

# ANALYSE AF SERVICENIVEAU FOR SKYBRUD I LUNDTOFTE OPLAND

## INDHOLD

<b>1</b>	<b>Baggrund</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Resumé</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Metode for analyse af serviceniveau</b>	<b>3</b>
3.1	Hovedforudsætninger	3
3.2	Områdefægrænsning	5
3.3	MIKE URBAN model	6
3.4	Regn og hyppigheder	7
3.5	Skadesomfang	9
3.6	Tiltagsomkostninger	10
3.7	Samfundsøkonomi	11
<b>4</b>	<b>Oversvømmelser med eksisterende system</b>	<b>16</b>
4.1	Funktion af eksisterende system	16
<b>5</b>	<b>Opgradering af afløbssystem til overholdelse af serviceniveau i dag</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Øget serviceniveau</b>	<b>24</b>
6.1	Serviceniveau T10	24
6.2	Serviceniveau T20	28
6.3	Serviceniveau T50	33
6.4	Skader ved øget serviceniveau	40
6.5	Tiltagsomkostninger til øget serviceniveau	41
<b>7</b>	<b>Samfundsøkonomi ved øget serviceniveau</b>	<b>42</b>
7.1	Nettogeinst inklusive omkostning til overholdelse af gældende serviceniveau	44
<b>8</b>	<b>Følsomhedsanalyse</b>	<b>45</b>
<b>9</b>	<b>Konklusion</b>	<b>46</b>
<b>10</b>	<b>Bilag 1 – Værdikort for Lundtofte opland</b>	<b>47</b>
<b>11</b>	<b>Bilag 2 – Risikokort for Lundtofte opland</b>	<b>48</b>

PROJEKTNR.

A236174

DOKUMENTNR.

A236174-001

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

25-04-2022

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

MOV/CETH

KONTROLLERET

JUTT

GODKENDT

MOV

## 1 Baggrund

Lyngby-Taarbæk Kommune har anmodet Lyngby-Taarbæk Spildevand om at gennemføre en analyse af serviceniveauet for regnvand på terræn i henhold til bekendtgørelse 2276 'Bekendtgørelse om fastsættelse af serviceniveau m.v. for håndtering af tag- og overfladevand'.

Dette notat beskriver de gennemførte analyser og resultater. Analyserne er gennemført i henhold til Bilag 1 i bekendtgørelse 2276.

Resultater fra de gennemførte analyser, herunder værdi- og risikokort, kan findes på [cowi.maps.arcgis.com/Lundtofte](https://cowi.maps.arcgis.com/Lundtofte).

## 2 Resumé

- > Det forpligtende serviceniveau i afløbssystemet er ikke overholdt. For at overholde serviceniveauet skal 50 ledningsstrækninger opgraderes, og der skal tilføjes en ny ledning fra Nøjsomhedsvej inden krydset ved Ravnholmvej til kommende ledning, der leder regnvand mod Dybendalsvej. Opgraderingen af afløbssystemet har en estimeret anlægsomkostning på 17 mio. kr.
- > Med et opgraderet afløbssystem er der skadesomkostninger ved regnhændelser, som overstiger det forpligtende serviceniveau med en netto nutidsværdi på 76 mio. kr.
- > Der er foretaget tiltag, som sikrer mod skader ved tre forskellige serviceniveauer. Tiltagsomkostningerne har en netto nutidsværdi på 11-24 mio. kr. Tiltagene er primært tilpasninger på terræn, som styrer vandets strømning. Der er også lavet alternative tiltagsprojekter, hvor oversvømmelser er forhindret ved opgradering af afløbssystemet. Tiltagsomkostningerne ved ledningsopgraderinger har en netto nutidsværdi på 14-46 mio. kr.
- > Efter tiltag reduceres netto nutidsværdien for skadesomkostninger med 26-31 mio. kr. alt efter, hvilket serviceniveau, tiltagene sikrer imod.
- > Alle tre undersøgte serviceniveauer har en nettogevinst, og der er dermed grundlag for at fastsætte et serviceniveau for vand på terræn og udføre tiltag, som sikrer mod skader fra skybrud ud over det forpligtende serviceniveau for afløbssystemet.
- > For alle serviceniveauer er tiltagsomkostninger ved ledningsomlægninger langt større end ved overfladeløsninger.
- > Et serviceniveau for skadevoldende oversvømmelser med en gentagelsesperiode på 20 år har den største nettogevinst (16 mio. kr.). Et serviceniveau på 10 år har en nettogevinst på 15 mio. kr., mens et serviceniveau på 50 år har en nettogevinst på 6 mio. kr.
- > Nettogevinsten ved at opgradere afløbssystemet til at overholde det gældende serviceniveau er 7 mio. kr. Denne gevinst er uafhængig af valgt serviceniveau på terræn.

- > Tiltag til opgradering af kloak og tiltag på terræn til overholdelse af serviceniveauet bør samtænkes, hvorved de samlede tiltagsomkostninger kan reduceres.

### 3 Metode for analyse af serviceniveau

Analysen er gennemført med de trin, som er beskrevet i Bilag 1 i bekendtgørelse 2276. Følgende analyser er gennemført:

- > Opgradering af afløbssystem til overholdelse af serviceniveau i dag (T10 for fællessystem og T5 for regnvand).
- > Opgørelse af skader fra skybrud med opgraderet system ud fra oversvømmelsesberegninger.
- > Tiltag mod skader ved øget serviceniveau (T10, T20 og T50 år).
- > Opgørelse af skader fra skybrud ved øget serviceniveau (T10, T20 og T50 år) ud fra oversvømmelsesberegninger.
- > Opgørelse af omkostning ved tiltag, der øger serviceniveauet (T10, T20 og T50 år).
- > Samfundsøkonomisk analyse af serviceniveauet.

