et viktig delmål og tilpasse vurderingene og kostnadsberegningene til et konkret demonstrasjonsområde (Bislett) basert på tilgjengelige/fremskaffede grunnlagsdata.

Studiens viktigste leveranser er en **katalog med enhetspriser og anbefalte terskelverdier**, samt **beskrivelser av skader og konsekvenser ved urbane flommer** generelt, og for et område av Bislett spesielt.

2.2 Avgrensning av oppgave

Oppgaven er begrenset til konsekvenser og skader ved ekstreme overvannsflokker i urbane områder (pluvial flom), men kan også benyttes for urbane bekke- og elveflokker (fluvial flom), samt i noen grad også for stormflo.

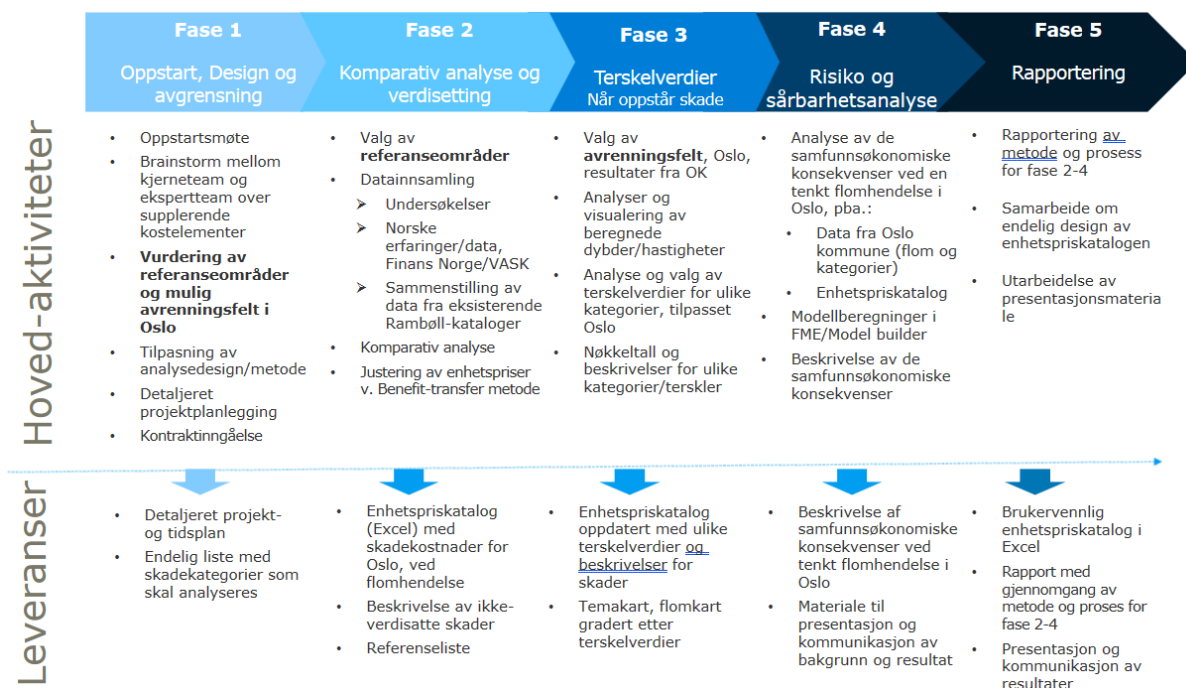
Videre er valg av hoved- og del-kategorier og tilhørende enhetspriser basert på tidligere erfaringsdata fra sammenlignbare byer i utlandet, samt fra NVEs skadekostnadsbase for store elveflokker. Skade- og erfaringsdata fra norske urbane overvannshendelser er begrenset og i liten grad systematisert.

For demonstrasjonsområde Bislett er vurderinger og kostnadsberegninger begrenset til en enkelt ekstremnedbørhendelse tilsvarende «København hendelsen». Dette er med andre ord ingen risiko eller kost-nytte analyse knyttet til ulike ekstrem nedbørhendelser. Slike analyser vil være en naturlig videreføring av dette prosjekt.

3. HOVEDAKTIVITETER OG LEVERANSER I PROSJEKTET

Prosjektet har vært delt inn i 5 hovedfaser med tilhørende del-leveranser:

1. Oppstart design og avgrensning: Prosjekt og tidsplan samt liste over kategorier
2. Komparativ analyse og verdisetting: Enhetspriskatalog og beskrivelser samt referanseliste.
3. Terskelverdier (når oppstår skade): Terskelverdier for alle kategorier samt temakart fra flomberegninger
4. Risiko og sårbarhetsanalyse: Beskrivelser og temakart
5. Rapportering: Sluttrapport med temakart og endelig enhetspriskatalog



Figur 1 Hovedaktiviteter og leveranser i prosjektet.

4. METODER OG VERKTØY

I dette kapitlet beskrives den overordnede metoden som er benyttet til verdisseting av samfunnsøkonomiske omkostninger i Norge.

Avsnittet er oppbygd av følgende underavsnitt, som gjennomgår:

- Generell beskrivelse av metoden
- Valg av konstadskatalogens hovedkategorier
- Verdisettingsmetode
- Terskelverdier
- FME/GIS-analyser for stedfesting, analyser og kostnadsberegning

Etterfølgende delkapitler beskriver til sammen den fulle metodiske fremgangsmåten til oppbyggingen av kostnadskatalogen og verdisseting av enhetspriser basert på en gitt terskelverdi.

4.1 Generell beskrivelse av metoden

Rambøll har i de senere år gjennomført en rekke risiko- og kost-nytte analyser knyttet til overvannsflo/ skybrudshendelser. Dette gjelder blant annet for København, Gøteborg, Washington og New York City (forstad). Erfaringene fra disse utredningene har vært meget nyttige også i denne studie, blant annet for å supplere mangler i norske erfaringsverdier.

Valgt metode følger prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv. blant annet fra Finansdepartementet [11]. Videre har det vært fokus på å indentifisere og bruke norske erfaringstall knyttet til kostnader så langt som mulig, og deretter supplere med erfaringer fra andre land.

Vedrørende terskelverdier er det en samlet vurdering basert på Rambølls tidligere erfaringer, litteratursøk samt befarings på Bislett.

4.2 Valg av hovedkategorier

Kostnadskatalogen er delt inn i hovedkategorier basert på hvilke deler av samfunnet som blir berørt av en ekstremnedbørhendelse. Kategoriene, og deres underkategorier (se Vedlegg 01), er utarbeidet i fellesskap mellom Oslo kommune og Rambøll.

Katalogens hovedkategorier er følgende:

- Helse og liv
- Bygningsskade og produksjonstap
- Samfunnskritisk infrastruktur
- Natur og miljø

Disse fire kategorier danner videre den overordnede strukturen i kostnadskatalogen.

4.3 Verdisettingsmetode

Verdisettingen av katalogens enhetskostnader følger prinsippene og kravene til verdisseting av kostnader for samfunnet, som beskrevet i Finansdepartementets Rundskriv R [11].

Enhetsprisene er fastsatt med utgangspunkt i en kombinasjon av verdissetingsmetoder. Dette skyldes dels at datatilgjengeligheten og -kvaliteten varierer alt etter skadekategori, og dels at

ikke alle samfunnsøkonomiske kostnader har tilgjengelige markedspriser som de kan beregnes etter.

Den anvendte verdsettelsesmetoden kombinerer følgende to fremgangsmåter for verdsettelse av katalogens enhetspriser:

- Verdsettelse basert på nasjonale erfaringstall
- Verdsettelse ved overføring av internasjonale erfaringstall korrigert for norske forhold

Utgangspunktet for verdsettelsen har vært å anvende nasjonale erfaringstall for skadekostnader. I tilfeller det ikke eksisterer norske erfaringstall, er verdsettelsen basert på internasjonale erfaringstall.

I kommende underavsnitt, 5.4.1-5.4.2, beskrives de to verdsettelsesmetodene nærmere, samt kildene som ble benyttet.

4.3.1 Verdsettelse basert på nasjonale erfaringstall

Utgangspunktet for verdsettelsen har vært å samle og anvende norske erfaringstall for samfunnsøkonomiske kostnader ved flomhendelser. Dette har hatt til formål å sikre at katalogens enhetskostnader er rettvise for de faktiske skadekostnadene for det norske samfunn ved en hendelse.

Utvalget av hvilke norske erfaringstall som skal brukes i verdsettelsen er på bakgrunn av en vurdering av: a) relevans, b) kvalitet, c) overførbarhet til hendelsestypen og d) generaliserbarhet på samfunnsnivå. Denne utvelgelsesmetoden har til formål å sikre kvaliteten på katalogens enhetsverdi.

Verdsettelsen av skadekostnadene er basert på erfaringstall fra følgende kilder¹:

- Oslo Kommune: «Erfaringsdata kostnader graveprosjekter, INDEX 2017» [29]
- Multiconsult: «Klimatilpassing: Kost nytteanalyse for bruk av vei som flomvei» (2018) [6]
- COWI: «Konsekvenser av økt nedbør, havnivåstigning, stormflo, bølge og strømforhold» (2017) [9]

Selv om det er tatt i bruk norske erfaringstall, kan det fortsatt være en viss usikkerhet ved bruken av enhetsprisen. Dette skyldes at det i vurderingen av erfaringstall ikke er mulig å ta høyde for alle underliggende faktorer som kan ha påvirket skadekostnadene.

4.3.2 Verdsettelse ved verdioverføring av utenlandske erfaringstall

I de tilfeller der det ikke har vært tilgjengelige eller relevante norske erfaringstall, har det i stedet blitt anvendt internasjonale erfaringstall og enhetspriser. Disse tallene er standardisert på bakgrunn av lokale forhold for å sikre overførbarheten til norsk kontekst. Utvalget av de utenlandske erfaringstallene er, på samme måte som de norske, vurdert på bakgrunn av a) relevans, b) kvalitet, c) overførbarhet til hendelsestypen og d) generaliserbarhet på samfunnsnivå, for å sikre kvaliteten.

¹ Rambøll har i fremskaffelsen av erfaringstall søkt gjennom en rekke kilder, men kun få har hatt erfaringstall som har vært anvendbare. De søkte kildene har bl.a. omfattet offentlige databaser (bl.a. Finans Norges vannskadestatistikk (VASK)), offentlige myndigheters hjemmesider (bl.a. Meteorologisk Institutt og Norges vassdrags- og energidirektorat), ulike offentlig tilgjengelige rapporter som omhandler ekstremregnhendelser og norske nyhetsmedier (bl.a. aftenposten a, vg.no, nrk.no).

Verdisettingen av de samfunnsøkonomiske kostnadene ved bruk av internasjonale erfaringstall følger to fremgangsmåter: kostnadene beregnes ut fra a) registrerte kostnader eller tilgjengelige enhetspriser eller b) underliggende økonomiske konsekvenser for samfunnet som hendelsen medfører.

a) Kostnadene beregnes ut fra registrerte kostnader/enhetspriser

Den første fremgangsmåten anvender en rekke danske erfaringstall og enhetspriser som enten er offentlig tilgjengelig eller er beregnet av Rambøll på bakgrunn av tidligere analyser (se kildelisten nedenfor)

b) Kostnadene beregnes ut fra underliggende konsekvenser for samfunnet

Den andre fremgangsmåten beregner samfunnsøkonomiske kostnader tilknyttet en ekstremregnhendelse, ved å identifisere hvilke underliggende kostnader dette vil ha for samfunnet. For eksempel blir samfunnskostnadene når en innbygger blir syk som følge av en flomhendelse, vurdert ut fra behandlingskostnadene og produksjonstapet knyttet til en sykehusinnleggelse.

Denne fremgangsmåten kombinerer en rekke generelle antakelser av blant annet risiko, fordelinger og prevalens med norske markedspriser og statistikker (f.eks. for sykdomsbehandling). Dermed sikres det at prissettingen av skadekostnadene er tilpasset norske økonomiske forhold.

De utenlandske erfaringstallene er innhentet fra sammenlignbare danske caser, offentlig tilgjengelige enhetspriser og internasjonale caser og rapporter, fra følgende kilder:

- Norske og danske offentlige enhetspriser:
 - NVE – Nytte/kost-verktøy for prioritering av tiltak mot naturfare (2018) [1]
 - Miljø- og Fødevarerministeriet: PLASK (2018) [12]
 - Transport- og bygningsministeriet: TERESA (2018) [14]
 - Transportministeriet: Transportøkonomiske Enhetspriser v. 1.8 (2018) [13]
- Norske tall og statistikker:
 - Helsedirektoratet – DRG takster [16]
 - SSB-statistikker [18], [22], [23], [24]
 - Felleskatalogen – Medisin [25]
 - Prisdatabase – Samhallseconomiska schablonvarden [28]
 - Skatteetaten [19], [20]
 - Nasjonalbanken [21]
- Caser og rapporter:
 - Skybrudshendelsen i København i 2011 [15]
 - Transportøkonomisk Institutt – Den norske verdsettingsstudien: Tid (2010) [2]
 - Rapporter av COWI [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9]
 - Samferdselsdepartementet – Eksterne marginale kostnader ved transport (2003) [10]

For å sikre anvendelsen av utenlandske erfaringstall og enhetspriser i norsk kontekst, standardiseres verdien for en rekke av opprinnelseslandets spesifikke forhold, som demografi, lønnsnivå og markedspriser. Dette betyr at verdien omregnes fra å være basert på f.eks. danske forhold til i stedet å være tilpasset norske forhold.

Selv om standardiseringen fjerner de mest sentrale landsspesifikke forhold, kan det fortsatt være en viss usikkerhet ved å anvende utenlandske erfaringstall. Dette skyldes at det kan være underliggende lokale eller landsspesifikke forhold det ikke har vært mulig å korrigere for, og som ikke gjelder for forholdene i Norge. For å minimere eventuelle usikkerheter er

standardiseringsparameterne for verdioverføringen gjennomgått av Rambølls norske samfunnsøkonomiske eksperter.

4.4 Terskelverdier

Anbefalte terskelverdier er en kombinasjon av erfaringsverdier, litteratursøk og befarings på Bislett. Terskelverdier og tilhørende enhetspris må ses i sammenheng, og for de fleste kategorier er kilden/referansen den samme.

I det etterfølgende vil terskelverdier for de ulike hovedkategorier blir gjennomgått.

4.4.1 Helse og liv

Skader på helse og liv kan forekomme både innomhus og utendørs.

Det er registrert et fåtall dødsfall og alvorlige skader i Norden i forbindelse med overvannsflo. Disse har vært knyttet til alvorlig sykdom i etterkant pga smitte.

I Europa for øvrig har det imidlertid vært flere dødsfall, blant annet i Nice. Spesielt er det fare for liv i parkeringskjellere og kjellere generelt som fylles raskt. I Nice i oktober 2015 omkom ca. 18 personer i en kraftig flom. Regionens verste hendelse var i juni 2010 da 25 mennesker døde og skadene ble beregnet til 1 milliard Euro [31].



Photo: Sebastien Nogier/EPA.

Innomhus:

For personskade, fysisk og psykisk skade er det satt en terskelverdi på 0,3 meter dybde. For byggverk med kjeller er terskelverdi redusert til 0,03 meter (da vil kjeller kunne fylles opp).

Utomhus:

Det er utfordrende å finne gode estimater og prognoser på hvor og hvordan personer og kjøretøy vil oppføre/forflytte seg under en ekstrem urbanflom. Normal reaksjon vil være å holde seg unna de største flomveiene i gatene. Likevel vil nysgjerrighet, ønske om å redde/kontakte personer eller verdier, komme frem, osv kunne føre til farlige situasjoner.

Vedrørende fare for personer har vi valgt å benytte metode for flomfareklassifisering gitt at DEFA, 2005 [30]. Metoden baserer seg på en kombinasjon av dybde og hastighet:

$$\text{Fareklasse (FK)} = \text{Dybde} + (\text{hastighet} + 0,5).$$

$d + (v+0.5) + DF$	Depth									
Velocity	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
0.00	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00	1.13	1.25
0.50	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
1.00	0.38	0.75	1.13	1.50	1.88	2.25	2.63	3.00	3.38	3.75
1.50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
2.00	0.63	1.25	1.88	2.50	3.13	3.75	4.38	5.00	5.63	6.25
2.50	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50
3.00	0.88	1.75	2.63	3.50	4.38	5.25	6.13	7.00	7.88	8.75
3.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
4.00	1.13	2.25	3.38	4.50	5.63	6.75	7.88	9.00	10.13	11.25
4.50	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75	10.00	11.25	12.50
5.00	1.38	2.75	4.13	5.50	6.88	8.25	9.63	11.00	12.38	13.75

Categories of flood hazard:

	From	To	
Class 1	0.75	1.50	Danger for some
Class 2	1.50	2.50	Danger for most
Class 3	2.50	20.00	Danger for all

Note: The table gives values of flood hazard (= $d \cdot (v+0.5) + DF$)

Figur 2 Flomfareklasser for personer utsatt for flom.

Figur 2 viser verdier for 3 flomfareklasser. Blant annet viser den at klasse 3 (2,5-20), fare for alle, oppnås for eksempel ved en dybde på 1,5 meter og en samtidig hastighet på 1,5 m/s, som gir $FK = 1,5 \cdot 1,5 + 0,5 = 3,0$.

Vi foreslår derfor en terskelverdi på $FK = 1,5$ for personskade og $FK = 2,5$ for (fare for) tapt liv.

4.4.2 Skader på bygninger

For skader på bygninger skilles det mellom byggverk med og uten kjeller, samt produksjonstap og parkeringsplasser (uten biler).

For byggverk med **kjeller** er det i tidligere studier benyttet terskler på 3 cm (Gøteborg) eller 10 cm (København). For Oslo og Bislett velger vi **3 cm** da vi ikke kan se særlige flomsikringstiltak knyttet mot overvannsflom.

For byggverk uten kjeller og dermed skade på 1. etg. /hovedplan er typiske terskelverdier 10-30 cm, og **40 cm for gjenoppbygging**. For Oslo og Bislett har vi foreslått **30 cm som terskelverdi for skade på 1. etg** og 10 cm for produksjonstap næring.

I tillegg til skade på byggverk er også **skade på kjøretøy** på veiene, dvs. biler og busser, medtatt i denne kategori. Tidligere analyser har brukt en terskelverdi på 40 cm dybde (Rambøll, Göteborg). Nyere forskning med nye og moderne biler viser at denne type kjøretøy flyter lettere enn eldre bilder da de er konstruert relativt tette blant annet pga air-condition anlegg. En fersk studie viste at små og lette biler forflyttet seg allerede ved en vanddybde på kun 15-20 cm og en hastighet på ca. 1 m/s. En større bil, Nissan Patrol 4WD, ble ustabil ved 45 cm og fløt av gårde ved 95 cm. Som et middelestimat foreslår vi å bruke en terskelverdi på **0,3 meter** dybde OG hastighet på **1,0 m/s**.

4.4.3 Skader på samfunnskritisk infrastruktur

Skade på forsyning i form av rør og kabler under bakken er utfordrende å kvantifisere. Etter store overvannsflomhendelser har det skjedd skader på denne type anlegg som følge av erosjon/graving av grøfter, og i noen tilfeller også under asfalterte veier, som igjen medfører skader på infrastruktur under bakken. Det er ikke funnet gode erfaringstall for terskler, så vi har benyttet generell kunnskap om erosjon i bekker og elver. Basert på kunnskap om ulike steinstørrelsesers stabilitet og generell kunnskap om hvilke løsmasser som brukes i veikanter, foreslår vi terskelverdier på henholdsvis **1 m/s for grøfter/ledninger/kabler med grønn/løsmasse overdekning og 2 m/s for andre typer flater** som for eksempel asfalt.

I sidekanter til veier benyttes ofte løsmasser med dårligere kvalitet/små steinstørrelser som kan erodere bort ved relativt lave hastigheter. For asfalt vil tilstanden til veiens overflate ha avgjørende betydning. Dersom det er små skader og hull i asfalten vil dette kunne føre til erosjon og utvasking selv ved lave hastigheter, mens et asfaltdekke av god kvalitet vil i utgangspunktet være motstandsdyktig for meget høye hastigheter, gitt at det ikke får skader under selve flommen. Basert på ovenstående foreslår vi å bruke en terskelverdi på **1 m/s for grønn/løsmasse overdekning og 2 m/s for andre type flater**.

DIMENSJONERING AV RIPRAP (IS: 2408, 1976)

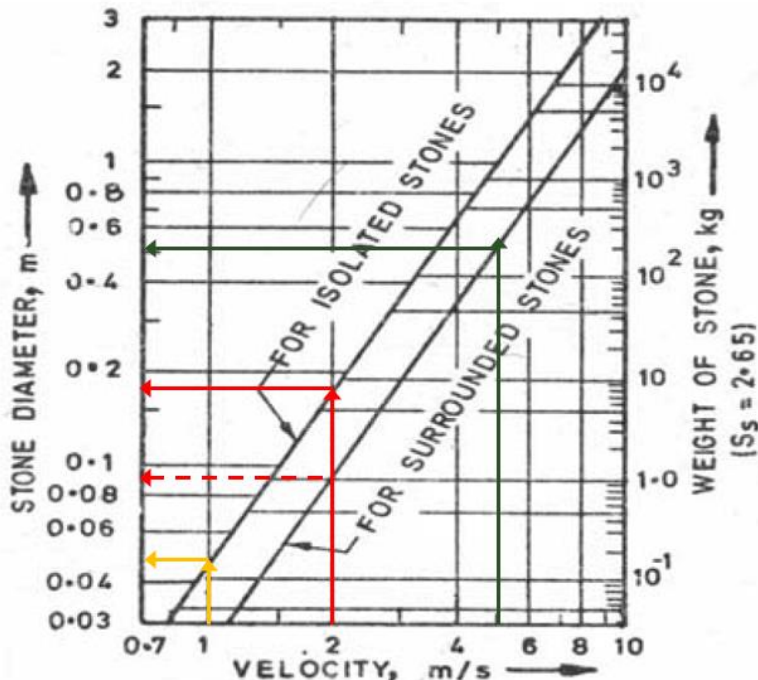


FIG. 3 SIZE & WEIGHT OF APRON STONE VS VELOCITY

RAMBOLL

Figur 3 Stabil steindiameter (m) for erosjonssikring for ulike hastigheter (m/s).

For transformatorstasjoner anbefales det en terskelverdi på 40 cm og 30 cm for VA-anlegg som pumpestasjoner, rensaneanlegg og generelle kloakskader. Kumlokk 40 cm, eventuelt bør det brukes resultater fra ledningsnettmodell som viser hvilke kummer som oversvømmes, hvis tilgjengelig.

Flomskader på veier skjer ved terskelverdi på 10 cm. Eventuelle erosjonsskader følger samme prinsipp som for VA-ledninger/grøfter. Ved tilstøtende flater som er grønne/løsmasser brukes 1 m/s, for andre flater 2 m/s.

Tog, trikk og holdeplasser/stasjon har alle en terskelverdi på 10 cm.

Forstyrrelser av trafikk har litt ulike terskelstørrelser: Persontog, syklende og gående: 10 cm. Kjøretøy 20 cm mens godstog og kollektiv 25 cm.

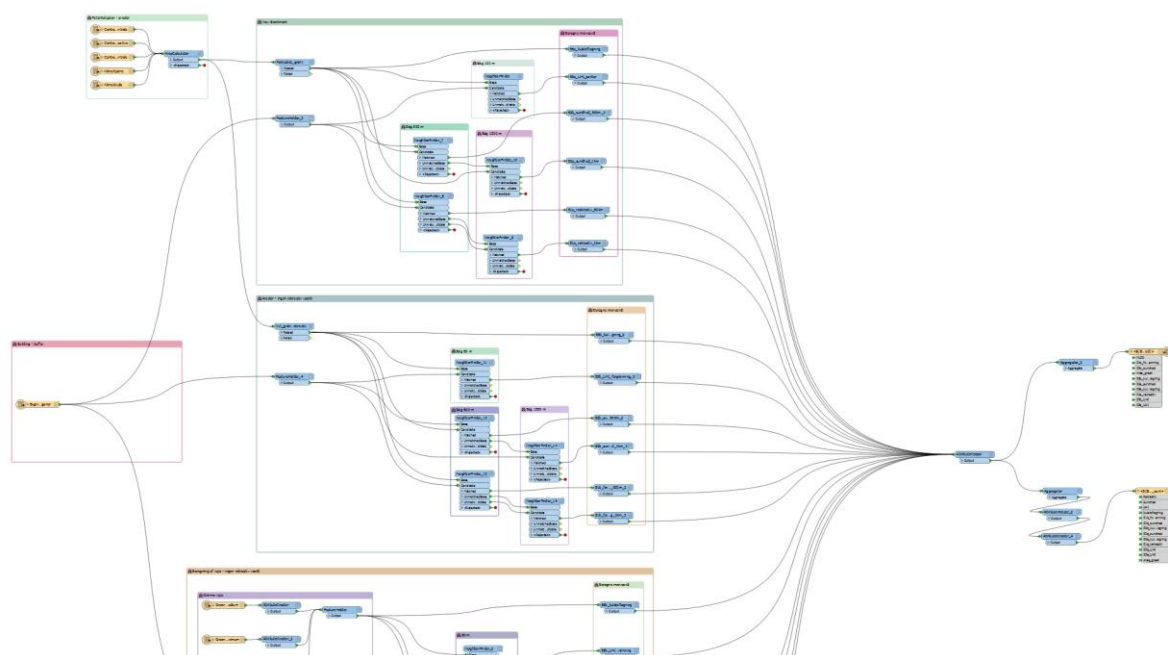
4.4.4 Natur og miljø

Terskelverdi for reduksjon i bademuligheter er satt til 20 cm (men her er det naturlignok overløp fra avløpssystemene som har avgjørende betydning).

Terskelverdier for opprydding av grønne områder, naturmangfold og friluftsliv er alle satt til **10 cm**.

4.5 FME/GIS-analyser for stedfesting, analyser og kostnadsberegning

For å ta hensyn til romlig fordeling av infrastruktur og flom beregnes flere av skadene og kostnadene i FME (Feature Manipulation Engine). FME kan brukes til å behandle og kombinere statistikk og romlige data effektivt, strukturert og automatisert. FME kan lese utallige filformater og gjør det enkelt å sammenligne romlige data mottatt fra kommunen med enhetsprisene fra hovedkatalogen.



Illustrasjon: Flytskjema fra FME (Rambøll).

5. VERDISETTING OG TERSKELVERDIER

Dette kapittelet beskriver metoden som benyttes til verdisetting og terskelverdier for utarbeidelse av kostnadskatalogens enhetspriser for Oslo kommune.

I nedenstående kapitler beskrives:

- Nasjonale og kommunalt tilgjengelige grunnlagsdata
- Verdisetting av katalogens skadekategorier med tilhørende terskelverdier

Kapittelet inneholder også kvalitative beskrivelser av de sosiale kostnadene ved en ekstrem nedbørshendelse, hvor verdsettelse ikke har vært mulig.

5.1 Nødvendige grunnlagsdata (offentlige tilgjengelige data og Oslo kommune)

Omfang og kvalitet på digitale stedfestede data er generelt meget god i Norge innen de fleste sektorer. Utfordringen er ofte å fremskaffe data som ikke er offentlig tilgjengelig, enten av sikkerhetshensyn, personvern, konkurransehensyn eller andre årsaker. Kvalitet og tilgang på data fra private forsyningsselskaper kan også variere.

En utredning om skadeomfang og kostnader ift urbane flommer krever blant annet følgende data:

- a. Flomberegninger av en eller flere nedbørhendelser/gjentaksintervall, og med resulterende vanddybder og vannhastigheter for området.
- b. Befolkningsdata og eventuelt antall personer i næring/offentlige bygg.
- c. Trafikant data fra kollektiv transport og eventuelt tog (gods og person)
- d. Antall gående og syklende
- e. ÅDT data for veier, samt andel tungtransport
- f. Byggverk og Byggverktype
- g. Parkerte kjøretøy
- h. Matrikkeldata, herunder oversikt over antall etasjer og eventuell kjeller/underetasje
- i. El. kommunikasjon selskaper
- j. El. kraft og forsynings-selskaper
- k. Fjernvarmeselskaper
- l. Vann- og avløps-selskaper
- m. Data om matforsyning
- n. Data om Olje og gass
- o. Kulturminner
- p. Satellittbasert kommunikasjon og navigasjon
- q. Bank og finans
- r. Veidata fra kommunen, Statens vegvesen og fylke, inklusive veitype.
- s. Kollektivanlegg: Buss, trikk, bane, tog, holdeplasser/stasjoner
- t. Miljø, natur og friluftslivdata

Ved mangelfulle data kan det enten gjøres grove estimater basert på erfaringsdata fra liknende områder, eller skadene beskrives kvalitativt.

5.2 Verdisetting av katalogens skadekategorier

Verdisettingen av katalogens skadekostnader tar utgangspunkt i den overordnede metoden som er beskrevet i avsnitt 4.3. Katalogens enhetspriser er utarbeidet til bruk i Oslo kommune, dvs. at det er anvendt lokale nøkkel- og erfaringstall samt statistikker. Det betyr at ikke alle enhetsprisene kan skaleres direkte til nasjonalt nivå.

Katalogens, og dermed verdissetingen, er bygget opp rundt fire overordnede samfunnsøkonomiske skadekategorier som er ansett som relevante i tilfellet av en ekstremværhendelse:

1. Helse og liv
2. Bygningskade og produksjonstap
3. Samfunnskritisk infrastruktur, inkl. forstyrrelse av reisetid
4. Miljø og natur

Hver av disse fire overordnede skadekategorier består av en rekke underliggende kategorier av skadekostnader ved en ekstremnedbørhendelse. Verdisettingen av disse underliggende kategoriene beskrives i de nedenstående avsnittene 5.2.1 – 5.2.5. Det må bemerkes at det ikke har vært mulig å prissette alle underkategoriene. Noen underkategorier beskrives derfor kvalitativt.

5.2.1 Helse og liv

Kostnadskategoriene helse og liv omfatter de samfunnsmessige kostnadene en ekstremnedbørhendelse kan bety for borgernes fysiske og mentale helse. Kategorien består av følgende tre samfunnsøkonomiske kostnader:

- Tapt liv
- Helseskader
- Psykiske skader

Verdisettingen av disse tre kategoriene gjennomgås individuelt nedenfor.

Tapt liv

Verdisettingen av den samfunnsøkonomiske kostnaden ved tap av liv, følger metoden angitt i Finansdepartementets veiledning for beregning av verdien av et statistisk liv (VSL). Den angir at verdissetingen skal anvende 2012-verdien på ca. 30 mill. kr. og deretter realprisjusteres til årets verdi.

Realprisjusteringen foretas ved å fremskrive 2012-verdien med utviklingen i BNP per innbygger² [22]. Dette gir verdien av et statistisk liv i 2018-priser.

Helseskader

Verdisettingen av helseskader som følge av en ekstremnedbørhendelse foretas ved å beregne kostnadene til samfunnet ved a) personskader som følge av en hendelsesrelatert ulykke og b) fysisk sykdom for innbyggerne som smittes gjennom kontakt med forurensede vannmasser fra hendelsen.

For *personskader* har det ikke vært mulig å standardisere omfanget og arten av registrerte skader som kan relateres til en ekstremnedbørhendelse og dermed verdissete denne kategorien. Det

² <https://dfo.no/fagomrader/utredning/samfunnsokonomisk-analyse/verdien-av-et-statistisk-liv-vsl>

skyldes både et meget begrenset antall registrerte skader, og samtidig er skadene som er registrert av meget individuell karakter, selv innenfor samme hendelsestype. For eksempel ble det ved ekstremnedbørhendelsen i København i 2011 registrert en skadet person i trafikken, og en annen som fikk brannskader fra et kumlokk som havnet på veien på grunn av trykk [15]. Det har derfor ikke vært mulig å generalisere disse kostnadene til en fast enhetskostnad for fremtidige hendelser.

Fysisk sykdom kan oppstå på grunn av kontakt med forurensede overflate-, stue- eller kjellervann som en ekstremnedbørhendelse bringer med seg. Personer som befinner seg på gaten eller velger å rydde opp i en kjeller eller stue som står under vann, har dermed risiko for å bli smittet. De hyppigst registrerte sykdommer som følger av en ekstremnedbørhendelse er alminnelige virus, men også hepatitt A, B, stivkrampe og, i sjeldne tilfeller, er leptospirose registrert³.

Samfunnsøkonomiske kostnader ved at personer blir syke blir verdsatt på bakgrunn av de økonomiske kostnadene for samfunnet sykdommen forventes å ha. Dvs. at verdisettingen omfatter kostnadene for diagnostisering og behandling, samt produksjonstap for samfunnet ved sykefraværet.

Kostnadene til behandling og diagnostisering beregnes ut fra norske DRG-takster og medisinerpriser samt sykdommens behandlingsbehov og varighet. Produksjonstapet beregnes ut fra antakelsen om at lønnsinntekten er tilsvarende for den samfunnsmessige produksjonen som leveres. Produktivitetstapet beregnes derfor ut fra den tapte gjennomsnittlige lønnsinntekt for Oslo ved sykefravær [23].

Psykiske skader

Når man rammes av psykiske mén, f.eks. som følge av en langvarig periode med stress, kan det resultere i en kostnad for samfunnet i form av redusert produksjon. Dette skjer dog kun i særlig alvorlige situasjoner, f.eks. i tilfeller der en innbyggers bolig har blitt ubeboelig i en lengre periode på grunn av oversvømmelse, og innbyggeren og dens familie må evakueres til alternativt bosted. Kostnadene for psykiske skader inntreffer derfor også kun i særlige alvorlige tilfeller (se avsnitt 5.3).

Verdisettingen av den samfunnsøkonomiske kostnaden ved psykisk skade som følge av en ekstremnedbørhendelse foretas ut fra en beregning av a) behandlingskostnadene for psykiske mén i perioden den forekommer (prevalensperioden) og b) produksjonstapet for samfunnet i samme periode, med antagelse om at man grunnet psykiske mén har nedsatt arbeidsevne.

Behandlingskostnadene omfatter diagnostisering hos lege, medisiner og behandling hos psykolog. Produksjonstapet er, som ved sykdom, beregnet på bakgrunn av gjennomsnittslønnen i Oslo kommune. I tilfeller ved psykisk skade der det kun er snakk om nedsatt arbeidsevne, og ikke direkte fravær, antas kun en prosentvis reduksjon av produksjonsevnen (ca. 30 %) over prevalensperioden (7-30 måneder) (basert på studien av Levinson et. Al (2010) [26]).

5.2.2 Bygningsskader, opprydning og produksjonstap

Ved en ekstremnedbørhendelse utsettes bygningene i området for betydelige vannmengder over en kort periode. Dette kan forårsake skader på bygninger, eksempelvis ved at vannmengdene fører med seg stein og grus eller etterfølgende fuktskader i bygningene som vannet har trengt seg inn i.

³ <https://ing.dk/artikel/kronik-kloakvand-i-gaderne-kan-goere-os-syge-176531>

Utover selve bygningskaden vil det også være behov for etterfølgende opprydding av oversvømte områder samt et produksjonstap i tilfeller der forretningsmessig drift eller annen samfunnsmessig tjeneste avbrytes i en periode etter hendelsen. Produksjonstap kan også oppstå i tilfeller der private innbyggere må rydde opp i løpet av arbeidsdagen for å minimere skadene.

De samfunnsmessige kostnadene avhenger derfor av hvilken samfunnsmessig funksjon den berørte bygningen har. I verdisettingen av de samlede samfunnsøkonomiske kostnadene ved en ekstremnedbørhendelse oppdeles derfor kostnadene i katalogen for:

- a) Næringsbygg
- b) Offentlige bygg
- c) Private bygg

Verdissettingsmetoden for bygningskaden følger samme fremgangsmåte, uansett bygningskategorien ovenfor. Metoden beskrives derfor innledningsvis nedenfor.

For opprydding og produksjonstap avhenger verdissettingsmetoden derimot av hvilken av de tre bygningskategoriene som rammes, og metoden beskrives derfor etterfølgende for hver av disse kategoriene.

Bygningskader

Verdissettingen av bygningskader tar utgangspunkt i Norges Vassdrags- og energidirektorats (NVE) nytte/kost-verktøy (NKA) [1]. Verktøyet oppstiller kostnader ved bygningskader basert på bygningens restaureringskostnader samt et estimat for tap av inventar og løsøre for to oversvømmeshøyder (terskler). I beregningen anvendes NKA-verktøyets gjennomsnittlige bygningsareal for Oslo, som angitt for hver av de forskjellige bygningstypene.

Kostandene ved skade på den gitte bygningstype finnes i verktøyet ved å gange den totale bygningskostanden for hver terskel med en 'hendelsesfaktor'. Hendelsesfaktoren angir hvor stor andel av totalbeløpet en gitt hendelse vil innebære. Til dette anvendes NKA-verktøyet «Flomfaktor».

I verdissettingen foretas det dog to justeringer av NKA-verktøyets angitte metode og verdier: a) terskelverdiene utvides fra to til fire og b) flomfaktoren justeres.

I skadekatalogen anvendes fire (3 cm, 10 cm, 30 cm og over 1m) i stedet for to (hhv. 0-1 m og over 1 m) terskelverdier. Omregningen av bygningskaden til fire terskler foretas ved følgende tre steg: først innhentes danske erfaringstall for bygningskader for en terskel på 3 cm [15]. Deretter standardiseres NKA-verktøyets kostnader for 0-1 m til en skade pr. oversvømte cm, og til slutt interpoleres denne verdi til hhv. 10 cm og 30 cm. NKA-verktøyets verdi for oversvømmelse over en terskel på 1 m blir overført til skadekatalogen uten omregning.

Utover en utvidelse av terskelverdiene for bygningskader har vi også foretatt en justering av NKA-verktøyets faktor for flomhendelser. Denne justeringen baseres på resultatet fra en analyse foretatt av Multiconsult [6], som overordnet viser at anmeldte skader etter en flomhendelse er mer enn 50 % lavere enn hva de beregnes til av NKA-verktøyet. Rambøll har derfor også justert flomfaktoren med 50 % i verdissettingen av bygningskaden.

Næringsbygg

Verdissettingen av de samfunnsøkonomiske kostnadene ved skade på næringsbygg beregnes ut fra kostnadene ved a) bygningskader, b) opprydding og c) produksjonstap.

Bygningsskaden på næringsbygg verdisettes ved NVEs NKA-verktøy som beskrevet ovenfor, for følgende bygningstyper: Driftsbygninger o.l., forretningsbygg, kontorbygg, industribygg, hotell og serveringssted.