#### 3.1 Hovedforudsætninger

Analysen har følgende forudsætninger:

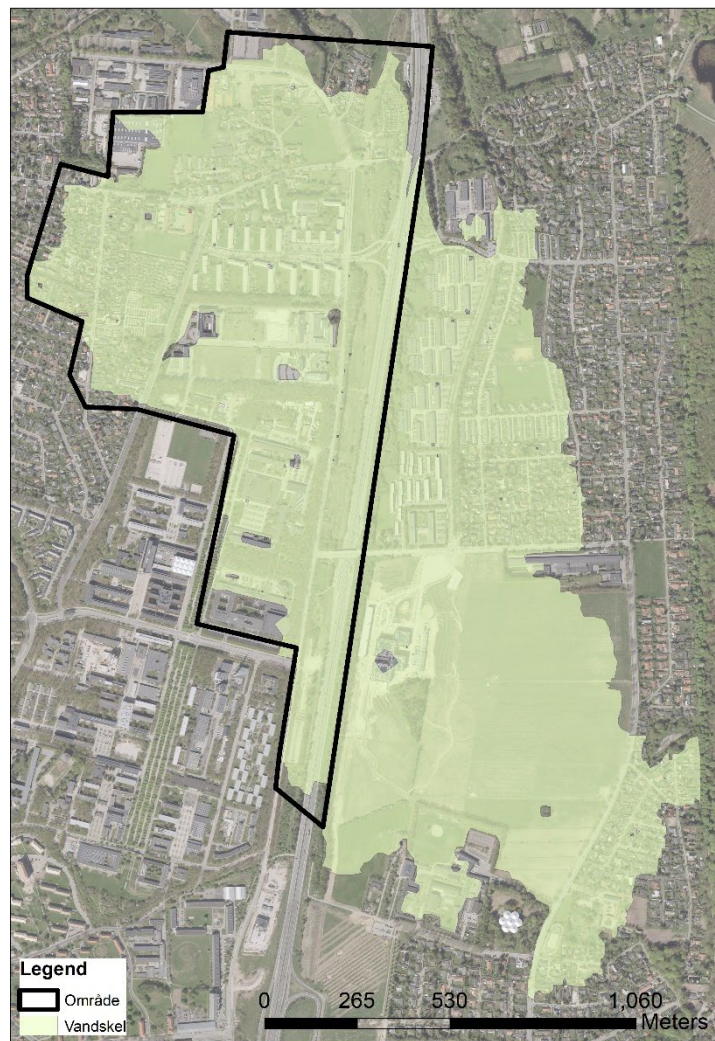
- > Ny ledning i Lundtoftegårdsvej er medtaget frem til nyt udløbspunkt ved Dybendal.
- > Der er anvendt den nyeste terrænmodel fra SDFE (2020), hvor der er tilrettet for hydrologiske åbninger, så vand kan strømme igennem viadukter, broer, tunneler, vandløb m.m.
- > Det forudsættes, at Fæstningskanal-projektet bidrager med en vandmængde på max 350 l/s til ny ledning i Lundtoftegårdsvej.
- > Der er regnet med afstrømning fra grønne områder efter 40 mm regn svarende til, at grønne områder kan nedsive en 10-årshændelse, uden at der sker afstrømning. Når en regnhændelse overstiger 40 mm begynder regn, der falder på grønne områder, at afstrømme.
- > Driftsomkostninger for tiltag er baseret på erfaringstal fra skybrudsprogrammet PLASK suppleret med COWIs erfaringstal. Det er antaget, at de årlige driftsomkostninger svarer til 2 % af de samlede investeringsomkostninger.

- > Der skelnes ikke mellem, hvem, der skal finansiere anlægs- og driftsomkostningerne. Der ses alene på de samlede tiltagsomkostninger (anlægs- og driftsomkostninger).
- > Skader og gener fra oversvømmelser opgøres ud fra de enhedsomkostninger, der er angivet i skybrudsprogrammet PLASK suppleret med COWIs erfaringstal (se Tabel 3.6).
- > Omfanget af skader opgøres ud fra COWIs oversvømmelsesberegninger for fem regnintensiteter og de vanddybder, der antages at ville anrette skader (se Tabel 3.3).
- > Tidshorizonten for den samfundsøkonomiske analyse er 100 år (2022-2122), hvor investeringerne i tiltag gennemføres jævnt i løbet af de første 20 år af perioden, mens der efterfølgende kun foretages reinvesteringer til udskiftning, når de eksisterende anlægs tekniske levetid er opbrugt.
- > Ved beregningerne anvendes ingen sikkerhedsfaktor for modelusikkerhed eller fortætning. Klimaudviklingen påregnes at følge det, der er angivet i Spildevandskomitéens Skrift 27 og 30.

### 3.2 Områdeafgrænsning

Figur 3.1 viser områdeafgrænsningen for oplandet. Denne er defineret ud fra vandskellet og ledningssystemet. Det afgrænsede område går vest for Helsingørsmotorvejen fra DTU til og med Lundtofte.