Hvis en hendelse skaper oversvømmelser inne i et forretningsbygg vil det være behov for å fjerne fukt og rydde opp i dagene etter hendelsen. Det antas i verdisettingen at virksomheter velger å hyre fagfolk og leie maskiner til å foreta dette. I beregningen antas det, på bakgrunn av Rambølls tidligere analyse [KSR], at det hyres fagfolk i 5 timer og at avfukter leies i perioder på 14 dager for hvert oversvømte næringsbygg. I beregningen er det anvendt danske timepriser, da det ikke fantes tilgjengelige norske timepriser for fagfolkene. Disse timeprisene er anslått til 2018-verdier og omregnet til norsk valuta.

I mer alvorlige tilfeller av oversvømmelse kan det være nødvendig for virksomheter å stoppe produksjonen/stenge butikken både under selve hendelsen, men også i en periode i etterkant, hvis opprydningen hindrer muligheten for å produsere eller holde åpent. Kostnadene for virksomheten ved dette verdsettes ut fra danske erfaringstall [8], som blir anslått og omregnet til norske tall ved bruk av konsumprisindeksen [22] samt valutakursen.

Offentlige bygg

Verdisettingen av de samfunnsøkonomiske kostnadene ved skade på offentlige bygninger beregnes av kostnadene ved a) bygningsskade, b) opprydning og c) produksjons- og samfunnsmessige tap gjennom begrensninger på offentlige tjenester.

Bygningsskaden på offentlige bygninger er verdsettes av NVEs NKA-verktøy som beskrevet ovenfor, for følgende typer bygninger: skole, barnehage, omsorgsinstitusjon, sykehus, idrettshall, idrettsbane og parkering.

Verdisettingen av kostnaden for det offentlige sitt arbeid med opprydning og avfuktning etter en flom beregnes på samme måte som for kommersielle bygninger (se ovenfor). Dette skyldes antagelsen om at det offentlige også vil ansette fagfolk og leie avfuktere for den etterfølgende opprydningen, og at tiden brukt på dette vil være tilsvarende som for kommersielle bygninger.

Manglende erfaringstall har medført at det ikke har vært mulig å verdsette produksjons- eller samfunnsmessige tap ved det å stenge / begrense tilgangen til offentlige bygninger i løpet av perioden under og etter en ekstremnedbørhendelse. Uten erfaringstall er den samfunnsøkonomiske verdien av offentlige tjenester vanskelig å prissette, da kostnaden for samfunnet, for eksempel ved å lukke sykehjem, biblioteker og idrettshaller, ikke beregnes som en markedspris.

Private bygg

Verdisettingen av de samfunnsøkonomiske kostnadene ved skade på private bygg beregnes ut fra kostnadene ved a) bygningsskade, b) opprydning, c) tapt fritid og produksjon, d) flytting og e) skade på kjøretøy.

Bygningsskaden på private bygg verdsettes med NVEs NKA-verktøy som beskrevet ovenfor, for hhv. privatboliger og privatblokker.

Kostnaden for rydding og avfuktning av privatboliger beregnes ut fra antagelsen om at ca. 50% velger å rydde opp selv, mens de resterende 50% velger å ansette fagfolk for å rydde opp. I begge tilfeller beregnes det med leie av avfukter.

Når ingen fagpersoner er ansatt, må borgeren selv bruke tid på å rydde opp de oversvømte områdene. Dette betyr at innbyggerne må bruke fritid og i noen tilfeller arbeidstimer mens opprydningsarbeidet pågår. Fra en tidligere studie av Rambøll [KSR], anslås en vanlig oppryddingstid på ca. 8 timer. Ved å anta at en person trenger 8 timers søvn, og at en innbygger i Oslo har en arbeidsdag på 6,8 timer, er ca. 53% av de 8 timene som tilbys arbeidstid.

Tapet av fritid er verdiberegnet på grunnlag av prisen angitt i den danske offentlige enhetsprisoversikten PLASK [12], mens kostnaden for tap av arbeidstid er verdiberegnet på grunnlag av gjennomsnittlig lønnsnivå i Oslo kommune [23].

I tillegg til bygningsskader og behovet for opprydding, kan en hendelse også bety at enkelte innbyggere må gjenbosettes. Dette er nødvendig når et hjem oversvømmes i en så alvorlig grad at den regnes som ubeboelig i en lengre periode.

Kostnaden for gjenbosetting er satt verdi på ved å beregne gjennomsnittlig leie for en gjennomsnittlig bolig i Oslo samt et budsjett for å dekke nødvendige ekstra oppfølgingskostnader. Størrelsen på dette budsjettet og gjenbosettingsperioden på 6 måneder er innhentet gjennom erfaringstall og beregninger fra en tidligere analyse av Rambøll [KSR], og anslås fra norsk forbrukerprisindeks til 2018-verdi og omregnes til norske kroner.

Ekstremnedbør kan, i tillegg til å forårsake skade på bygninger, også føre til skade på kjøretøy på veiene, dvs. biler og busser. For å verdisettske skadekostnadene for biler ble samme metode brukt som ved verdisettingen av bygningsskader, da NKA-verktøyet også angir en erstatningsverdi for et gjennomsnittlig kjøretøy.

5.2.3 Samfunnskritisk infrastruktur

Kostnadskategorien for samfunnskritisk infrastruktur dekker infrastrukturen som er spesielt viktig for å sikre samfunnets daglige økonomiske og sosiale virke. En forstyrrelse av disse tjenestene kan derfor ha en betydelig innvirkning på samfunnet som helhet.

Hovedkategorien samfunnskritisk infrastruktur er inndelt i følgende tre underkategorier basert på deres overordnede funksjon og tjeneste:

- a. Forsyning og kommunikasjon
- b. Kulturminner og symboler
- c. Transport og offentlige rom

Verdisettingen av den samfunnsmessige kostnaden ved skade på og forstyrrelse av ovenstående infrastruktur gjennomgås i det kommende underavsnittet. Når det ikke har vært mulig å verdisettske kostnadene ved en hendelse, er i stedet den samfunnsøkonomiske konsekvensen beskrevet.

5.2.3.1 Forsyning og kommunikasjon

Forsyning av elektrisitet, vann, mat osv. samt adgang til kommunikasjonstjenester, er nøkkeltjenester som alle bidrar til å sikre at samfunnet fungerer optimalt. Samfunnstjenestene innen forsyning og kommunikasjon som blir påvirket av ekstremnedbør, anses å være følgende:

- Elektronisk- og satellittbasert kommunikasjon og navigasjon

- Strømforsyning
- Fjernvarmeforsyning
- Vann og avløp
- Matforsyning
- Olje- og gassforsyning
- Bank og finans
- Beredskap

Verdisettingsmetodene avhenger av den aktuelle forsynings- eller kommunikasjonstjenesten. Verdisettingen blir, i de tilfeller det er mulig, vurdert individuelt for hver av de åtte kategoriene nedenfor.

Elektronisk- og satellittbasert kommunikasjon og navigasjon

Forstyrrelse av elektronisk- og satellittbasert kommunikasjon og navigasjon kan ha betydelige samfunnskostnader for samfunnsaktører som er avhengige av disse tjenestene. I tillegg kan det være kostnader forbundet med reparasjon av skadede tilkoblingssystemer etc. der vann har trengt inn.

For virksomheter kan forstyrrelser av elektronisk- og satellittbasert kommunikasjon føre til at kjøpstransaksjoner ikke gjennomføres (f.eks. hvis bankkortterminalen ikke fungerer), at virksomhetens produksjon stoppes, eller at viktige kjøp ikke kan gjennomføres på grunn av manglende kommunikasjon. Dette kan derfor både ha direkte kostnader for virksomheten samt sosiale kostnader på grunn av ulempen ved manglende kommunikasjon.

Offentlige tjenester som f.eks. saksbehandling eller trafikkinformasjon kan også bli forsinket eller avbrutt som følge av forstyrrelser på elektronisk- og satellittbasert kommunikasjon og navigasjon. Dette begrenser ytelsen til de offentlige tjenestene, noe som skaper en samfunnsmessig kostnad i form av ulemper dette skaper for samfunnets aktører.

Det har ikke vært mulig å verdsette den samfunnsøkonomiske kostnaden ved avbrudd på elektronisk- og satellittbasert kommunikasjon og navigasjon som et resultat av en ekstremnedbør. Dette skyldes mangel på erfaringstall, da det hverken nasjonalt eller internasjonalt er registrert kostnader eller skader ved hendelser av ekstremnedbør.

Kraft

Hendelser av ekstremnedbør kan bety at kabler eller transformatorstasjoner ødelegges, og at strømtilførselen til samfunnets aktører blir avbrutt. Forsyningen av elektrisitet spiller en viktig rolle for alle samfunnets aktører, og både korte og langvarige forstyrrelser kan ha betydelige samfunnsøkonomiske kostnader. I tillegg kommer de selve kostnadene ved reparasjon av kabler og transformatorstasjoner.

De samfunnsøkonomiske kostnadene ved skade på kraftforsyningen består av a) reparasjon av kabelbrudd, b) skade på transformatorstasjoner, c) evt. forstyrrelser i trafikken under reparasjon og d) forstyrrelser av strømforsyningen. For de samfunnsøkonomiske kostnadene ved trafikkforstyrrelser, se beskrivelsen i avsnitt 6.2.3.3.

Kabelbrudd kan oppstå når voldsomme vannmasser ødelegger bakken rundt kablen og eksponerer den for vannet, samt steiner og grus som kan følge med det. Skadede kabler må repareres, hvilket medfører kostnader til både arbeidskraft og materialer. Det har ikke vært mulig å fremskaffe erfaringstall for kostnadene ved reparasjon av kabelbrudd som følge av en hendelse med ekstremnedbør, og kategorien er derfor ikke satt verdi på i katalogen.

I tilfeller der hendelsen oversvømmer *transformatorstasjoner*, kan dette medføre skade på og utbytting av stasjonens komponenter, samt at strømmen kan, eller av sikkerhetsårsaker må, avbrytes manuelt i en periode. Kostnaden ved skade på transformatorstasjonene er satt på grunnlag av danske erfaringstall [9], som fremskrives med konsumprisindeksen og omregnes til norsk valuta etter valutakursen.

Et strømbrudd kan ha betydelige samfunnsmessige kostnader, da mange av samfunnets næringslivs-, offentlige- og private funksjoner er avhengige av (kontinuerlig) tilgang til strøm. På samme måte kan avbrudd bety at viktige digitale transaksjoner eller dokumenter kan gå tapt.

For næringslivet og det offentlige kan strømbrudd medføre at forretningsdrift må stanses i perioden, og det kan være kostnader for å få systemer til å drifte igjen. Kostnaden for forstyrrelser eller stans av virksomheten i en periode, avhenger av virksomhetstypen. For eksempel vil større industrivirksomheter ha høye kostnader ved at deres fabrikker må stoppes eller stenges i flere timer eller dager som følge av hendelsen. Dette kan til dels skyldes tapt inntjening i perioden eller tap av varer som evt. behøver å stå kjølig.

For private innbyggere kan et strømbrudd bety en rekke tilfeller der daglige gjøremål eller adgang til verdiskapende tjenester avbrytes eller må utsettes, f.eks. klesvask eller belysning. I tillegg, kan det ha kostnader ved at f.eks. matvarer som skal oppbevares kjølig må kastes etter langvarige strømbrudd.

De samfunnsøkonomiske kostnadene ved strømbrudd verdsettes basert på den danske offentlige enhetsprisoversikten PLASK [12], beregnet for hhv. næringsliv, offentlige og private. Verdien omregnes deretter til norsk valuta ved valutakursen.

Fjernvarme

Hvis en ekstremnedbørhendelse forårsaker brudd på kabler til fjernvarme, kan dette ha samfunnsøkonomiske kostnader, særlig i kalde perioder av året. Disse kostnadene består til dels av a) reparasjonskostnaden på selve kablene, b) evt. trafikkforsinkelser mens reparasjonen foregår, c) samfunnsmessige ulemper innbyggerne opplever ved brudd i forsyningen og d) evt. kostnader til oppvarming fra alternative energikilder.

Reparasjonskostnadene omfatter både utgifter til nye materialer, arbeidskraft og evt. brudd på strømføring og medfølgende lapping for å sikre en tilstrekkelig reparasjon av kablene. Utover disse kostnadene kan reparasjonsarbeidet medføre at trafikk må omdirigeres eller at det skapes forsinkelser mens reparasjonen pågår. Disse forsinkelsene har en samfunnsmessig kostnad som gjennomgås i et senere underavsnitt.

Mens ulempene vil være begrensede ved forstyrrelser eller kortere avbrudd, kan langvarige avbrudd på fjernvarmeforsyningen bety dels vesentlige ulemper for innbyggerne eller direkte kostnader, ved at varmen må genereres gjennom andre energikilder, som kan være mer kostbare. Dette kan f.eks. være innkjøp av el-radiatorer.

Det har ikke vært mulig å verdsette samfunnsøkonomiske kostnader ved forstyrrelser på fjernvarmeforsyningen som følge av en ekstremnedbørhendelse. Dette skyldes at det ikke er registrert konkrete samfunnsmessige kostnader, eller at slike avbrytelser faktisk er skjedd som direkte relatert til skader ved ekstremnedbør.

Vann og avløp

Adgang til vann- og avløpsforsyning har en vesentlig betydning for en rekke samfunnsmessige funksjoner (helse- og pleiesektor, matproduksjon, øvrig vannkrevende næring/industri) og norsk velferd generelt. Forstyrrelser eller avbrudd på forsyningen kan derfor ha vesentlige samfunnsøkonomiske kostnader.

Kostnaden ved skader på infrastruktur til vann og avløp beregnes ved a) skaden på ledningsanlegg og grøft, b) skade på transportsystemet, pumpestasjoner og renseanlegg, c) skader på kloakk og kumløkk mv. og d) ulemper for samfunnets aktører ved begrenset adgang.

Verdisettingen av skader på ledningsanlegg og grøft er basert på erfaringstall for utbedring av skader relatert til dette, fra Oslo kommune [29]. Disse kostnadene omfatter dels materialer og den arbeidskraft som tidligere er registrert til lignende reparasjoner.

For skader på transportsystemet til vann og avløp benyttes norske erfaringstall beregnet i analysen "Konsekvenser av økt nedbør, havnivåstigning, stormflo, bølge og strømforhold" [9]. Verdiene fremskrives til 2018-tall.

Verdisettingen av kostnaden ved skader på renseanlegg, kloakk og kumløkk mv., benytter danske erfaringstall [4], som fremskrives med konsumprisindekset og omregnes til norsk valuta etter valutakursen.

Utover de direkte skadene på infrastrukturen, er det også samfunnsøkonomiske kostnader ved at vann- og avledningsforsyning forstyrres eller avbrytes.

Redusert adgang til tjenesten kan bety at produksjon som er avhengig av delvis eller kontinuerlig adgang til vann- og avledningsforsyning, avbrytes i en periode under og etter hendelsen inntreffer. Dette kan ha vesentlige kostnader for virksomheter, som taper omsetning hvis produksjonen må stenges i flere timer eller dager som følge av manglende adgang. Kostnaden for virksomheten ved slike avbrudd kan variere betydelig da den avhenger av hvilken type virksomhet og produksjon det er snakk om.

Utover evt. tap av produksjon skaper avbruddet i vannforsyning og avløpstransport ulemper for innbyggerne, særlig i tilfeller avbruddet varer i en lengere kontinuerlig periode. Disse ulempene omfatter manglende tilgang til drikkevann, som alternativt må kjøpes på flaske, og forringelser i muligheten for vedlikehold og sanering.

Det har ikke vært mulig å verdsette samfunnsøkonomiske kostnader relatert til forstyrrelser på vannforsyning og avløpstransport som følge av en ekstremnedbørhendelse. Dette skyldes at det ikke er tilgjengelige erfaringstall som kan gi estimater for konkrete samfunnsmessige kostnader eller omfanget av slike avbrudd direkte relatert til hendelser av ekstremnedbør.

Til verdissetingen av den samfunnsøkonomiske kostnaden ved å reetablere skadet VA-anlegg som følge av erosjon har vi benyttet erfaringsdata fra Oslo kommune, VAV. Kostnaden inkluderer en komplett nybygging av grøft med tilhørende VA-anlegg (ledninger og kummer m.m.). Tilsvarende har vi benyttet erfaringsdata fra Danmark vedrørende skader på kummer og omkringliggende arealer, som følge av kraftig og hurtig oppstuvning som medfører at kummer trykkes/skytes opp.

Matforsyning

Langvarige forstyrrelser på matforsyningen kan ha vesentlige samfunnsmessige konsekvenser. Forstyrrelsen kan skje hvis det skjer vesentlige skader på store deler av vei- og banenettet, som forhindrer frakt av mat til butikker og dermed innbyggerne.

Forsinkelser på matforsyningen kan både medføre direkte kostnader for virksomheter i form av tapt omsetning på matvarer som ikke rekker å bli levert, og en samfunnsmessig kostnad ved at borgernes matvareutvalg og -tilgang begrenses.

Det har ikke vært mulig å verdsette samfunnsøkonomiske kostnader relatert til forstyrrelser på matforsyningen som følge av en ekstremnedbørhendelse. Dette skyldes at det hverken nasjonalt eller i internasjonalt sammenlignbare land er registrert avbrudd i matforsyningen i en vesentlig langvarig og sammenhengende periode, som følge av en ekstremnedbørhendelse.

Olje og gass

Forstyrrelser på forsyningen av olje og gass som en hendelse med ekstremnedbør vil kunne skape, vil hovedsakelig være relatert til forstyrrelser på energi- og varmeproduksjon. De samfunnsøkonomiske kostnadene ved en forstyrrelse av olje- og gassforsyningen svarer derfor til samfunnsøkonomiske kostnader ved strømbrydd og forstyrrelser på forsyningen av fjernvarme (se beskrivelsene ovenfor), korrigert for forsyningsomfanget.

Det har ikke vært mulig å verdsette den samfunnsøkonomiske kostnaden ved avbrudd i, eller forstyrrelser på, olje- og gassforsyningen. Dette skyldes at det ikke finnes tilgjengelige erfaringstall for slike avbrudd som følge av en ekstremnedbørhendelse.

Bank og finans

Hendelser av ekstremnedbør kan begrense adgangen til, samt den midlertidige funksjon til, bank- og finanssektoren som følge av blokkerende vannmasser og forstyrrelser av tjenester (f.eks. strøm og elektronisk kommunikasjon) som sektoren er avhengig av.

Tilgangen til bank og finans har en vesentlig samfunnsmessig betydning for markedsøkonomien. Både korte og langvarige forstyrrelser av tjenesten kan derfor ha samfunnsmessige kostnader ved at f.eks. transaksjoner avbrytes og/eller samfunnets aktører mister tilgang til deres pengebeholdninger i perioden. Tapte transaksjoner kan skape økt etterfølgende administrasjonsarbeid eller i verste fall at pengene forsvinner i systemet.

Den begrensede adgang til pengebeholdningen har samtidig en samfunnsmessig kostnad i form av de ulemper og mental uro en begrensning kan medføre.

Det har ikke vært mulig å verdsette den samfunnsøkonomiske kostnaden ved forstyrrelser på bank- og finanstjenesten. Dette skyldes at det ikke hverken nasjonalt eller internasjonalt er registrert vesentlige avbrudd eller forstyrrelser på sektorens tjenester som følge av en ekstremnedbørhendelse.

Evakuering og beredskap

Evakuering og beredskap er sentrale samfunnsmessige tjenester der forsinkelser som følger av ekstremnedbør kan ha betydelige samfunnsmessige kostnader, og i verste fall tap av liv. Utover kostnaden for samfunnet ved forstyrrelser av tjenesteytelsen, medfører ekstremnedbør også direkte kostnader ved evakuering av innbyggere og utrykninger fra beredskap. De samfunnsøkonomiske kostnadene består av a) kostnaden ved utrykning, b) evakuering av innbyggere og c) forstyrrelse av rettidig gjennomføring av tjenesteytelsen.

Kostnaden til utrykning i forbindelse med evakuering og beredskap som følge av en ekstremnedbørhendelse, utgjøres dels av de fysiske kostnader til drift av nødvendig materiell samt lønnskostnaden i utrykningsperioden. I tillegg kommer kostnaden til administrasjon av utrykningsinnsatsen.

Når hendelser av ekstremnedbør begrenser og/eller forsinker fremkommeligheten til beredskap og ambulanser, kan dette resultere i betydelige samfunnsmessige kostnader, særlig når det resulterer i tap av liv. Disse omkostninger kan skje dersom store eller særlig viktige deler av veinettet blokkeres under og i perioden etter ekstremnedbørhendelsen og på grunn av påfølgende opprydning og gjenoppbygning av veinettet.

Utover selve kostnaden til utrykning, har evakueringer ytterligere samfunnsmessige kostnader i form av medførende psykiske mén (se beskrivelsen av verdisetningen av psykisk skade i avsnitt 6.2.1). Dette kan ha spesielt store samfunnsøkonomiske kostnader da det er typisk de mest utsatte innbyggerne som eldre og barn som har behov for evakuering og evt. etterfølgende langvarige relokering til andre offentlige institusjoner.

Det har ikke vært mulig å verdsette den samfunnsøkonomiske kostnaden ved forstyrrelser av evakuerings- og beredskapstjenester. Dette skyldes at de erfaringstallene som eksisterer er enten spesielt hendessspesifikke eller ikke har kunnet relateres direkte til en ekstremnedbørhendelse.

5.2.3.2 Kulturminner og symboler

Kulturminner og symboler bidrar med en viktig samfunnsmessig tjeneste ved å understøtte nasjonal kultur og turisme. Eksempler på kulturminner i Oslo er finansinstitusjoner som Oslo Børs, forsvarsanlegg som Akershus slott og festning, kirker som Oslo domkirke, slott som Det kongelige slott, kulturinstitusjoner som Nationaltheatret og diverse bygårdsanlegg.⁴

De samfunnsøkonomiske kostnadene ved at ekstremnedbør skader kulturminner og symboler utgjøres av a) bygningsskaden på kulturminnet eller symbolet, b) forstyrrelsen av den kulturelle tjenesten som kulturminnet eller symbolet gir til samfunnet og c) påvirkning av turismen som genereres som følge av kulturminnet eller symbolet.

Skader på kulturminner og symboler kan ha vesentlige kostnader da slike skader typisk er tidkrevende å restaurere, og de riktige materialene er kostbare å anskaffe. Restaureringen kan i tillegg minimere adgangen til, eller den fulle verdien av, kulturminnet eller symbolet i perioden arbeidet står på. Dette begrenser kulturminnets/symbolets kulturtjeneste til samfunnet, og kan resultere i færre turister i perioden.

Visse skader kan være av en så vesentlig karakter, eller det kan være umulig å fremskaffe rette materialer, at det blir umulig å restaurere kulturminnet/symbolet. Dette kan ha en betydelig samfunnsøkonomisk kostnad fordi samfunnet mister denne kulturelle tjenesten, og dermed knyttede turisme.

Reduksjonen i turisme kan resultere i et økonomisk tap for de omkringliggende tjenestenæringene (f.eks. restauranter og hoteller). Dermed mistes den potensielle eller forventede omsetning enten midlertidig mens reparasjonen pågår, eller permanent hvis kulturminnet/symbolet går tapt.

⁴ Askeladden- Riksantikvarens offisielle database over freda kulturminner og kulturmiljøer i Norge.

Manglende erfaringstall for samfunnsøkonomiske kostnader ved skader på kulturminner og symboler, samt forstyrrelse av deres samfunnsmessige tjeneste, betyr at det ikke har vært mulig å verdsette dette i katalogen. I tillegg, avhenger mengden turister på hvilket kulturminne/symbol det er snakk om, og det er derfor ikke mulig å generalisere en reduksjon i tilstrømningen uten å vite det spesifikke minnet/symbolet.

5.2.3.3 Transport og offentlige plasser

En velfungerende transportinfrastruktur utgjør en sentral samfunnsmessig tjeneste, som bidrar til å sikre at samfunnet kan fungere optimalt. Skader på denne infrastrukturen som følge av en ekstremnedbørhendelse kan derfor ha vesentlige samfunnsmessige konsekvenser.

Transportinfrastrukturen som vurderes som påvirket ved en ekstremnedbørhendelse er følgende:

- Forstyrrelser på transport
- Plasser og transportrelaterte bygninger
- Veibaner
- Jernbaner
- Vei-/gatebelysning

Verdsettingen av disse kostnadene for samfunnet gjennomgås, i de tilfeller det har vært mulig, individuelt nedenfor. I tilfeller dette ikke har vært mulig vil de samfunnsøkonomiske konsekvensene bli beskrevet kvalitativt.

Forstyrrelser på transport

Hendelser av ekstremnedbør kan skape forsinkelser på den private-, offentlige- og næringsrelatert vei- og banetransport. Slike forsinkelser har samfunnsmessige kostnader ved a) borgerens ulempe ved å oppleve forsinkelser og b) økt transporttid for gods- og veitransport.

Verdsettingen av den samfunnsøkonomiske kostnaden ved forstyrrelser på transporten for private innbyggere, anvender prisene angitt i den norske verdsettingsstudie: Tid [2].

Denne studien verdsetter den samfunnsøkonomiske verdien av tid ut fra borgernes betalingsvillighet for å unngå forsinkelser ved transport i personbil, tog, og øvrige kollektivtransport (buss/trikk/T-bane). I tillegg er også betalingsvilligheten for å unngå forsinkelser som syklist og gående prissatt i studiet. Verdiene er beregnet i 2009-verdi, og fremskrives derfor med konsumprisindeksen til 2018-verdier.

Da det er snakk om verdier estimert for 10 år siden, har Rambøll foretatt en vurdering av prisene i fremskrevet 2018-verdi, ift. danske verdier for forsinkelser i transporten. De danske verdiene er innhentet fra den offentlige enhetspriskatalogen TERESA [14]. Mens kostnaden ved forsinkelser av personbiler er ca. halvparten så høy i Norge (ca. 106 kr.) som den danske enhetsverdien, er kostnaden ved forsinkelser i offentlig transport (tog, trikk og bus mv.) ca. dobbelt så høy som de danske verdier. Det er samlet sett vurdert at det ikke har vært belegg for å foreta justeringer av verdiene fra studien «Tid», og de fremskrevne verdiene anvendes derfor i katalogen.

Til verdsettingen av den samfunnsøkonomiske kostnaden ved forsinkelser på næringslivets gods- og veitransport anvendes danske enhetspriser fra det offentlig tilgjengelige enhetsprisarket TERESA [14]. I verdsettingen skal en gjennomsnittlig belegning anvendes, som proxy for transportens størrelse. Her anvendes enhetsprisarketets gjennomsnittlige belegning på 9,4 tonn.

Den danske enhetsprisen for kostnaden ved forsinkelse på gods- og veitransport omregnes deretter til norsk valuta etter valutakursen.

Plasser og transportrelaterte bygninger

Adgang til plasser og fungerende transportrelaterte bygninger/anlegg, f.eks. togstasjoner eller signalanlegg, er viktig for at den offentlige transport fungerer optimalt. Oversvømmes disse plassene under og etter en ekstremnedbørhendelse, kan det medføre samfunnsmessige kostnader som følge av både skade på disse plassene og bygninger, og trafikale forsinkelser for innbyggerne (se beskrivelsen ovenfor).

Verdisetting av skade på plasser og bygninger har kun vært mulig for holdeplasser til buss/trikk, da det ikke har vært tilgjengelige erfaringstall for skader på øvrige transportrelaterte bygninger, f.eks. stasjoner, som følge av en ekstremnedbørhendelse.

Kostnaden ved skader på holdeplasser er verdisatt ut fra antagelsen om at disse områdene hovedsakelig består av asfalterte arealer. Kostnaden ved beskadigede plasser verdisettes derfor på samme måte som parkeringsplasser, dvs. ved bruk av NKA-verktøyet, som beskrevet i avsnitt 6.2.2.

Ved skader på transportrelaterte bygninger og plasser, er det spesielt de medførende forstyrrelsene på transport som utgjør den største samfunnsøkonomiske kostnaden. Verdisettingen av den samfunnsøkonomiske kostnaden ved trafikale forsinkelser er beskrevet ovenfor.

Veibaner og jernbaner

Vei- og jernbaner utgjør hovedåren i transportinfrastrukturen. Skader på denne infrastrukturen, som følge av en ekstremnedbørhendelse kan derfor være kostnadstungt både i form av reparasjoner, og som følge av forsinkelser for innbyggere og virksomheter som frakter varer. Utover selve skaden, vil det også være etterfølgende kostnader forbundet med opprydning. Ekstremnedbørhendelser kan utover vannskader også medføre erosjonsskader på infrastrukturen. Derfor verdisettes begge skadetyper i dette underavsnitt for vei- og jernbaner.

Verdisettingen av både vann- og erosjonsskader på vei- og jernbaner følger samme metode som beskrevet i avsnitt 6.2.2 for verdisetting av skader på bygninger. I NKA-verktøyet anvendes skadekostnaden for følgende kategorier: traktorvei, skogsbilvei, privat vei, kommunal vei, fylkesvei, riksvei, motorvei og enkeltsporet jernbane.

Verdisettingen av skade på vei- og jernbaner anvender fortsatt faktorjustering ved flomhendelser, selv om dette kun er angitt for bygninger av Multiconsult [6]. Verktøyets erosjonsfaktor justeres ikke, men anvendes som beregnet i NKA-verktøyet. Kostnaden i katalogen beregnes således ved å gange den fulle gjenetableringskostnaden ganget med den nedjusterte flomfaktor eller den normale erosjonsfaktoren, for hver av disse kategoriene.

Kostnaden ved opprydning verdisettes ut fra den danske enhetsprisen, innhentet fra det offentlig tilgjengelige enhetsprisarket PLASK [12]. Verdien er beregnet i 2018-tall og omregnes derfor til norsk valuta etter valutakursen.

Vei- og gatebelysning

Store vannmengder og erosjon av jorden kan skade fysiske installasjoner, så vel som vei- og gatebelysning langs veier og baner. Den samfunnsøkonomiske kostnaden ved skade på vei- og

gatebelysning består av a) kostnad til reparasjon av installasjoner og b) tapet av samfunnstjenesten som installasjonen medfører.

Kostnaden til reparasjon av installasjonene består av arbeidstiden og materialene som kreves for å gjenopprette disse installasjonene. Omfanget av slike kostnader avhenger dog av om det er veier med mange eller få installasjoner som rammes, og også av hvilke veier som er skadet, da kostnaden til reparasjonene deretter vil kunne variere betydelig.

Kostnaden ved en reduksjon i den samfunnsmessige tjenesten, som installasjonen bidrar til, kan f.eks. være redusert trafiksikkerhet og trygg ferdsel fordi skilte er skadet eller gatebelysning gått ut.

Det har ikke vært mulig å verdsette den samfunnsøkonomiske kostnaden ved skade på slike vei- og gateinstallasjoner. Dette skyldes at det ikke eksisterer erfaringstall for at ekstremnedbørhendelse har forårsaket skader på denne typen installasjoner.

5.2.4 Miljø og natur

Miljøet og urbane naturområder bidrar til en rekke samfunnsmessige gevinster. Skader på disse områdene og økosystemtjenestene ved en ekstremnedbørhendelse kan derfor ha samfunnsøkonomiske kostnader.

De natur- og miljørelaterte kategorier det vurderes at en ekstremnedbørhendelse vil kunne ha betydning for, er følgende:

- Grønne områder og vannmiljø
- Naturmangfold
- Friluftsliv

Verdisettingen, når det har vært mulig, beskrives for hver av disse tre kategorier i de nedenstående avsnittene. Der det ikke har vært mulig, vil kostnaden for samfunnet bli beskrevet kvalitativt.

5.2.4.1 Grønne områder og vannmiljø

Det urbane miljø utgjøres særlig av grønne plasser og parker, samt vannmiljø i havnen og andre nære vannområder. Vannmassene fra en ekstremnedbørhendelse kan, i tillegg til sten og grus, også føre med seg søppel og andre forurensende partikler fra veioverflater, som etter hendelsen etterlates i parker eller utledes til urbane vannmiljøer.

Verdisettingen av den samfunnsøkonomiske kostnaden ved skader på grønne områder og vannmiljø gjennomgås individuelt for hhv. skader på vannmiljøet og grønne urbane områder nedenfor.

Vannmiljø

Når vannmassene fra ekstremnedbørhendelser utledes til urbane vannmiljøer forurenses disse med søppel og andre forurensende partikler som følger i overflatevannet. I tillegg, kan det også skje oversvømmelse fra kloakk til disse vannmiljøer, hvilket bidrar til ytterligere forurensing.

Forurensingen av urbane vannmiljøer har en samfunnsøkonomisk kostnad ved at økosystemets tjenesteevne forringes og borgernes rekreative verdi, ved å benytte og ha adgang til disse

vannmiljøer, reduseres. Verdisettingen av den samfunnsøkonomiske kostnaden ved forurensing av vannmiljøet som følge av en ekstremnedbørhendelse deles i a) kostnaden ved forringelse av økosystemets tjenesteytelse, b) evt. kostnader ved etterfølgende rensning av vannmiljøet og c) kostnaden ved redusert bademulighet i det urbane vannmiljø.

I verdissetingen av kostnaden ved utledning av forurensende stoffer som begrenser økosystemets tjenesteytelser, har det kun vært mulig å verdsette kostnaden ved tilførsel av fosfor. Det skyldes, at det ikke eksisterer erfaringstall for kostnaden for øvrig forurensing som kan generaliseres til ekstremnedbørhendelser.

Kostnaden ved tilførsel av fosfor verdsettes ut fra den svenske enhetsprisen angitt i [28], der fremskrives til 2018-tall med den norske konsumprisindeksen og omregnes til norsk valuta etter valutakursen.

Kostnaden til rensning av vannmiljøet består til dels av de kjemikaliene og annet materiale dette krever, samt arbeidskraften som skal brukes hertil. Ofte er dette en langvarig prosess som avhenger betydelig av forurensingsgraden og -arten. Det er derfor heller ikke mulig å verdsette en generell kostnad til rensning av vannmiljøet uten å kjenne hvilke forurensende stoffer, fysiske rammer i og omkring vannmiljøet og hvilke andre fremmedobjekter som det skal renses for.

Verdisettingen av den samfunnsmessige kostnaden ved befolkningens reduserte bademulighet følger metoden anvendt i en tidligere analyse av Rambøll [15]. I analysen anvendes den danske betalingsvillighet (kr. pr. dag) for adgang til bading, samt en antagelse om hvor stor andel av Københavns befolkning som tar i bruk av denne muligheten (ca. 1 %) i gjennomsnitt for året. Det antas at den samme betalingsvilligheten (i omregnet valuta) og andel er gjeldende for innbyggere i Oslo.

Antall dager badeadgangen begrenses som følge av hendelsens forurensing av vannmiljøet, fremskaffes fra danske erfaringstall [15]. Den samlede samfunnsøkonomiske kostnaden for innbyggerne i Oslo beregnes heretter ut fra antall innbyggere som får redusert badetilgang, deres tapte verdi derav, samt antall badedager som går tapt ved en hendelse (gj.snitt 3 dager per hendelse).

Skade på grønne områder

Etter en ekstremnedbørhendelse kan parker og andre grønne urbane områder være skadet og vannmengdene kan ha ført med søppel og stein fra veien som etterlates på området når vannet siver vekk. Verdisettingen av kostnaden ved slike skader på grønne områder avhenger av om det er snakk om a) større grønne områder (f.eks. en park) eller b) grønne lunger (mindre grønne områder langs veien o.l.).

Verdisettingen av kostnaden ved skade på parkarealer følger samme metode som beskrevet i avsnitt 6.2.2 for bygningskader. Her anvendes NKA-verktøyet for gjenetableringskostnad for parker, som ganges med den nedjusterte flomfaktor for å beregne kostnaden ved beskadigelse av parken som følge av en ekstremnedbørhendelse.

For grønne lunger verdsettes kostnaden ut fra enhetsprisen for opprydning av grønne arealer angitt i det danske offentlige enhetsprisarket PLASK [12]. Verdien er angitt i 2018-verdi og omregnes derfor til norsk valuta ved valutakursen.

5.2.4.2 Naturmangfold

Skader på miljøet og naturen kan resultere i en reduksjon i biodiversiteten i området. Avhengig av omfanget av reduksjonen, kan dette ha en vesentlig betydning for øvrige økosystemtjenester og likeledes for deler av samfunnet som er avhengige av disse tjenestene.

Reduksjonen i naturmangfold kan bety et direkte produksjonstap for næringer som er avhengige av et velfungerende urbant økosystem, f.eks. til produksjon av honning i urbane bikuber.

For innbyggerne kan reduksjonen i naturmangfold bety at den rekreative verdien ved det grønne området reduseres, f.eks. hvis ikoniske trær, planter eller dyr forsvinner.

Det har ikke vært mulig å verdsette de samfunnsøkonomiske kostnadene ved en reduksjon i biodiversitet som følge av en ekstremnedbørhendelse. Dette skyldes at det ikke er tilgjengelig erfaringstall som relaterer den samfunnsøkonomiske kostnaden til tap av naturmangfold.