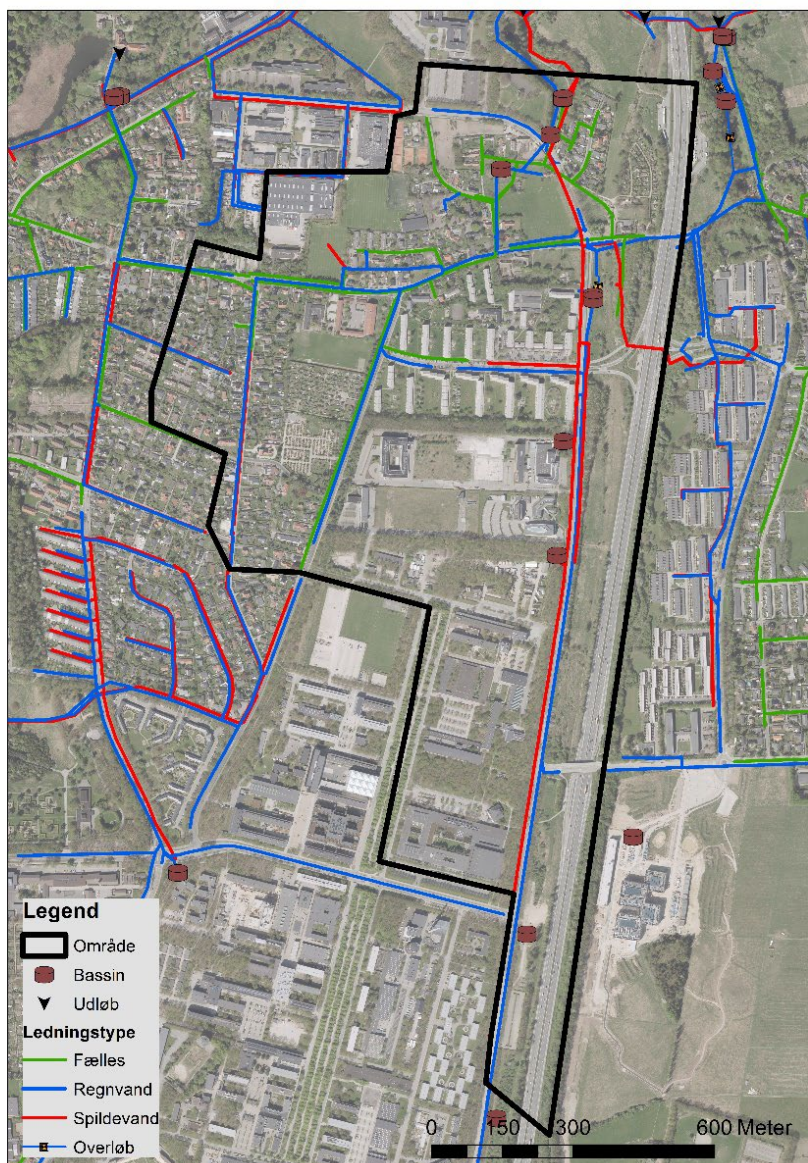
Vandskel dækker over områder på begge sider af motorvejen. Under skybrud er der ikke overfladisk forbindelse mellem de to områder, og oplandet er derfor afgrænset af motorvejen.



Figur 3.1: Områdeafgrænsning fundet ud fra vandskel og ledningsnetværk.

### 3.3 MIKE URBAN model

Til serviceniveauanalysen er der anvendt en planmodel for Lyngby-Taarbæk Spildevand, der indeholder ledningsomlægningerne på Lundtoftegårdsvej og bassiner ved hestefoldene i Lundtofte. Derudover har COWI indarbejdet tiltag for at nå det nuværende serviceniveau (jf. afsnit 4). Figur 3.2 viser MIKE URBAN modellen for Lundtofte-området, som beregningerne og serviceniveauanalysen er udført på.



Figur 3.2: MIKE URBAN model for Lundtofte anvendt til serviceniveau-analyse.

### 3.4 Regn og hyppigheder

Der er anvendt CDS-regn, som giver den korrekte intensitet for alle varigheder op til den valgte regnlængde. Regnen er genereret efter Skrift 30 – regneark regional CDS-version 4.1-1 på baggrund af følgende:

- > Varighed – 240 min.
- > Tidskridt – 5 min.
- > Koefficient – 0,5
- > Koordinater – N:6187667 E:718967
- > Gentagelsesperiode – 5, 10, 20, 50 og 100 år
- > Sikkerhedsfaktor – Tabel 3.1

Tabel 3-1: Anvendte sikkerhedsfaktorer.

Gentagelsesperiode i 2118	Statistisk usikkerhed (model)	Klimafaktor	Byfortætning	Samlet sikkerhedsfaktor
CDS T5	1,0	1,20	1,0	1,2
CDS T10	1,0	1,30	1,0	1,3
CDS T20	1,0	1,32	1,0	1,32
CDS T50	1,0	1,38	1,0	1,38
CDS T100	1,0	1,40	1,0	1,4

Ved beregningerne anvendes ikke en faktor for modelusikkerhed, da man skal vurdere den situation, der er mest sandsynlig (lige stor sandsynlighed for, at der regnes for højt som for lavt). Hvis beregningerne af skader blev foretaget med modelusikkerhedsfaktor, ville skaderne ved en given hændelse blive overestimeret.

Modelusikkerhedsfaktoren på 1,2 for MIKE FLOOD-beregninger anvendes alene i forbindelse med dimensionering svarende til en sandsynlighed på 84 % for, at de overholder dimensioneringskravet.

Klimafaktor er antaget at have en lineær udvikling fra 1,0 i 2022 til 1,2-1,4 (alt efter gentagelsesperiode) i 2122. Derved vil den samme regnhændelse skifte gentagelsesperiode efterhånden, som klimaforandringerne indtræffer.

Der tages ikke hensyn til byfortætning i analysen. Det antages dermed, at byfortætning ikke øger belastningen af afløbssystemet.

Der er gennemført MIKE FLOOD-beregninger af regn med angivelse af, hvilken hyppighed, hændelsen har i 2022 og 2122. Den maksimale intensitet i 1 minut for hændelsen er også angivet i Tabel 3-2. Denne intensitet bruges i den samfundsøkonomiske analyse til opgørelse af omkostningsfunktion m.m.

*Tabel 3-2: Oversigt over de undersøgte nedbørssituationer - beskrevet ved forventet hyppighed i år 2022 og 2122 - og den maksimale regn intensitet i 1 minut, som anvendes til sammenligning af hændelserne i den samfundsøkonomiske analyse.*

Gentagelsesperiode i år ( 2122)	Gentagelsesperiode i år (2022)	Maks. intensitet i 1 min. µm/s
T	T	
5	10	42
10	39	54
20	93	63
50	360	78
100	860	89



### 3.5 Skadesomfang

Skader vurderes ud fra omfanget af de oversvømmelser, der er fundet ved modelberegningerne. Det antages, at skaden sker, når der står mindst 10 cm vand på terræn ved bygninger, veje mv.

Udbredelse og dybde af oversvømmelser bestemmes ved hjælp af MIKE FLOOD-beregning.

I Tabel 3.3 ses en oversigt over den type skader, der medregnes, og den skadesudløsende vanddybde.

Tabel 3-3: Skadestyper og skadeudløsende dybder af oversvømmelse.

Skader	Beskrivelse
Stueetage - privat	Oversvømmet m <sup>2</sup> > Villa/rækkehus og lign. uden kælder >20 cm vand > Villa/rækkehus og lign. med kælder >30 cm vand > Etageboliger uden kælder >10 cm vand > Etageboliger med kælder >30 cm vand
Kælder - privat	Oversvømmet m <sup>2</sup> > Villa/rækkehuse og lign. >10 cm vand > Etageboliger >10 cm vand
Erhverv - skader, produktionstab og løsøre	Enhedspris - mere end 10 cm vand
Trafikforstyrrelser alle hovedveje	Antal køretøjstimer, der forsinkes - mere end 20 cm ved vejmidte
Genopførelse af vej	Antal meter vej – mere end 20 cm vand – 5 % af strækning skal genopføres

### 3.6 Tiltagsomkostninger

Der laves tiltag mod følgende *skadesgivende* oversvømmelser:

- > Oversvømmelser, som skyldes manglende kapacitet i forsyningens system.
- > Oversvømmelser fra kommunale grønne arealer, som oversvømmer tilstødende matrikler.

Der laves *ikke* tiltag mod:

- > Oversvømmelser forårsaget af vand på egen matrikel.
- > Oversvømmelser forårsaget af vand mellem private matrikler.

Enhedspriser er erfaringspriser taget fra PLASK og er faktorpriser vist i Tabel 3.4.

Tabel 3-4: Enhedspriser for skybrudstiltag 2022 (Plask/COWI)

Tiltag	Enhed	2019-pris (kr./enhed)	Kilder
Tiltag på vej	kr./m	10.000	PLASK/COWI
Jordvold	kr./m	450	PLASK
Jordbassin	kr./m <sup>3</sup>	2.000	PLASK
Ø300 ledning	kr./m	5.500	COWI
Ø400 ledning	kr./m	6.000	COWI
Ø500 ledning	kr./m	6.400	COWI
Ø600 ledning	kr./m	7.000	COWI
Ø700 ledning	kr./m	7.600	COWI
Ø800 ledning	kr./m	8.200	COWI
Ø900 ledning	kr./m	8.900	COWI
Ø1000 ledning	kr./m	9.800	COWI
Ø1200 ledning	kr./m	11.100	COWI

### 3.7 Samfundsøkonomi

For at vurdere den samlede økonomi i forbindelse med tiltag mod skybrud er det nødvendigt at lave en samfundsøkonomisk vurdering af tiltagsomkostningerne sammenholdt med skadesomkostningerne med og uden tiltag.

I dette afsnit er de økonomiske forudsætninger og antagelser opstillet. Endvidere beskrives metoden til beregning af skadesomkostninger ved skybrud samt forudsætninger for indregning af tiltagsomkostninger i den samfundsøkonomiske model.

#### 3.7.1 Centrale forudsætninger og antagelser

Tabel 3.5 opsummerer de generelle økonomiske forudsætninger og antagelser, som er anvendt i beregningen af de samfundsøkonomiske omkostninger af skader samt i estimeringen af de samlede tiltagsomkostninger.

Forudsætningerne er fastsat ud fra Finansministeriets vejledning vedrørende samfundsøkonomiske analyser.

Tabel 3-5: Generelle økonomiske forudsætninger

Parameter	Værdi/forudsætning
Grundlæggende metode	Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering. Markedsprismetode baseret på velfærdsøkonomiske principper
Tidshorisont	2022-2122
Diskonteringsfaktor	Aftagende: 0-35 år: 3,5 % 36-70 år: 2,5 % 71-100 år: 1,5 %
Nettoafgiftsfaktor	28 %
Skatteforvridningsfaktor	10 %
Prisniveau	Faste 2022-priser

#### Tidshorisont

Skadesomkostningerne ved skybrud med og uden tiltag samt omkostninger til tiltag til hindring af skybrud beregnes for perioden 2022-2122.

#### Diskonteringsfaktoren

Eftersom omkostningerne ved skader som følge af skybrud og tilhørende tiltagsomkostninger udredes for perioden frem til 2122, er det nødvendigt at undersøge, hvad skadesomkostningerne samt tiltagsomkostningerne over hele perioden svarer til på nuværende tidspunkt.

For at kunne gøre det anvendes Finansministeriets anbefalede samfundsøkonomiske diskonteringsrente. Denne diskonteringsrente aftrappes over tid.

Hvis diskonteringsrenten holdes konstant, vil nutidsværdien af forventede skadesomkostninger langt ude i fremtiden falde eksponentielt. Diskonteringsrenten er 3,5 % de første 35 år, 2,5 % frem til år 70 og 1,5 % i resten af perioden.

### Nettoafgiftsfaktor

Finansministeriet anbefaler, at samfundsøkonomiske analyser udarbejdes på baggrund af markedspriser. I overensstemmelse hermed indregnes en nettoafgiftsfaktor på 28 % i beregningen af tiltagsomkostningerne over hele perioden.

Tiltagsomkostningerne er opgjort i faktorpriser/producentpriser. Ved at pålægge nettoafgiftsfaktoren indregnes det generelle afgiftstryk i Danmark, hvorved omkostningerne efterfølgende fremstår i markedspriser/købspriser.

### Skatteforvridning

I overensstemmelse med Finansministeriets anbefalinger medregnes et skatteforvridningstab for alle nettoomkostninger. Skatteforvridningstabet er sat til 10 % i overensstemmelse med anbefalingen i Finansministeriets vejledning.

### Prisniveau

Alle modelberegninger er i faste 2022-priser. Kilderne til enhedspriser for skader og tiltag er angivet i 2018-priser. Inflationen frem til 2022 antages at være 2,5 % pr år.

## 3.7.2 Værdisætning af skader

For at estimere de samlede skadesomkostninger over hele perioden værdisættes de opgjorte skader ved at gange en enhedspris for omfanget af skader. En oversigt over de anvendte enhedspriser ses i Tabel 3.6. Det er primært materielle skader, der er prissat. Derudover er forsinkelser for bilister og offentligt transport inkluderet i opgørelsen.