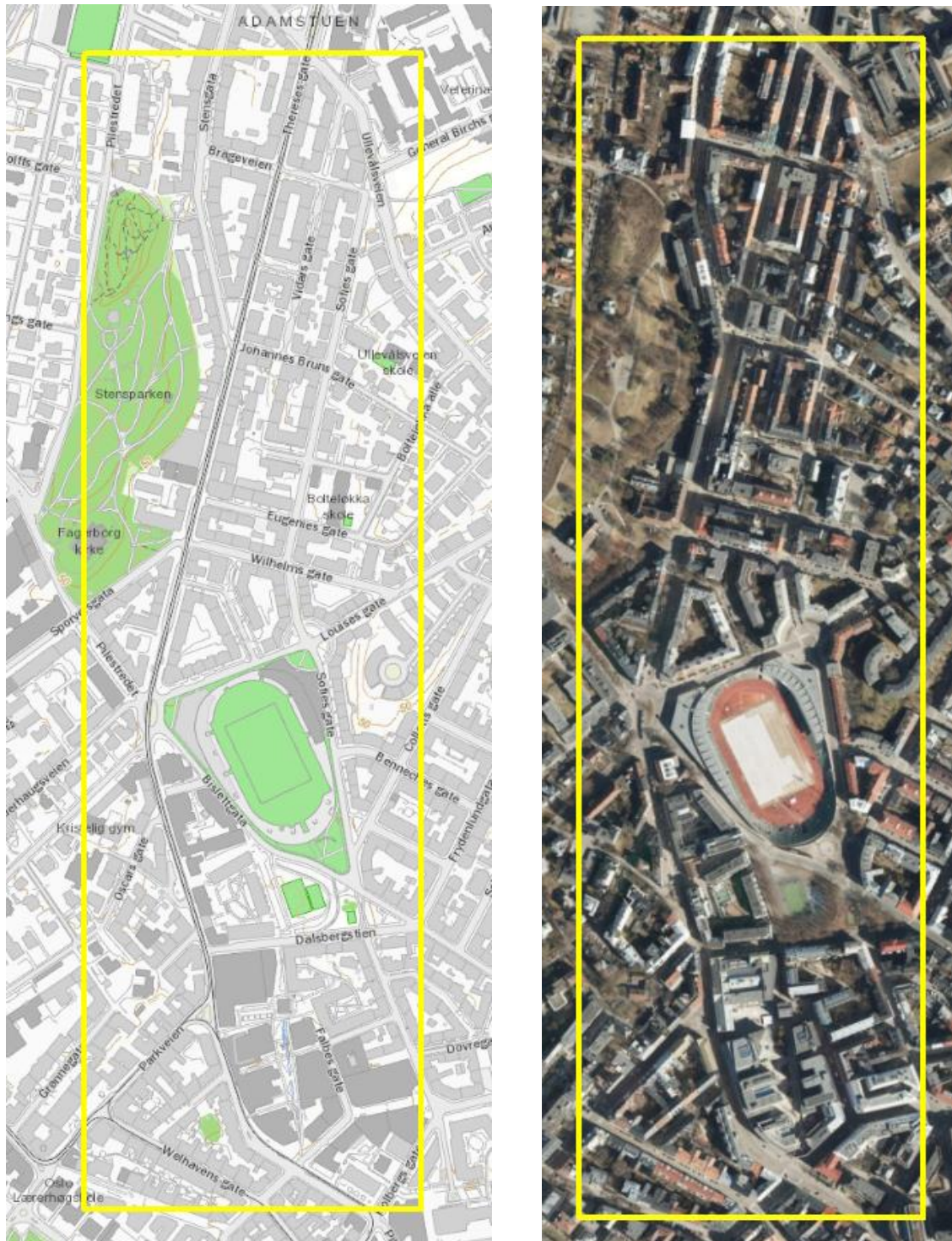
5.2.4.3 Friluftsliv

Tilgangen til og bruken av friluftslivsaktiviteter har en rekke samfunnsmessige gevinster. Utover at områder til friluftslivsaktiviteter gir en rekreativ verdi, bidrar disse aktivitetene også til å minske mentalt stress og å forbedre den generelle fysiske helsen. En reduksjon i adgangen til friluftslivsaktiviteter innebærer således en samfunnsmessig kostnad.

En reduksjon i denne samfunnsøkonomiske verdiskapningen for innbyggerne vil kreve en betydelig og langvarig påvirkning av områder der friluftslivsaktiviteter foregår. På bakgrunn av Rambølls tidligere prosjekt og erfaringer vurderes det at en ekstremnedbørhendelse ikke vil resultere i en så langvarig eller permanent reduksjon av friluftslivsaktiviteter at den vil ha en merkbar samfunnsøkonomisk kostnad.

6. EKSTREMREGN OVER BISLETT

I dette kapitlet beskrives situasjonen og kostnaden ved en tenkt ekstremnedbørhendelse i et utvalgt område i Oslo: Bislett. Formålet med dette avsnittet er å illustrere hvilken betydning en ekstremnedbørhendelse kan ha for samfunnet, såfremt det ikke foretas klimatilpasning mot denne type fremtidige hendelser.



Figur 4 Bislett eksempelområde. Bislett stadion ses midt i området.

Det understrekes at det etterfølgende er et tenkt scenario og ikke en virkelig hendelse. Ekstremhendelsen som beskrives er imidlertid ikke urealistisk, og kan skje i Oslo. Tilsvarende nedbørhendelser har skjedd i de senere år i Norge og Norden, blant annet i København, Malmø, Nedre Eiker og Kristiansand for å nevne noen.

Avsnittet er oppbygd av følgende underavsnitt, som beskriver:

- Hva som utgjør en ekstremnedbørhendelse
- Områdebeskrivelse
- Konsekvenser og skader for Bislett som følge av en hendelse
- Datagrunnlaget for Bislett og konsekvensen av manglende data
- Hvor og hvordan ekstremnedbøren og resulterende overvannsfloam rammet Bislett
- De samfunnsøkonomiske konsekvensene ved hendelsen på Bislett

De fem underavsnittene gir samlet grunnlag for å kunne trekke paralleller mellom kostnadene og konsekvensene i denne avgrensede analysen, til kostnader og konsekvenser for resten av Oslo.

Det innledende avsnittet 6.1 setter rammen for analysen ved å beskrive selve konseptet ved en ekstremnedbørhendelse, mens avsnitt 6.2 beskriver de konkrete konsekvenser og skader for Bislett som hendelsen vil innebære. Avsnitt 6.3 kartlegger datagrunnlaget for analysens beregninger. Omfanget av hendelsens skader beskrives i avsnitt 6.4 og de resulterende samfunnsøkonomiske kostnadene beskrives i avsnitt 6.5 nedenfor.

6.1 Ekstremregn rammer Bislett

6.1.1 Nedbørhendelsen

Et kraftig og intenst skybrudd/styrtregn rammer store deler av Oslo. Tilsvarende som for flere tidligere ekstremnedbørhendelser i Norden ble styrtregn varslet, men ikke i de mengder som faktisk kom. Korttidsmåling av nedbør viser mengder som er 3-4 ganger større enn varslet, og ble lokalt målt til 155 mm over 2 timer. Dette tilsvarer ekstremhendelsen i København i juli 2011, og litt større enn Kristiansand i 2018 (ca. 132 mm på 3 timer).

Til sammenligning er 200 årsnedbør for Blindern for en varighet på 2 timer beregnet til 51 mm, mens høyeste målte verdi er 56,1 mm (per 31.12 2015). 155 mm over 2 timer er med andre ord en ekstremhendelse, ca. 3 ganger nåværende beregnet teoretisk 200 årshendelse for Oslo. De senere år har imidlertid klimaendringer medført at denne type såkalte ekstremhendelser skjer nærmest årlig ett eller annet sted i sørlige deler av Norden. Det er derfor ikke usannsynlig at en slik hendelse vil kunne inntreffe i Oslo i løpet av 0-100 år.

Et skybrudd er en ekstremt kraftig regnbyge i et begrenset område og over kort tid, gjerne minutter eller over få timer. I større vassdrag vil resulterende flom som følge av lokale skybrudd jevnes ut, men for Bislett som er et lite urbant felt, fører dette til store skader.

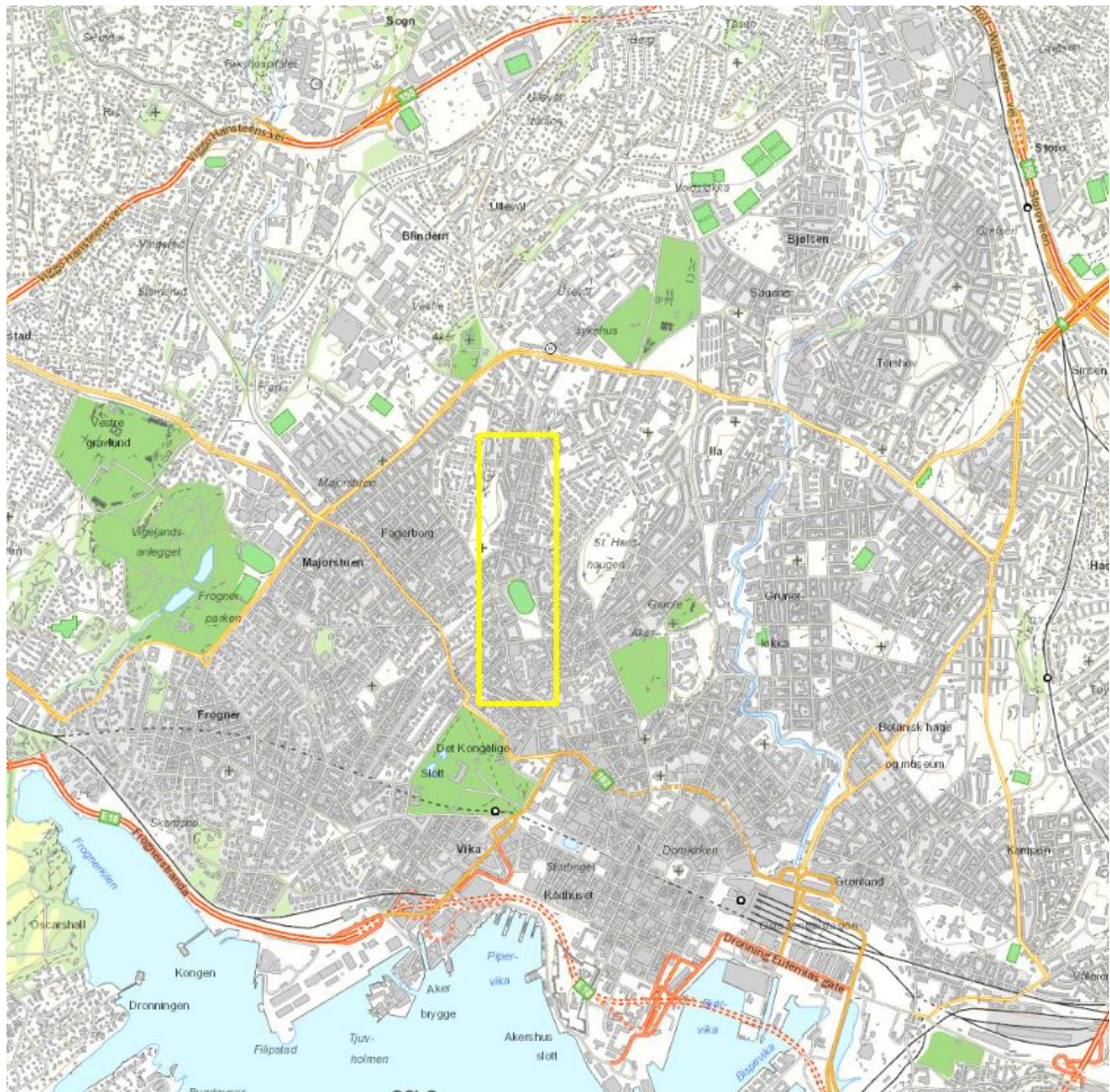
Oppsummerende beskrivelse av hendelse:

- Ekstremregn over 2 timer, tilsvarende «Københavnregnet», dvs 155 mm over 2 timer.
- Kort og intens nedbørhendelse, ikke forhåndsvarslet i de mengder som kom
- Startet som en helt vanlig hverdag hvor alle vanlige rutiner ble fulgt
- Skjer på sommeren eller høsten

- Den ekstreme og mest intense nedbørhendelsen varer i 2 timer, men skader skjer også i etterkant (timer/døgn, men også opptil flere dager etterpå, blant annet sykdom)
- Avløpssystemene har ikke kapasitet til en slik hendelse og ledningsnett/kummer fylles opp og går i overløp/oversvømmelser.

6.1.2 Bislett eksempelområde

Figur 5 viser Oslo sentrumsområde med Bislett eksempelområde vist i gul ramme.



Figur 5 Oversikt over Bislett studieområde, gul firkant.

Bislett studieområde, grunnleggende data:

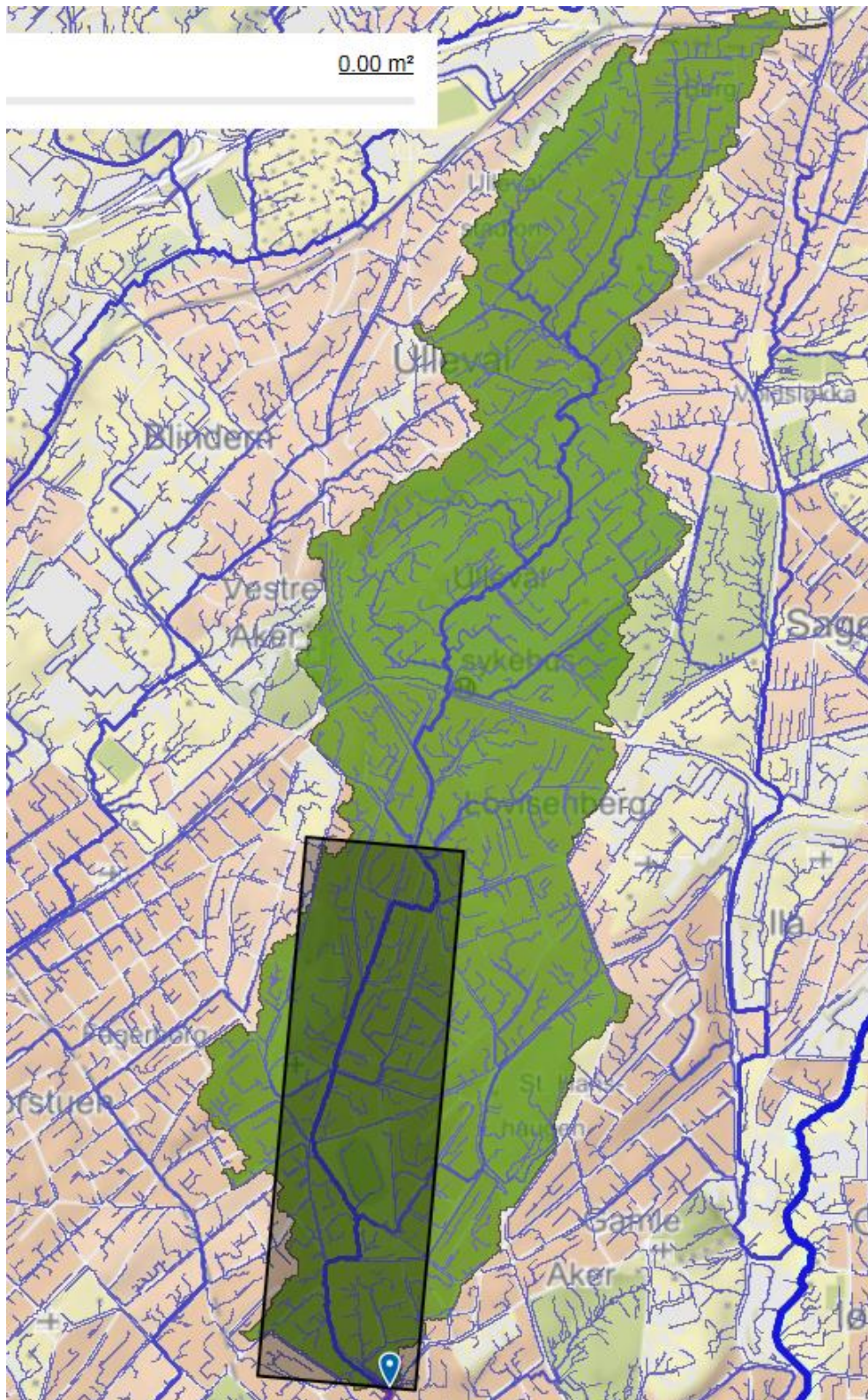
- Urbant område dominert av tette flater, bolig- og næringsbygg og omfattende infrastruktur, men samtidig også en del parker og grønne flater.
- 539 000 m² (53,9 ha, ca 400*1400 meter). (Areal innenfor Ring 2 er ca. 11 km²)

- Grønne flater: ca. 118600 m² (11,9 ha), dvs ca. 22% «grønne områder».
- Antall personer bosatt: 9875 stk.
- Byggverk:
 - Totalt ca. 690 byggverk/andeler, herav ca.
 - 360 private blokker (store boligbygg)
 - 225 garasjer/bod
 - 56 private boliger
 - 19 skolebygg (skole, universitet)
 - 18 kontorbygg
 - Samt mindre antall forretningsbygg, hotell, industri, pleie, idrett, kontor
- Veier: ca. 9100 meter (private og kommunale)
- Vann- og avløpsanlegg:
 - Ca. 613 VAO-ledninger
 - Sum lengde ca. 21 240 meter
 - 374 kummer
 - (ingen pumpestasjoner eller andre større VA-anlegg)
- Kollektivtransport: Busser og trikk, totalt 3 trikkeholdeplasser og 1 buss.
- El./Tele: Ikke mottatt data
- Fjernvarme: Ikke mottatt data

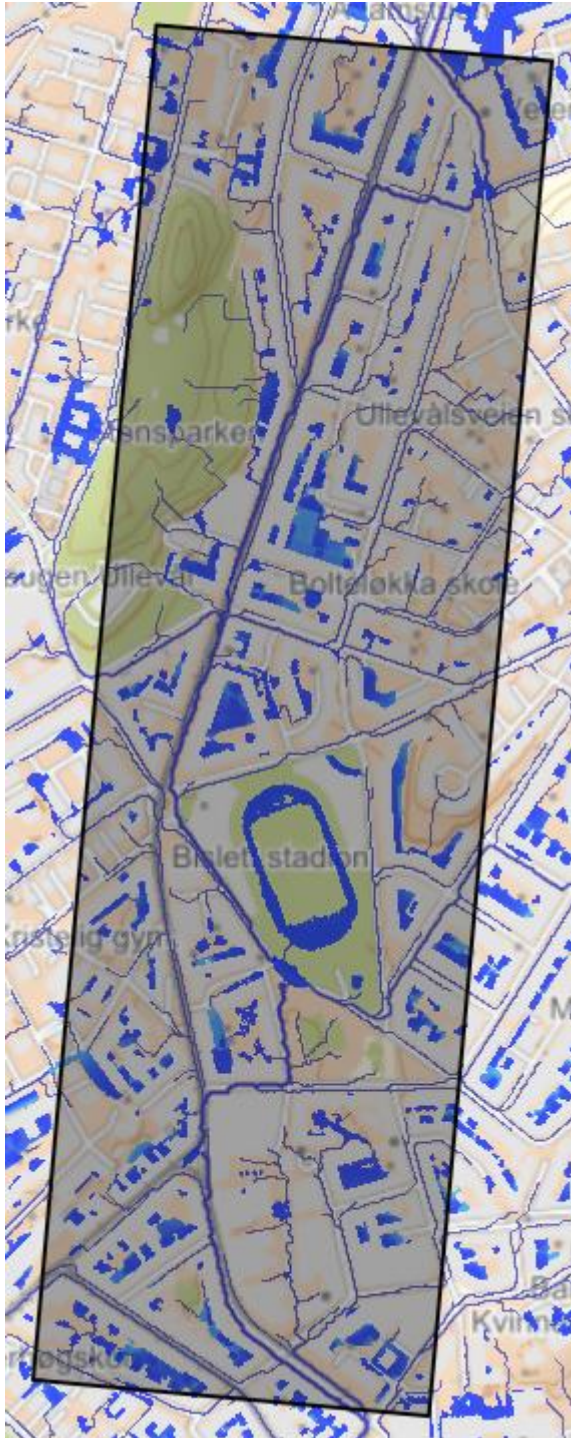
Tidligfase flomfarevurdering:

Det er gjennomført en tidligfase flomfarevurdering ved bruk av SCALGO. Dette er et 1D verktøy for beregning av flomveier samt hvor flomvannet vil kunne samle seg i groper og forsenkninger.

Scalgo-analysen viser blant annet at største nedbørfelt som passerer Bislett eksempelområde er på 2,11 km², se figur 6. Dette får konsekvenser for maksimal overvannsflom blant annet ned Thereses gate. Videre viser flomanalysen at det er flere groper/forsenkninger som er potensielle flomfareområder.



Figur 6 Største nedbørfelt frem til og gjennom studieområdet. Totalt 2,11 km²



Figur 7 Forenklet flomanalyse 1D og forsenkninger ved 155 mm nedbør (SCALGO).

6.2 Konsekvenser og skader for Bislett

Den ekstreme nedbørhendelsen kommer plutselig, og første tegn på oversvømmelse er at overvannet begynner å renne i små løp i hovedgatene ned Bislett. Disse øker raskt i mengde og omfang, og blir etter hvert til større bekkeløp som flommer over fortauskantene, ned sidegater og inntil byggverk. Gradvis oversvømmes nesten hele Bislett og naturlige groper og forsenkninger fylles opp.

Etter kort tid får trafikanter og gående utfordringer med større og større vanddyp, og i de bratteste gatene er flommen så kraftig at noen parkerte biler flyter ned hovedgatene. Kjøretøy og trikk prøver å passere flomutsatte områder, men på de verste stedene er det full stans. Enkelte må sette igjen bilen og berge seg opp på fortauskantene eller ut til sidegatene.

I utsatte byggverk fylles kjellere opp med vann, og flere byggverk uten kjeller vil også snart oversvømmes. Dette medfører store skader på byggverk, behov for gjenhusing og fare for sykdommer. Noen kjellere fylles raskt opp og her er det reel fare for liv.

Når hendelsen nærmer seg flomtoppen fører den kraftige flommen til erosjon og utvasking av grøfter og grøntarealer, og skader på asfalterte flater. Der flommen er alle kraftigst vaskes deler av veien bort, og rør og kabler i grunnen blottlegges.

Vann og avløpssystemene overbelastes og en blanding av overvann og avløpsvann flommer opp gjennom kummene. I de høyest belastede avløpsledningene øker trykket så raskt at kumløkkene popper opp som korker, kummer sprekker og omkringliggende dekke vaskes bort.

Flommen medfører forstyrrelser på transport og påvirkning av fremkommelighet. Redningsetatene rykker ut for å bistå personer i nød. Redningsetatene har noe mer evne til å komme frem på dypt vann, men flere personbiler og gjenstander sperrer noen av veiene.

Bislett er påvirket av flomhendelsen i flere uker og måneder etter flommen. Det registreres nye sykdomstilfeller umiddelbart etter flommen, men også 1-3 uker etterpå i forbindelse med opprydding av kjellere. Gjenoppbygging av byggverk og infrastruktur pågår i 1-2 år.



Figur 8 Illustrasjon av overvannsflo.



Figur 9 Illustrasjoner av urban overvannsflo

6.3 Tilgjengelige data for Bislett og konsekvenser for kostnadsanalyse

Oslo kommune har vært ansvarlig for innsamling av digitale grunnlagsdata etter spesifikasjoner fra Rambøll. Generelt har kommunen fremskaffet alle offentlig tilgjengelige data, men det har vært utfordrende å fremskaffe data fra private aktører samt fra noen offentlige hvor tilgangen er begrenset av ulike årsaker.

Nedenfor er de ulike datatyper angitt med fargekoder avhengig av tilgjengelighet for Bislett:

Grønn: OK

Oransje: Noe men begrenset/noe mangelfull

Rød: Mangler data

- a. Flomberegninger av en eller flere nedbørhendelser/gjentaksintervall, og med resulterende vanddybder og vannhastigheter for området.
- b. Befolkningsdata og antall personer i næring/offentlige bygg (fått for skoler og barnehager).
- c. Trafikant data fra kollektiv transport og eventuelt tog (gods og person)
- d. Antall gående og syklende

- e. ÅDT data for veier, samt andel tungtransport
- f. Byggverk og Byggverktype
- g. Parkerte kjøretøy
- h. Matrikkeldata, herunder oversikt over antall etasjer og eventuell kjeller/underetasje
- i. El. kommunikasjon selskaper
- j. El. kraft og forsynings-selskaper
- k. Fjernvarmeselskaper
- l. Vann- og avløpselskaper
- m. Data om matforsyning
- n. Data om Olje og gass
- o. Kulturminner (plassering men ikke antatt verdi)
- p. Satellittbasert kommunikasjon og navigasjon
- q. Bank og finans
- r. Veidata fra kommunen og Statens vegvesen, inklusive veitype.
- s. Kollektivanlegg: Buss, trikk, bane, tog, holdeplasser/stasjoner
- t. Miljø, natur og friluftslivdata

På grunn av mangelfulle eller usikre data var det flere mindre enkeltkategorier som ikke ble kostnadsberegnet, noen ble grovt anslått mens andre ble slått sammen. Dette redegjøres det for i de etterfølgende delkapitler om de ulike kategorier.

6.4 Hvor og hvor hardt rammet overvannsfloppen?

Oslo kommune, VAV, har utført beregninger av overvannsflopp oppå bakken ved bruk av overflatemodellen Mike 21. Rambøll har mottatt resultatdata fra simulering av en nedbørhendelse på 155 mm over 2 timer [30] og disse er benyttet i etterfølgende analyser og beregninger.

Store deler av Bislett flommer over og vanndybden varierer fra 0 og opp til 5,4 meter (!). Figur 10 viser beregnede maksimale vanndybder i løpet av flom-hendelsen. Resultatene viser at nesten alle veier samt områder inntil byggverk hadde en vanndybde på over 3 cm. Hovedveiene hadde en dybde på over 30-100 cm, mens det er et fåtall mindre/avgrensede forsenkninger/groper som har dybder mellom 1-5,4 meter. (PS: Den aller største forsenkningen vest for Bolteløkka skole er trolig fylt igjen i dag).

Beregnete flomhastigheter viser at de største hastighetene opptrer i hovedgatene som ligger nord/syd, altså i hoved-fallretningen til området. Se resultater i figur 11. Det er i disse gatene faren for person-skade er høyest, samt skade på veier og infrastruktur.

Beregning av fareklasse for personer utendørs, viser at særlig nedre deler av Thereses gate og deler av Bislett gata havner i fareklasse 3, «Fare for alle». Dette er vist i figur 12.



Figur 10 Beregnede flomdybder for Bislett.



Figur 11 Beregnede flomhastigheter (m/s).



Figur 12 Beregnede flomfareklasser for personer utendørs basert på DEFRA: CI 1: Fare for noen, CI 2: Fare for de fleste, CI 3: Fare for alle.

6.5 Samfunnsøkonomiske kostnader

I dette avsnittet presenteres resultatet for beregningene av de samfunnsøkonomiske konsekvensene for et utvalgt område i Oslo, Bislett, i tilfelle av en ekstremregnhendelse.

De samfunnsøkonomiske kostnadene for Bislett er beregnet på bakgrunn av de berørte bygninger og områder beskrevet i avsnitt 6.1.2, og de prissatte enhetskostnader beskrevet i avsnitt 5 og Vedlegg 01. Grunnet mangelfull data har det ikke vært mulig å prissette alle de samfunnsøkonomiske kostnadene beskrevet i avsnitt 5.2.

Det **samlede resultat** viser at Bislett vil forventes å oppleve kostnader for samfunnet på **minst 580 millioner kroner** (se tabell 1 under), som følge av at området rammes av ekstremregn. Kostnadene fordelt på hovedkategorier ses i tabellen nedenfor.

Tabell 1: Samfunnsøkonomiske kostnader av ekstremregn som rammer Bislett

	Verdi (mill. Kr.)
Helse og liv	2
Bygningsskade, opprydning og produksjonstap	351
Samfunnskritisk infrastruktur, inkl forstyrrelse av reisetid	226
Miljø og natur	1
Samfunnsøkonomiske kostnader, samlet	580

Kilde: Rambølls egne beregninger

Av de beregnede samfunnsøkonomiske kostnadene for Bislett er det bygningsskade, opprydning og produksjonstap som utgjør den største andelen av kostnadene (ca. 62 %), etterfulgt av kostnadene for samfunnskritisk infrastruktur (ca. 38 %). Derimot utgjør kostnaden til helse og liv kun ca. 0,4 % av de samlede beregnede kostnadene for Bislett ved en ekstremregnhendelse.

I tillegg til hovedkategoriene er det også beregnet kostnadene for en rekke underkategorier, som beskrevet i avsnitt 5.2. De samfunnsøkonomiske kostnadene fordelt på underkategorier gjennomgås i nedenstående avsnitt 6.5.1 – 6.5.4. I avsnitt 6.5.5 beskrives de samfunnsøkonomiske konsekvensene for Bislett som det ikke har vært mulig å prissette, men hvor det er beregnet en samfunnsmessig risiko.

De totale kostnader tilsvarer en spesifikk total skadekostnad på ca. 1076 kr/m².

6.5.1 Helse og liv

De samfunnsøkonomiske kostnadene ved ekstremregn over Bislett relatert til skade på helse og liv er beregnet til omtrent 2 millioner kroner. Disse består av kostnadene som følge av sykdom og psykiske skader. De samfunnsøkonomiske kostnadene for Helse og liv er fordelt på underkategorier i nedenstående tabell.

Tabell 2: Samfunnsøkonomiske kostnader for skade på helse og liv

	Verdi (mill. Kr.)
Tap av liv	-
Sykdom	1
Psykiske skader	0,9
Kostnad ved skade på helse og liv, samlet	2

Kilde: Rambølls egne beregninger

De samfunnsøkonomiske kostnadene ved at personer blir syke som følge av ekstremregn på Bislett, er beregnet til omtrent 1 million kroner. Dette omfatter både behandlingsomkostninger samt produksjonstapet til samfunnet ved at beboere på Bislett eller personer som ferdes i området under hendelsen er blitt syke.

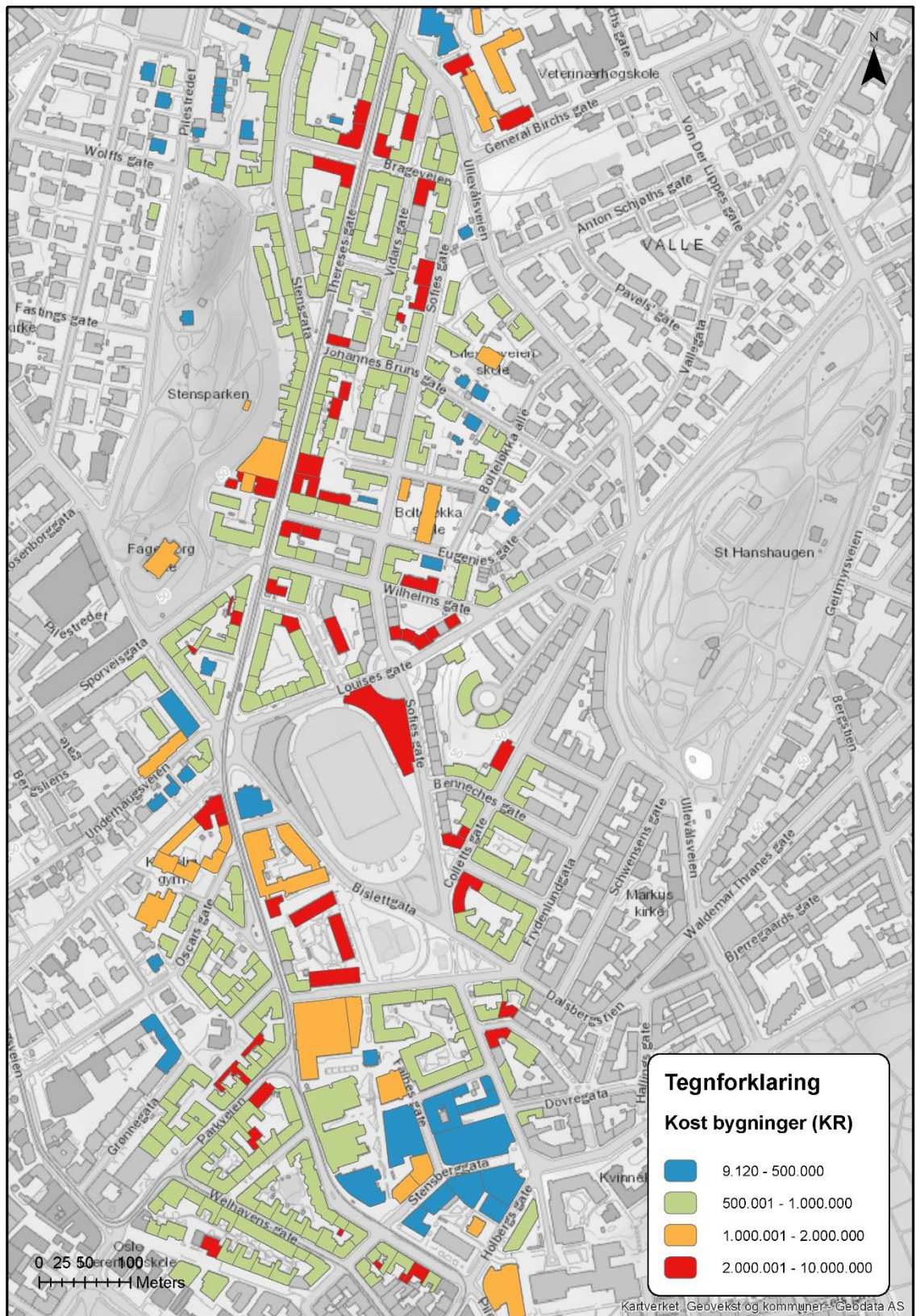
I tillegg til fysisk sykdom kan et ekstremregn også ha psykiske konsekvenser for beboere på Bislett som opplever store oversvømmelser og særlig beboere som må flyttes til midlertidig bolig. For Bislett er den psykiske skaden som følger av ekstremregn beregnet til i overkant av 0,9 million kroner. Dette omfatter både behandlingsomkostningen under sykdomsforløpet, og produksjonstapet ved at borgeren får nedsatt arbeidstid som følge av psykisk skade.

6.5.2 Bygningskade og produksjonstap

De samfunnsøkonomiske kostnadene til bygningskade og produksjonstap på Bislett, som følge av ekstremregn, utgjør samlet sett ca. **351 millioner kr.** Bygningskade omfatter skade på både nærings- offentlige- og private bygg som vannmengdene og -hastigheten er beregnet å forårsake. Dette omfatter både fysisk skade på bygningen og skade innvendig ved at vann trenger inn i selve bygningens rom og kjellere.

FME-analyse, skader på bygning:

Byggtema («T32_0301building_flate_clip») er kombinert med matrikkeldata («MatrikelPkt») for å undersøke om bygningene har kjeller. Flomberegninger «Bislett_H_Dybde» med 4m oppløsning er nedskalert til en 1m rasteroppløsning, hvoretter hver celle erstattes med et midtpunkt, kalt "flompunkt". Bygninger fra «T32_0301building_flate_clip» med overlappning av flompunkt blir deretter valgt, og den maksimale dybden i bygningen blir tildelt i attributten "dybde". Hver bygningskategori blir deretter tildelt enhetspris basert på om de har kjeller (terskel = 3cm) eller ikke (terskel = 30cm) og på grunnlag av byggekostkategori. Alle byggtypen på Bislett («BYGGTYP_NB») er fordelt på underkategorier angitt i enhetspristabellen (se Vedlegg 02). Flytting, opprydding og produksjonsskade er tilskrevet de respektive kolonnene og oppsummeres til slutt.



Figur 13 Beregnede skadekostnader for bygninger.

I tillegg til kostnaden til selve skaden på bygningen er det også samfunnsøkonomiske kostnader forbundet med den etterfølgende opprydningen og avfukting av bygningen, samt produksjonstap hvor eks. næring eller det offentlige må lukke i en periode mens reparasjonen og avfuktingen pågår.

I tabellen nedenfor er de samlede beregnede samfunnsøkonomiske kostnadene for bygningsskade, opprydning og produksjonstap fordelt på de tre samfunnsaktørene.

Tabell 3: Samfunnsøkonomiske kostnader for bygningsskade, opprydning og produksjonstap

	Verdi (mill. Kr.)
Næring	29
Offentlig	63
Privat	259
Kostnad ved bygningsskade, opprydning og produksjonstap, samlet	351

Kilde: Rambølls egne beregninger

De samfunnsøkonomiske kostnadene for bygningsskade er klart størst for private bygg. 74 % av de samlede beregnede samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til bygg består av skader på private bygg, mens skader på næringsbygg og offentlige bygg utgjør henholdsvis 8 % og 18 %.

De samfunnsøkonomiske kostnadene ved skade på **næringsbygg og offentlige bygg** er knyttet til **bygningsskader og opprydning**. Totalt sett er disse kostnadene beregnet til knapt 29 millioner kroner for næringsbygg og 63 millioner kroner for offentlige bygg. Bygningsskader utgjør langt størstedelen av disse kostnadene.

De samfunnsøkonomiske kostnadene for **private bygg** skiller seg ut fra næringsbygg og offentlige, da det her i tillegg til **bygningsskader og opprydning**, også er beregnet kostnader knyttet til **produksjonstap, psykisk helse og sykdom**. Samlet for private bygg er de samfunnsøkonomiske kostnadene beregnet til rundt 259 millioner kroner. Disse fordeles på bygningsskade med 236 millioner kr (91%), gjenbosetting (midlertidig bolig) med 21 millioner kr (8%), sykdom og psykisk helse med 1,9 millioner kroner (0,7%), opprydning med 175 000 (0,1%) og produksjonstap med 60 000 kroner (0,02%).