Tabel 3-6: Enhedspriser for skader i markedspriser

Skader	Enhed	2022-pris (kr./enhed)	Kilder
Kælder - privat	kr./oversvømmet m <sup>2</sup>	553	PLASK
Stueetage - privat	kr./oversvømmet m <sup>2</sup>	1.203	PLASK
Erhverv, samlet	kr./antal	548.805	PLASK
Trafikforstyrrelser alle veje	Kr./køretøjstime	288	PLASK
Vejbrud/genopførelse	Enhedspris (kr./m <sup>2</sup> )	3.066	PLASK

## Materielle skader

Omkostningerne ved de materielle skader er fundet ved at gange antallet af opgjorte skader med de tilhørende enhedspriser.

Enhedspriserne er primært baseret på informationer fra skadesdata fra forsikringsselskaberne og øvrige prisinformationer hentet fra trafikdata.

Skaderne for erhverv er opgjort pr. erhverv og ikke pr. kvadratmeter. Det skyldes, at en meget detaljeret analyse udført for bl.a. Forsikring og Pension af seks års skadesdata for forsikringsudbetalinger for København og Frederiksberg viste, at der ikke var nogen sammenhæng mellem kvadratmeter og skadesomfang. Det blev også forsøgt at finde korrelationer mellem branchekoder og skadesudbetalinger, men heller ikke det gav et entydigt billede.

Et gennemsnitstal pr. virksomhed giver et bud på det samlede skadesomfang for erhverv. For eksempel vil store lagerhaller få en alt for høj værdi, hvis der anvendes en kvadratmeterpris, mens mindre butikker vil få en for lav værdi i forhold til den anmeldte skade. Hvis en mere nøjagtig prissætning ønskes, kræver det en opgørelse af de enkelte virksomheders produktion og værdier, viden om, hvordan disse opbevares, og hvor følsomme de er for vandpåvirkning og dermed risiko for skader. Dette er en meget omfattende og detaljeret analyse, som skal suppleres med en detaljering af afløbssystemet inden for de enkelte erhvervsjendomme for at give en korrekt vurdering af skader.

Der findes ikke skadesdata for Lyngby-Taarbæk Kommune, som er mere præcise end de anvendte enhedspriser.

## Forsinkelser på infrastruktur

Værdien af forsinkelser på infrastrukturen er opgjort ud fra tidsværdier for persontrafik hentet fra transportøkonomiske nøgletal 2019. Disse tidsværdier er koblet med antagelser om antallet af timer og dage, hvor rejsende kan forvente forsinkelser forårsaget af skybrud.

Tidsværdierne for persontrafik kan opgøres både for kollektivt rejsende samt for køretøjstimer. Sidstnævnte er anvendt til værdisætning af forsinkelser på vejnettet.

### 3.7.3 Beregning af skadesomkostninger

På baggrund af en værdisætning af alle skader og forsinkelser opgøres de samlede skadesomkostninger for de givne hændelser og kobles med sandsynligheden for, at en given hændelse indtræder i perioden 2022 til 2122.

For at udregne nettonutidsværdien i 2022-niveau af de forventede samlede skadesomkostninger ved skybrud over hele tidsperioden er det nødvendigt at tilbagediskontere alle de forventede fremtidige skadesomkostninger til 2022-niveau.

### 3.7.4 Investeringstakt

Det er undersøgt, hvor meget det vil koste at sikre op til tre forskellige service-niveauer (svarende til følgende tre intensiteter: 54, 63 og 78  $\mu\text{m/s}$  for hyppigheder på henholdsvis T10, T20 og T50 i 2122).

De foreslåede tiltag forventes at have en samlet anlægsperiode på 20 år. Det antages, at implementering af tiltagene påbegyndes i 2023, og dermed er de fuldt etableret i 2043. Der antages desuden tekniske levetider som angivet i Tabel 3.7.

De samlede drift- og vedligeholdelsesomkostninger antages at stige lineært fra 2023 til fuldt omfang i 2043. Således vil drift- og vedligeholdelsesomkostningerne stige med 5 % årligt frem til fuld indfasning af alle anlæg i 2043.

Alle anlægsinvesteringer samt drift- og vedligeholdelsesomkostninger er regnet i markedspriser og justeret for skatteforvridningstabet. Se nærmere i afsnit 3.7.1.

Forventet anlægsperiode og levetid for forskellige løsningsforslag er angivet i Tabel 3.7.

Tabel 3-7: Anlægsperiode og levetid for løsningsforslag

Løsningsforslag	Anlægsperiode	Levetid
Jordvold	20 år	50 år
Skybrudsveje/grøfter	20 år	40 år
Ledninger	20 år	75 år

### 3.7.5 Skadesomkostninger med tiltag

Skadesomkostningerne med alle tiltag implementeret er opgjort. Omkostninger ved skader som følge af skybrud vil fra 2022 og frem til 2042 gradvist blive reduceret igennem anlægsperioden.

### 3.7.6 Økonomisk vurdering

Resultaterne af den samfundsøkonomiske analyse for hvert tiltag er opstillet efter principperne som vist i Tabel 3.8.

Tabel 3-8: Beregning af afværget skade og nettogevinst.

	Nettonutidsværdi 2022-niveau (mio. DKK)
Skadeomkostninger ved opfyldt T5 serviceniveau	A
Skadesomkostninger med tiltag	B
<b>Afværget skade</b>	<b>C=A-B</b>
Tiltagsomkostninger	D
<b>Nettogevinst</b>	<b>E=C-D</b>

## 4 Oversvømmelser med eksisterende system

Det nuværende afløbssystem overholder ikke serviceniveauet i dag, dvs. T5 for regnvandsledninger og T10 for fællesledninger som angivet i Tabel 4.1.