6.5.3 Samfunnskritisk infrastruktur

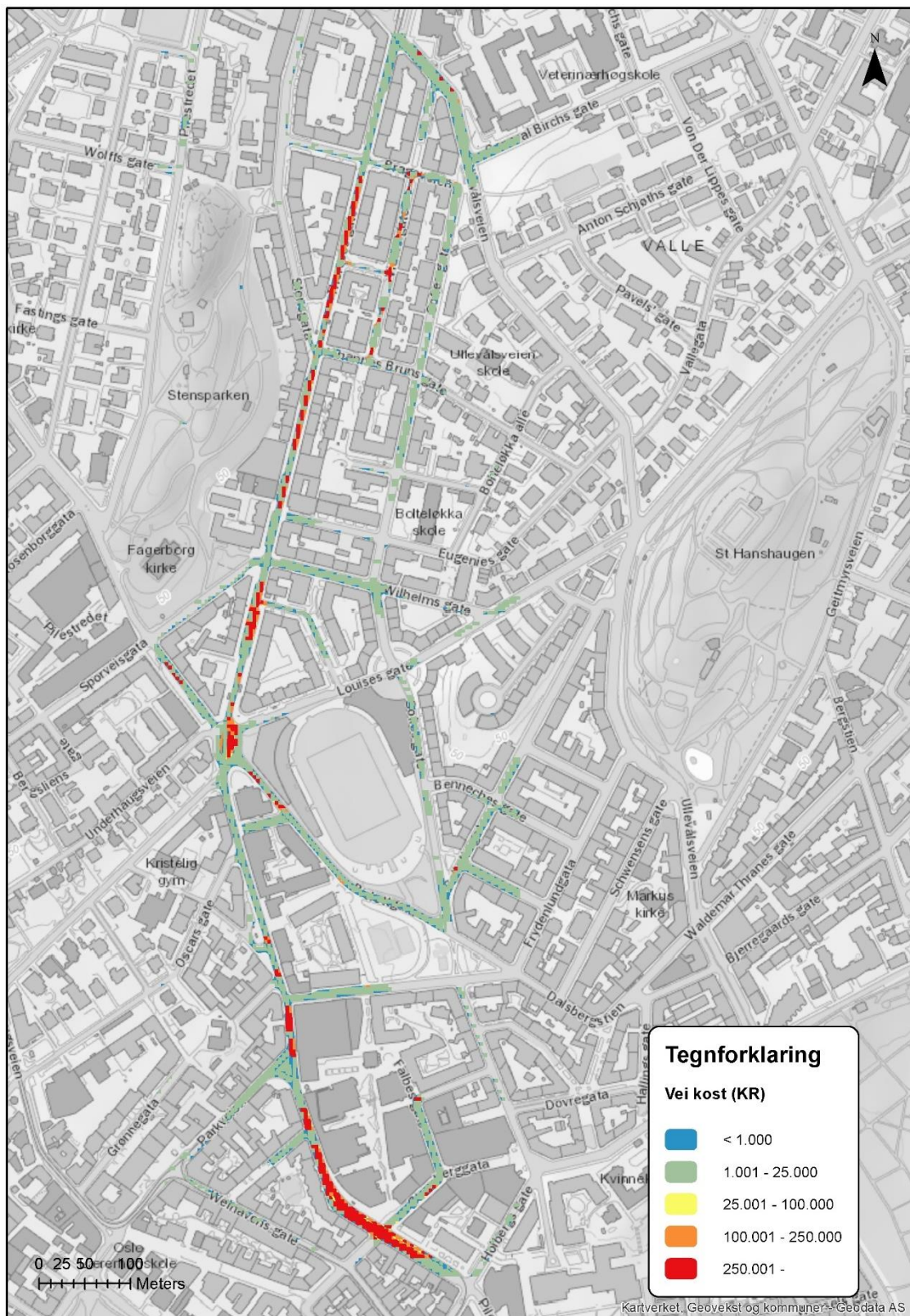
En ekstremregnhendelse på Bislett vil ha samfunnsøkonomiske konsekvenser for kritisk infrastruktur, som beskrevet i avsnitt 7.4. De samfunnsøkonomiske kostnadene på kritisk infrastruktur på Bislett ble i utgangspunktet kun beregnet for skader på **vei, trikkenett og kumlukk** da det ikke har vært mulig å verdsette og/eller kvantifisere resten av underkategoriene i avsnitt 6.2.3. De samfunnsøkonomiske kostnadene forbundet til vei, trikk og kumlukk ved ekstremregn over Bislett er beregnet til totalt **175 millioner kr**.

Etter dialog med Oslo kommune, VAV, fikk vi imidlertid et grunnlag for enhetspriser for skader på VA-grøfter med tilhørende VA-system. Sammen med vurdering av skade som følge av erosjon fra flomvann ble de samfunnsøkonomiske kostnader forbundet med skade på grøfter inklusive rør og kabler beregnet til totalt **41 millioner kr**.

FME-analyse, skader på veier:

Mottatt veitema (T32_0301veg_flate) ble inndelt i 4 aktuelle veityper, henholdsvis gang/sykkelvei, hoved-kommunal vei, kommunal vei og privat vei. Flatetema er deretter kuttet i firkanter med 4m oppløsning. Firkanter med flompunkter med dybde større enn 10 cm er valgt. Ingen private veier oversvømmes. Kommunale veier tildeles skade og oppryddingskostnad i henhold til enhetspristabellen (se Vedlegg 02).

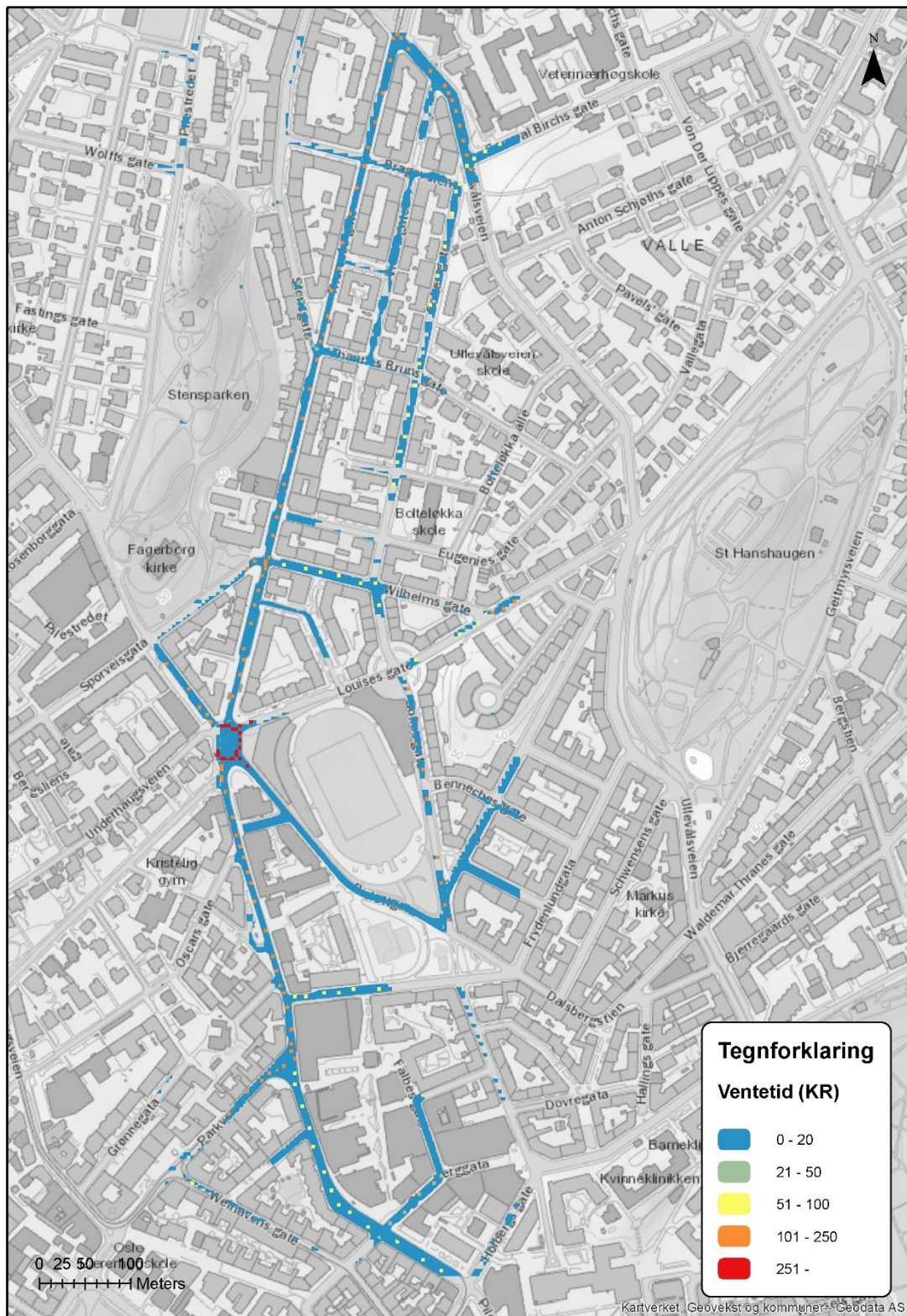
Flomhastighetsberegninger «Bislett_V» med 4m oppløsning er nedskalert til 1m rasteroppløsning, hvorefter hver celle er erstattet med et midtpunkt, kalt "flytpunkt". Grønne områder (GrontOmr) ble brukt til å vurdere potensiell erosjon. Veier i grønne områder får tildelt erosjonsskade ved hastigheter over 1 m/s. Annet belegg på over 2 m/s.



Figur 14 Beregnede skadekostnader for veier.

FME-analyse, ventetid på veier:

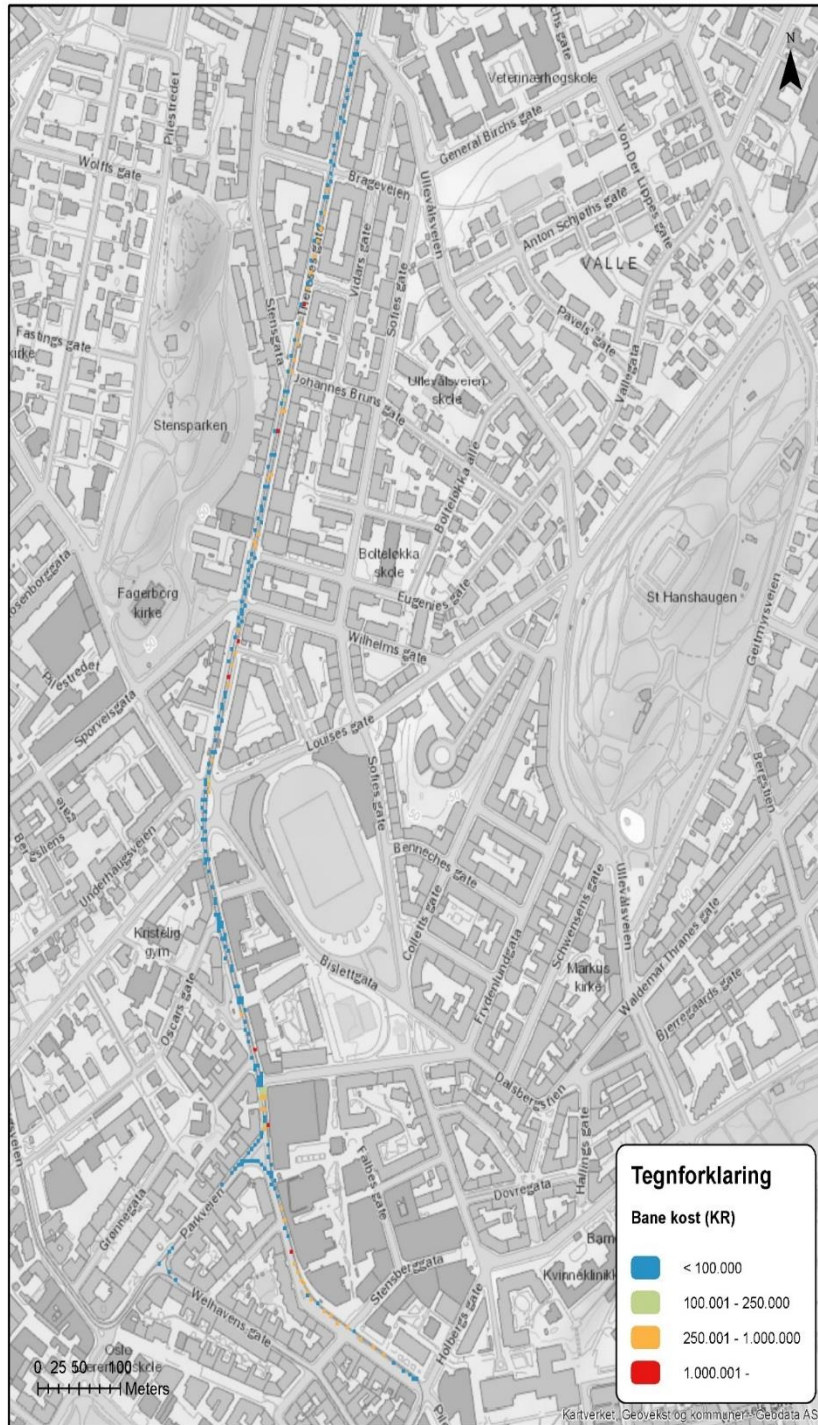
Årsdøgnetrafikk (ÅDT) data (Aadt_clip) brukes til å estimere ventetider på veier. Linjene er kuttet i 1m segmenter, da enhetsprisen er per meter (se Vedlegg 01). Hvis veien oversvømmes med mer enn 10 cm, beregnes ventetiden for linjesegmentet basert på gjennomsnittlig døgnetrafikk dividert med 24 timer og multiplisert med 2 timer (hendelsen antas å vare to timer) multiplisert med enhetsprisen for ventetid på veier.



Figur 15 Beregnede ventetid kostnader for veier.

FME-analyse, skader på trikk/bane:

Trikkelinjer (T32_0301bane_linje_Clip) er kuttet i 1m segmenter og deres midtpunkt brukes til å lage et rutenett av 4x4m celler, som ligner på veier. Celler med flompunkter med dybder over 10 cm er valgt som oversvømmet. Skaden er tildelt basert på lengden på det oversvømmede segmentet. Celler med en hastighet over 2 m/s tildeles tilsvarende erosjonskostnader.

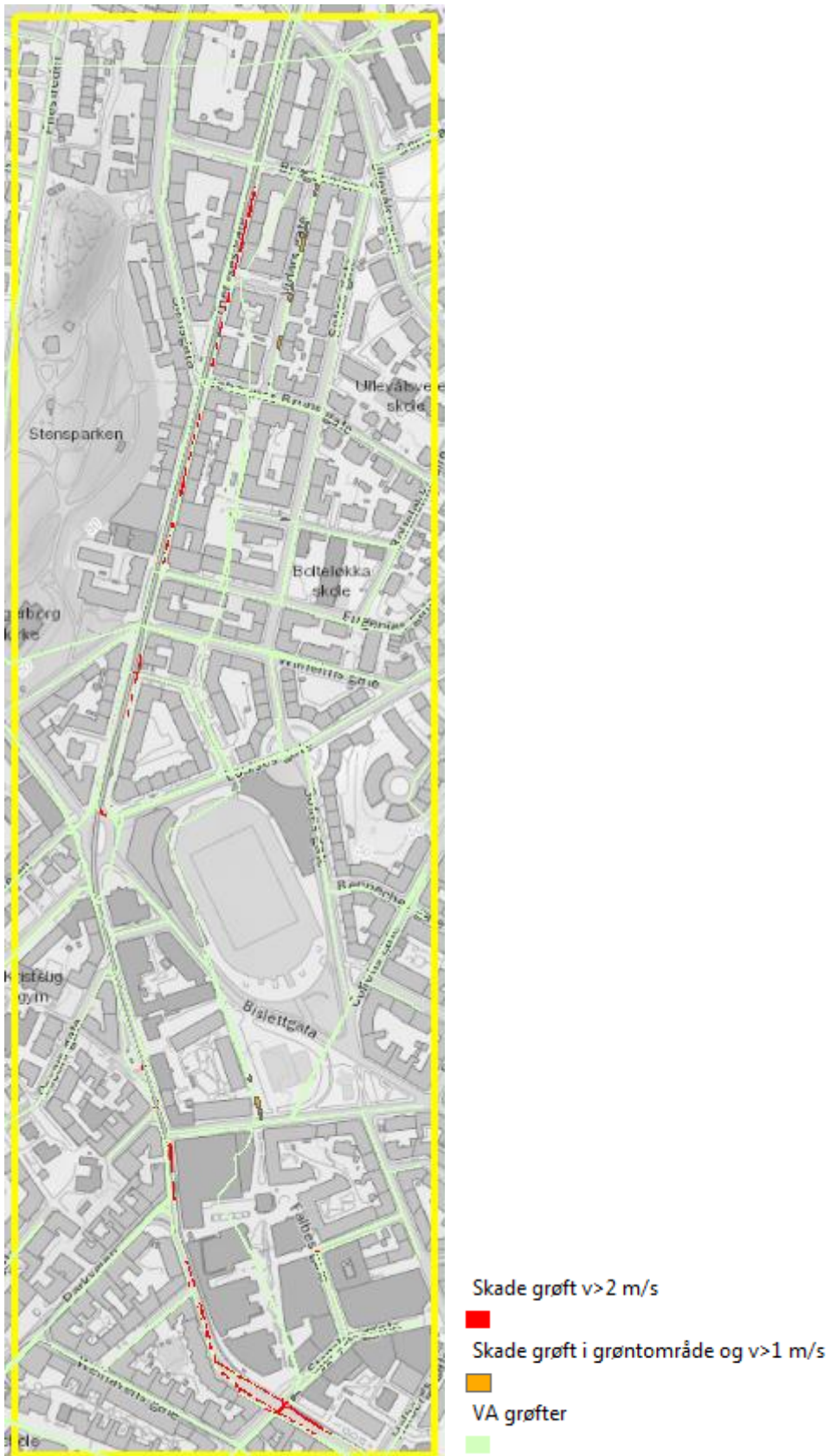


Figur 16 Beregnede skadekostnader for trikk.

I tillegg har vi også grovt kostnadsberegnet skader på VA-ledningsanlegg under bakken, og også forutsatt at det ligger andre kabler og rør i samme grøft.

FME-analyse, skader på VA-ledninger og tilhørende grøfter:

Det er laget en buffer rundt alle VA-ledninger på 1 meter og deretter er disse enkelt-flatene slått sammen til et representativt grøftetema. Flomhastighetsberegninger «Bislett_V» med 4m oppløsning er reklassifisert til terskelverdier 1-2 m/s og over 2 m/s, og deretter konvertert til flatetema «Bislett V over 1 m/s». Erosjonsutsatte grøfter velges ved å klippe grøftetema ved bruk av hastighetspolygoner med hastighet over 1 m/s. Erosjonsutsatte grøfter klippes også med flatetema for grøntområde. Endelig valg av skade på grøfter gjøres ved terskelverdi lik 1 m/s for de grøfter som har grøntområde over, og 2 m/s for de som har andre flatetyper over. Erosjonsskadede grøfte-arealer er deretter summert og ekvivalent grøftelengde funnet ved å dividere på en gjennomsnittlig bredde på 2 meter. Totalt ble det beregnet at ca 800 meter med grøfter (av totalt ca 16 000 meter) vil bli skadet på grunn av erosjon. For kostnader ble det benyttet en enhetspris på grøfter på 51 100 kr/meter grøft. Dette inkluderer VA-ledningsanlegg og antatt andre kabler og rør i grunnen (El., tele, kommunikasjon, fjernvarme etc.).



Figur 17 Identifiserte VA-grøfter som får skade som følge av erosjon.

Tabell 4: Samfunnsøkonomiske kostnader ved skader på samfunnskritisk infrastruktur

	Verdi (mill. Kr.)
Vei	138
Trikk	40
Erosjon av grøfter med vann- og avløpsledninger, samt forutsatt El./tele/fjernvarme rør og kabler i samme grøft.	41
Vann og avløp, kumlukk	7
Kostnad ved skade på samfunnskritisk infrastruktur, samlet	226

Kilde: Rambølls egne beregninger

De samfunnsøkonomiske kostandene knyttet til skader på **vei** er beregnet til **138 millioner kroner**. Dette omfatter skader på kommunale veier på Bislett som i risikoanalysen vurderes å bli berørt. De beregnede kostnadene inkluderer både reparasjoner av vannskader på vei, men også erosjonsskader. I tillegg er det inkludert de samfunnsøkonomiske kostnadene ved forsinkelser av bilister, beregnet til **ca. 10 mill. kr.**

Skader på **trikk** på Bislett ved en hendelse av ekstremregn er beregnet til i overkant av **40 millioner kroner**. Ekstremnedbør kan føre til erosjon i fundament omkring trikkeskinner som krever reparasjon, men også opprydning da vannmassene kan etterlate diverse rester av avfall. I tillegg vil forstyrrelser på trikkenettet på Bislett resulterer i forsinkelser i kollektiv transport.

Skader på **VA-ledningsanlegg og annen infrastruktur under bakken** er grovt beregnet til **41 mill. kroner**. Skadene skyldes erosjon av grøfter som har omkringliggende grøntareal, men også erosjonsskader som følge av sterke flomkrefter på andre overflatetyper som asfalt.