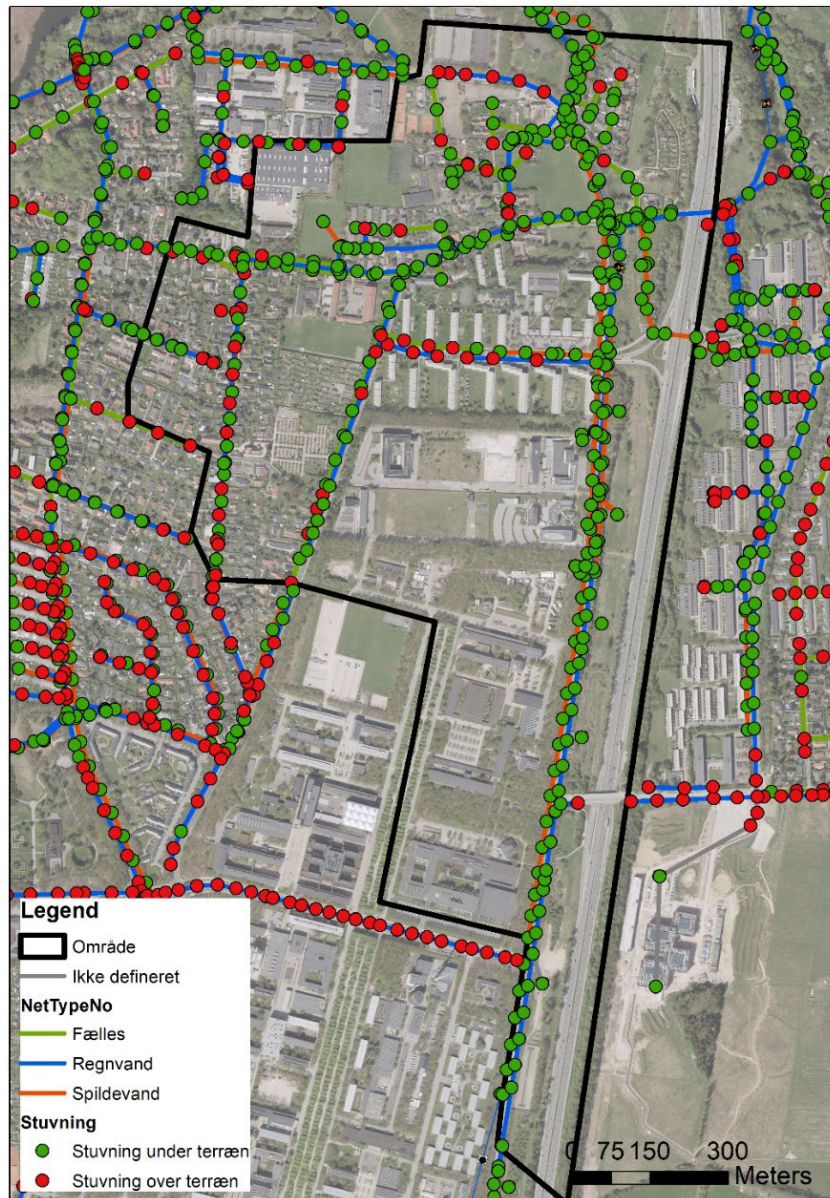
Tabel 4-1: Nuværende serviceniveau for afløbssystemet

	Regnvand	Fælles
Serviceniveau	T = 5	T = 10

### 4.1 Funktion af eksisterende system

Funktionen af det eksisterende afløbssystem baseret på beregninger med modellen præsenteret i afsnit 3.3 er vist i Figur 4.1. Her er brønde markeret røde, hvis der er stuvning over terræn ved en 10-årshændelse i dag for fællessystemet og en 5-årshændelse i dag for regnvandssystemet (jf. Tabel 4.1), og de respektive serviceniveauer overskrides.





Figur 4.1: Funktion af eksisterende afløbssystem. Røde brønde indikerer overskridelse af serviceniveauet.

#### 4.1.1 Oversvømmelse og skader ved eksisterende system

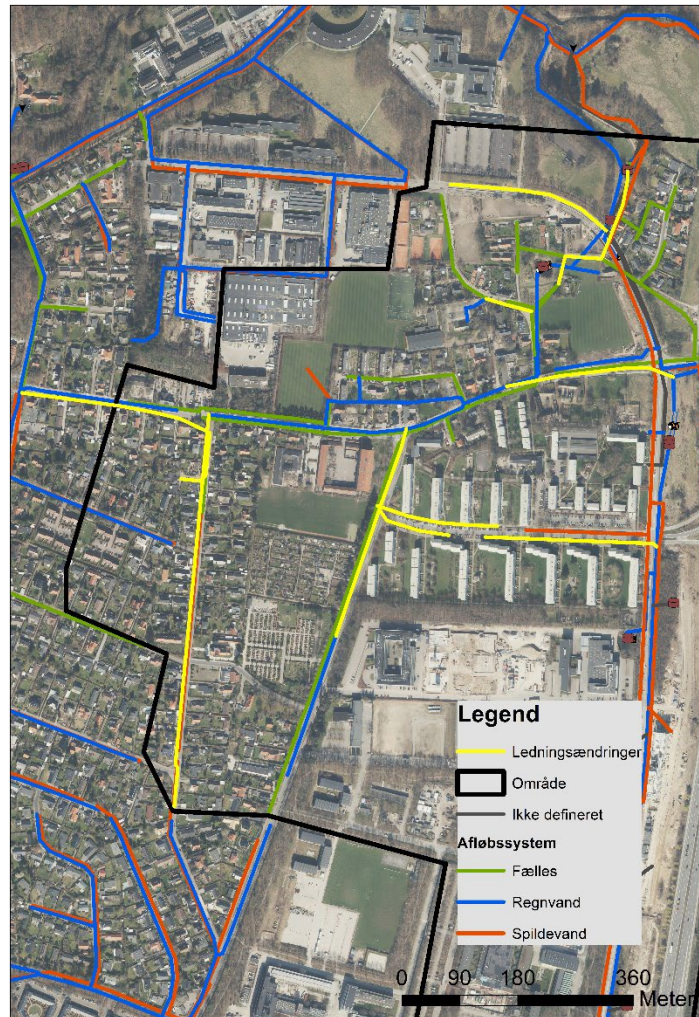
Figur 4.2 viser udbredelsen af oversvømmelser højere end 10 cm (venstre) samt skadede bygninger (højre) for de forskellige gentagelsesperioder. Oversvømmede områder/skadede bygninger for T5 og højere er markeret med rød, T10 med orange, T20 med gul, T50 med grøn og T100 med blå.



Figur 4.2: Oversvømmelser over 10 cm ved skybrudshændelser med afløbssystem uden tilpasninger til serviceniveau i dag (venstre). Skadede bygninger ved disse oversvømmelser (højre).

## 5 Opgradering af afløbssystem til overholdelse af serviceniveau i dag

For at overholde det nuværende serviceniveau er afløbssystemet i MIKE URBAN-modellen tilpasset, så oversvømmelsesvoluminet for hver brønd ikke overstiger  $10 \text{ m}^3$  for  $T = 5$  år og  $T = 10$  år for henholdsvis regnvands- og fællessystemet. Ledningsændringerne er vist i Figur 5.1.



Figur 5.1: Ledninger, som er udskiftet eller tilføjet for at overholde nuværende serviceniveau.

Af disse ændringer er der tilføjet en ny ledning med diameter Ø800 mm i Lundtoftevej fra krydset ved Ravnholmvej til Lundtoftegårdsvej som vist i Figur 5.2. Denne ledning afhjælper en stor del af de oversvømmelsesproblemer, som ses med det eksisterende system.



Figur 5.2: Ny regnvandsledning på Ø800 mm i Lundtoftevej

Tabel 5.1 viser et overblik over ledningsændringerne i Figur 4.2 og omkostninger til opgradering af afløbssystemet.

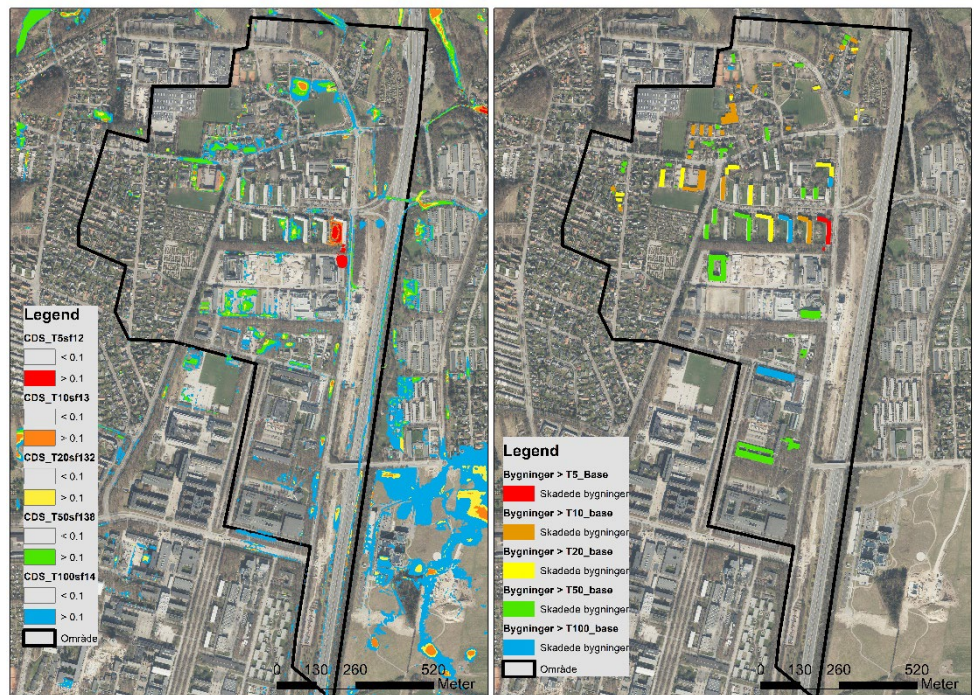
Tabel 5-1: Ændringer for overholdelse af serviceniveau og anlægsomkostning

	Antal ledninger	Samlet længde [m]	Enhedspris [kr./m]	Anlægsomkostning
Ø200-Ø500	43	2.202	5.500-6.400	12.300.000
Ø600-Ø800	1	264	7.000-8.200	2.100.000
Ø900-Ø1000	10	317	8.900-9.800	3.000.000
Jordmagasin		250 m <sup>3</sup>	2000	500.000
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>2.783</b>		<b>17.400.000</b>

### 5.1.1 Oversvømmelser og skader med et system, der overholder gældende serviceniveau

Modellen er kørt med gentagelsesperioderne T5, T10, T20, T50 og T100 med sikkerhedsfaktorerne angivet i Tabel 3.1.

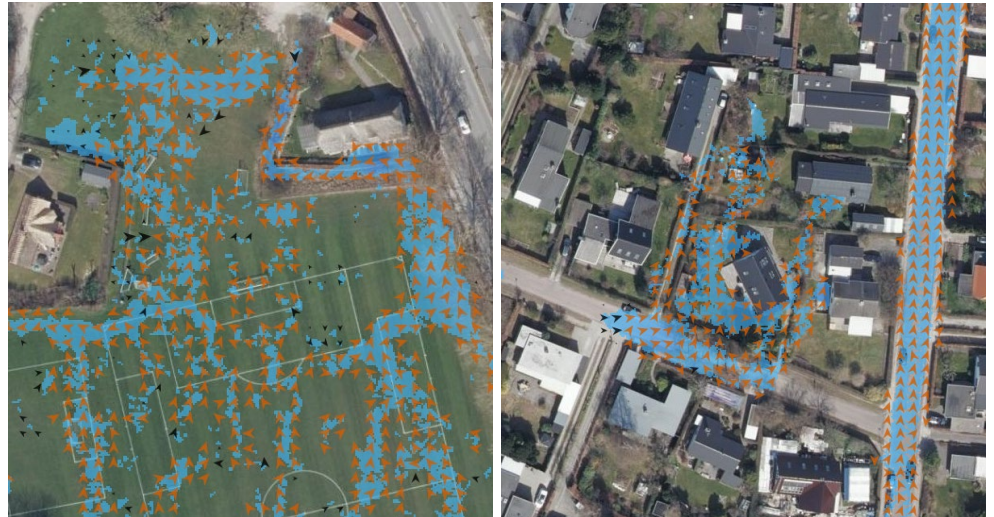
Figur 5.3 viser udbredelsen af oversvømmelser højere end 10 cm (venstre) samt skadede bygninger (højre) for de forskellige gentagelsesperioder. Oversvømmede områder/skadede bygninger for T5 og højere er markeret med rød, T10 med orange, T20 med gul, T50 med grøn og T100 med blå.