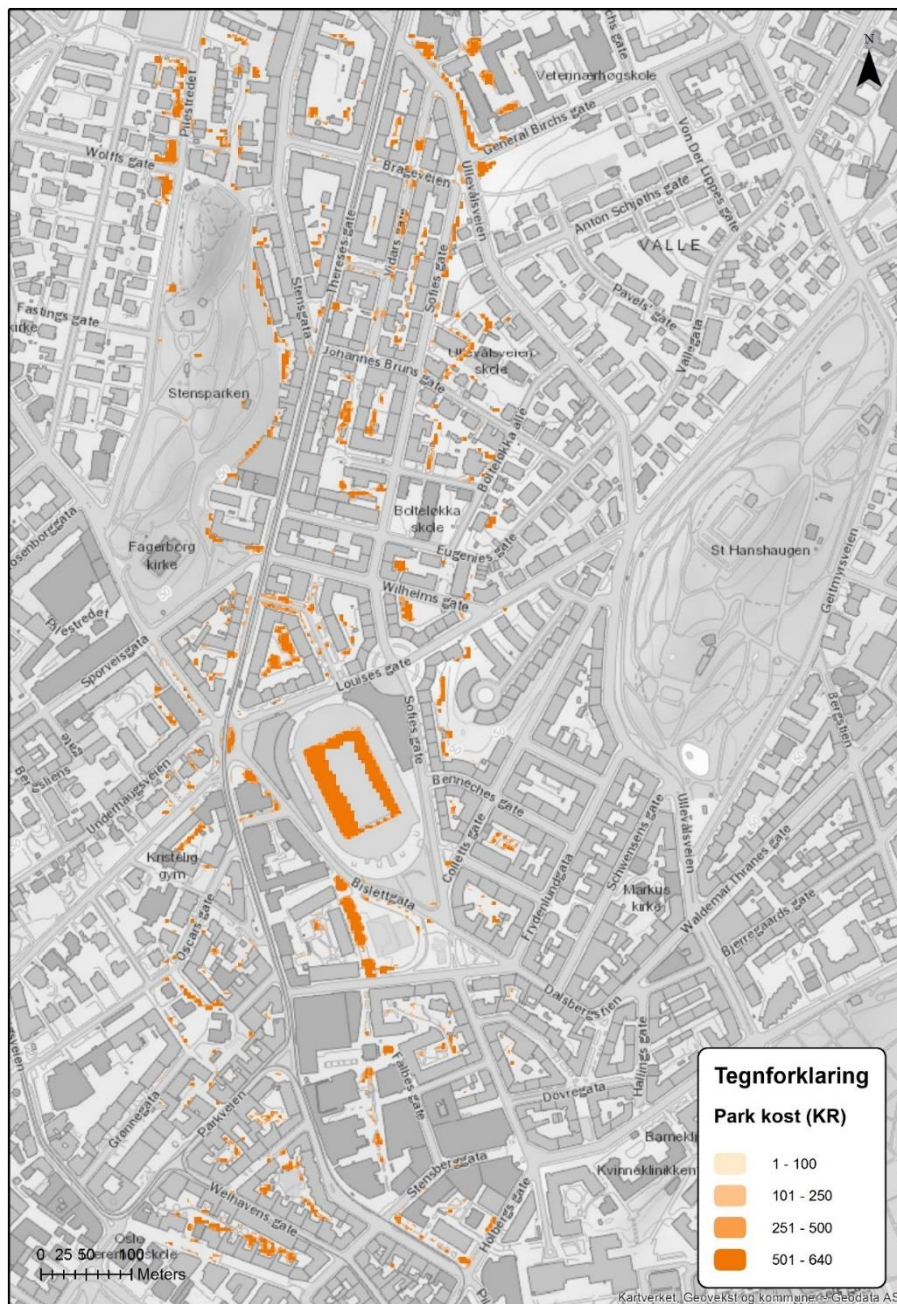
De samfunnsøkonomiske kostnadene for skade på enkelt-**kumlukk og nærliggende flater** er beregnet til **7 millioner kroner** fordelt på 70 kumlukk på Bislett.

6.5.4 Miljø og natur

De samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til miljø og natur ved ekstremregn over Bislett beregnes kun for opprydning av grønne arealer, da det ikke har vært mulig å verdsette og kvantifisere alle kategorier som drøftes i kapittel 6.2.5.1.

FME-analyse, opprydning av grønne arealer:

Grønne områder (GrontOmr_Grontregnskap.shp) er delt inn i celler med 4x4m. Celler med overlapping av flompunkter med dybde fra 10 cm er valgt, og arealet multiplisert med enhetsprisen for å rydde opp parken



Figur 18 Beregnede kostnader for opprydding av grønne områder.

De samfunnsøkonomiske kostnadene til opprydding av grønne arealer på Bislett er beregnet til 1 million kr. Etter ekstremregn vil det være behov for å fjerne for eksempel avfall og stener som er skylt inn på grønne områder fra veier samt opprydding av busker og mindre vegetasjon som er skylt opp.

6.5.5 Ikke prissatte kostnader for Bislett

Kulturminner

Det har ikke vært mulig å verdsette de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til kulturminner. I tilfelle av en hendelse med ekstremregn på Bislett er det identifisert 37 enkeltminner som i risikoanalysen vurderes å bli berørt. Eksempler på enkeltminner som blir berørt på Bislett er Bislett bad og Fagerborg kirke.

7. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

7.1 Hovedkonklusjoner

Det er utført en analyse av skadeomfang og kostnader forbundet med urbane flommer. Det er utarbeidet en komplett katalog med enhetspriser og terskelverdier for de mest sentrale hoved- og underkategorier. Kostnadene er dels basert på norske tall, og dels basert på internasjonale erfaringstall tilpasset norske forhold. Katalogen og beskrevne metoder vil kunne brukes for hele Oslo.

For å illustrere bruk av metoden er det utført en analyse av et studieområde i Oslo sentrum, nærmere bestemt på Bislett. For dette området er skadeomfang beskrevet og kostnadsberegnet i detalj, basert på de grunnlagsdata som ble fremskaffet til analysen.

Scenarioet som er analysert er en ekstremnedbørhendelse som tilsvarer den såkalte «Københavnhendelsen», som er ca. 3 ganger større enn det som er målt i Oslo tidligere. Resultatene viste som ventet meget omfattende skader, og de totale kostnader ble beregnet til **minst 580 millioner kroner**. Dette tilsvarer ca. 1076 kr/m² sum studieområde.

Skader på **bygninger og innbo** utgjør den høyeste kostnad, **ca 351 mill NOK**, og av dette utgjør private bygg ca. 260 mill NOK. Deretter følger skader på kritisk infrastruktur, hvor skader på vei dominerer og utgjør ca. **138 mill NOK** av totalt 226 mill NOK. Skader på trikk og VA/rør/kabel-grøfter utgjør til sammen ca. **80 mill NOK** av 216 mil NOK.

7.2 Forbedringer

Manglende eller mangelfulle grunnlagsdata medførte at flere delkategorier ikke kunne kostnadsberegnes. Av de som mangler savner vi særlig data for samfunnskritisk infrastruktur som **el.kraft, elektronisk kommunikasjon og fjernvarme**. (Kostnader knyttet til skader på disse er imidlertid dels medtatt innunder skade på VA-ledninger og grøfter).

Videre vil det være en fordel om flomresultatene fra Mike 21 kom i høyere oppløsning enn 4*4 meter. For å få med effekt av fortauskanter og andre mindre hindringer/flomløp bør ikke rasterstørrelsen være større enn 1*1 meter.

For områder med særlig høyt skadepotensiale, vil vi også anbefale at det gjennomføres flomberegninger med kobling av ledningsnettmodell og overflatemodell.

7.3 Gjenbruk av metode og kostnadstall

Metoden som brukes til å verdsette kategoriernes enhetspriser følger de nåværende retningslinjene innen dette område. Dette betyr at verdisseting-metoden ikke gjelder utelukkende for Oslo, men **kan brukes til verdisseting av sosioøkonomiske kostnader i hele Norge**. De faktiske kostnadstallene i katalogen er utarbeidet på grunnlag av en rekke lokalspesifikke parametere for Oslo kommune, for eksempel lønnsnivå, leiepriser mv. (se beskrivelsene i kapittel 6.2). Dette betyr at ikke alle verdier kan brukes direkte i andre byer enn Oslo, uten å først standardiseres for disse lokalspesifikke faktorene.

7.4 Anbefalinger for videre arbeider

Denne studie har fremskaffet nødvendig datagrunnlag og enhetspriser for detaljerte analyser av skadeomfang og kostnader som følge av urbane flommer. Videre har den vist kostnader for en enkelt ekstremnedbørhendelse.

Basert på resultater fra denne studien anbefales det at **de skader som har størst betydning velges ut for fremtidige studier**. Metoden vil være å velge ut de skader som utgjør mer enn x% av alle skader og deretter legge til et usikkerhetstillegg for fremtidige beregninger. Dette vil gjøre beregningene smidigere i forhold til beregning av den årlige risiko og et optimalt servicenivå.

En naturlig fortsettelse og utvidelse vil være å gjennomføre en analyse av den **årlige risiko, målt i kroner**, og identifisere et **anbefalt/optimalt servicenivå** for ulike bydeler, for håndtering av urbant overvann, under og oppå bakken, ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv, -herunder vurderinger av merverdi. Optimalt servicenivå finnes ved å se på hva det vil koste å sikre et område til forskjellige gjentakintervaller for oversvømmelser, og sammenholde **omkostningen** for dette med hva man **sparer** på grunn av færre årlige skadeomkostninger.

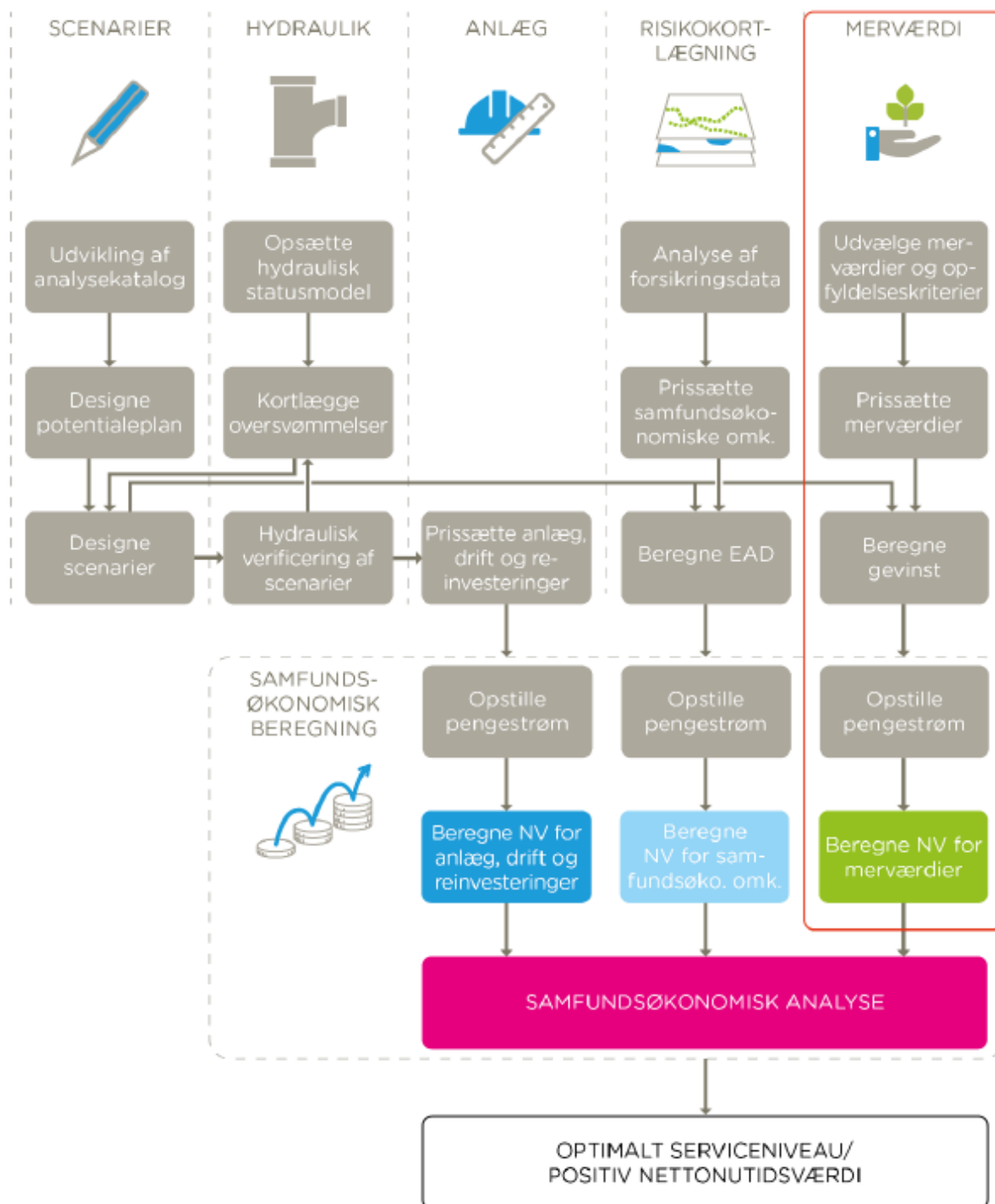
For Bislett kunne for eksempel tre scenarier blitt valgt for å bestemme det optimale servicenivået, henholdsvis dimensjonering til en 10, 50 og 100 års nedbørhendelse om 100 år, inklusive klimapåslag. For hvert scenario utarbeides hovedplaner med ulike metoder/strategier (tradisjonell økning av ledningsnettkapasitet, privat sikring, tunneller, grønn infrastruktur og flomveier, etc.). Deretter utføres det hydrauliske beregninger, kostnader for bygging, drift og reinvesteringer, og en risikokartlegging.

For hvert servicenivå skal det altså beregnes risiko og omkostninger for ulike hovedplaner, som igjen krever beregninger av forskjellige gjentakintervaller (for eksempel 1, 20, 50, 100 og 200) i forskjellige årstall (for eksempel 2020, 2050 og 2100).

I tillegg undersøkes også relevante synergier/verdier for scenariene. Disse resultatene kommer sammen i en **sosioøkonomisk analyse for å finne servicenivået som gir størst sosioøkonomisk fordel over tid**.

Rambøll har utført tilsvarende detaljerte analyser blant annet for Kildeskovsrendens opland i Danmark. Figur 19 under viser en oversikt over anbefalt metode.

For å forebygge for de alvorligste konsekvensene av ekstremhendelser må hensynsoner med bestemmelser inn i kommunepanen. Dette sikrer at arbeidet med flomveier og flomarealer (flomdemping) videreføres i kommunens planarbeid.



Figur 19 Rambølls metode for å finne optimalt servicenivå for håndtering av overvann.

8. REFERANSER

Referanse	Beskrivelse
[1]	NVE - Nytte/kost-verktøy for prioritering av tiltak mot naturfare (Juni 2018)
[2]	Transportøkonomisk Institutt - Den norske verdsettingsstudien: Tid (2010). https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=16693
[3]	COWI - Kost/nytte-analyse av tiltak ved ekstrem nedbør, havnivåstigning, stormflo, bølge og strøm- og bølgeførhold
[4]	COWI - Designgrundlag for beskyttelse mod oversvømmelse af København (2016)
[5]	COWI - Introduktion til Cost-Benefit-Analyser - Med fokus på skybrudsprojekter (2018)
[6]	Multiconsult - Klimatilpassing: Kost nytteanalyse for bruk av vei som flomvei - Oslo kommune Klimaetaten (2018)
[7]	COWI - Kostnader og nytte ved overvannstiltak (2015)
[8]	COWI - Enhedsomkostninger ved oversvømmelseskader fra skybrud (2014)
[9]	COWI - Konsekvenser av økt nedbør, havnivåstigning, stormflo, bølge og strømforhold (2017)
[10]	Samferdselsdepartementet - Eksterne marginale kostnader ved transport (2003)
[11]	Finansdepartementet - Rundskriv R-109/13 (2014). https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2014.pdf
[12]	Miljø- og fødevarerministeriet - PLASK v. 30 (2018). https://www.klimatilpasning.dk/vaerktoejer/plask/
[13]	Transportministeriet - Transportøkonomiske Enhedspriser v. 1.8 (2018). http://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser
[14]	Transport- og Bygningsministeriet - TERESA v. 4.06 (2018). http://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa
[15]	Rambøll - Optimalt sikringsniveau for Kildeskovsrenden, Gentofte (Novafos, 2019).
[16]	Helsedirektoratet - DRG-takster. https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/1416/ISF%20regelverket%202018%20IS-2689.pdf
[17]	Oslo kommune - Folkemengde i Oslo. https://www.oslo.kommune.no/politikk-og-administrasjon/statistikk/befolkning/folkemengde-og-endringer/#gref
[18]	SSB - Tabell 07855: Arbeidskraftundersøkelsen. https://www.ssb.no/statbank/table/07855/tableViewLayout1/
[19]	Skatteetaten - Satser og nøkkeltall (Antall dager). https://www.skatteetaten.no/person/skatt/skattemelding/finn-post/3/2/8/
[20]	Skatteetaten - Oversikt over tabelltrinnene for trekktabeller. https://www.skatteetaten.no/bedrift-og-organisasjon/arbeidsgiver/skattekort-og-skattetrekk/forskuddstrekk/oversikt-over-tabelltrinnene-for-trekktabeller/
[21]	Nationalbanken - Valutakurs. https://www.nationalbanken.dk/da/statistik/valutakurs/Sider/default.aspx
[22]	SSB - Priser og prisindekser (Historisk serie for konsumprisindeks). https://www.ssb.no/priser-og-prisindekser/statistikker/kpi

[23]	SSB - Tabell 11422: Lønn for ansatte etter region, yrkesgruppe, kjønn og arbeidstid. https://www.ssb.no/statbank/table/11422
[24]	SSB - Tabell 09189: Makroøkonomiske hovedstørrelser. https://www.ssb.no/statbank/table/09189
[25]	Felleskatalogen - Medisin. https://www.felleskatalogen.no/medisin
[26]	M. P. M. Levinson D, »Associations of serious mental illness with earnings: results from the WHO World Mental Health surveys,« <i>The British Journal of Psychiatry</i> , årg. 197, nr. 2, pp. 114-121, August 2010
[27]	Oslo psykologvirke (Dec. 2018) https://oslopsykologvirke.no/guide-til-psykolog-i-oslo/
[28]	Prisdatabas - Samhallseconomiska schablonvarden 2018 - 02-20
[29]	Oslo kommune, erfaringsdata kostnader graveprosjekter, INDEX 2017
[30]	Oslo kommune, VAV. Beregningsresultater fra Mike 21 for Bislett.
[31]	SINTEF, nettsak produsert av SINTEF, https://blogg.forskning.no/klima-partner-sintef/regnvann-som-bli-iggende-koster-oss-mer-enn-flom-og-jordskjelv/1238759
[30]	DEFRA, 2005. HR Wallingford, Flood Hazard Research Centre, Middlesex University.
[31]	The Telegraph, 2015. https://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/france/11912037/Briton-among-18-dead-in-apocalyptic-French-Riviera-floods.html

VEDLEGG 1 ENHETSKOSTNADER OG TERSKELVERDIER