Figur 5.3: Oversvømmelser over 10 cm ved skybrudshændelser med afløbssystem, som overholder serviceniveau i dag (venstre). Skadede bygninger ved disse oversvømmelser (højre).

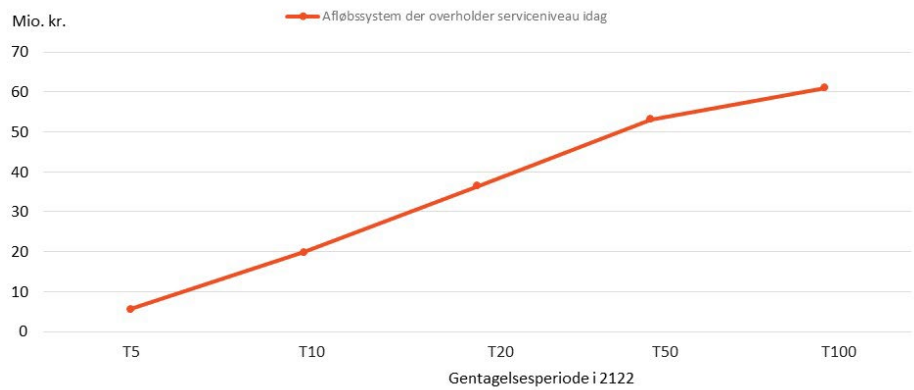
Det ses, at der er flere skadesgivende oversvømmelser omkring Lundtofteparken, Norgesvej, S. Willumsens Vej, Ravnholmvej og Prebens Vænge.

Oversvømmelser kan som nævnt i afsnit 3.6 enten skyldes manglende kapacitet i forsyningens system, afstrømning fra kommunale grønne områder, afstrømning fra egen matrikel eller afstrømning mellem private matrikler. Nedenfor ses eksempler for T10 for de to førstnævnte, hvorved der laves tiltag (Jf. afsnit 3.6).



Figur 5.4: Oversvømmelser for T10 med sikkerhedsfaktor fra grønne områder (venstre: fodboldbanen ved Ravnholmvej) og manglende kapacitet i forsynings system (højre: Norgesvej).

Skadesomkostninger er opgjort for fem regnhændelser. Skader fordelt på de forskellige skadestyper er vist i Tabel 6.1, og de samlede skadesomkostninger for hændelserne er vist i Figur 5.5



Figur 5.5: Skadesomkostninger med afløbssystem, som overholder serviceniveauet i dag som funktion af gentagelsesperiode for regn i 2122.

Tabel 5-2: Skadesomkostninger med afløbssystem, som overholder serviceniveauet i dag angivet i markedspriser i mio. kroner uden samfundsøkonomiske faktorer.

Gentagelsesperiode 2122 [år]	5	10	20	50	100
Skadestype					
Erhvervsskader	0,5	2,7	3,3	11,5	12,6
Privat bolig, skader	5,0	17,0	32,7	40,8	47,0
Trafikforstyrrelser, biler	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
Skader på vej	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
<b>Total (mio. kr.)</b>	<b>5,6</b>	<b>19,7</b>	<b>36,0</b>	<b>52,5</b>	<b>60,4</b>

## 6 Øget serviceniveau

For at vurdere om det kan betale sig at øge serviceniveauet laves tiltag for de skader, der *ikke* skyldes vand fra egen og/eller mellem private matrikler for gentagelsesperioder på 10, 20 og 50 år inklusive klimafaktor.

### 6.1 Serviceniveau T10

Tabel 6.1 viser tiltag samt resulterende oversvømmelser og skadede bygninger for T10 inklusive sikkerhedsfaktor.

Tiltagene er inddelt i to kategorier: Forsyning og kommune. Tiltag markeret med 'Forsyning' er tiltag for at undgå skader fra oversvømmelser grundet manglende kapacitet i forsyningens system. Tiltagene er her lavet ved skybrudsveje – dvs. hævede kantsten. Tiltag markeret med 'Kommune' er tiltag for at undgå skader fra vand, der strømmer fra kommunale grønne områder. Her er tiltagene jordvolde, der sikrer, at afstrømningen fra grønne arealer bliver holdt tilbage.

Tabel 6-1: Tiltag for T10.

Type	Placering	Længde [m]
Skybrudsvej (Forsyning)	Prebens Vænge nord	30
	Prebens Vænge indkørsel	19
	Ravnholmvej vest	80
	Ravnholmvej syd	92
	Norgesvej	94
	Lundtofteparken	69
	Lundtoftevej	379
	Lundtoftegårdsvej	54
Jordvold (Kommune)	Prebens Vænge	55
	Fodboldbaner øst	62
	Hestefolden	218
	Fodboldbaner vest	346
	Tennisbaner	34



Ved implementering af disse tiltag er alle skader fra afstrømning af vand fra kommunale grønne områder og fra forsyningens system fjernet. De få skadede bygninger skyldes vand på egen matrikel. Der er dog alligevel lavet et tiltag syd for disse, da bassinet her ellers vil oversvømme ned mod bygningerne. Den økonomiske gevinst er altså ikke synlig for disse bygninger, selv om den i princippet er der.



Figur 6.1: Tiltag for overholdelse af serviceniveau T10 og oversvømmelser ved skybrud ved serviceniveau.

Figur 6.2 viser før (venstre) og efter (højre) tiltag ved Lundtofteparken og Lundtofte Skole. Her ses det, at vand fra forsyningens system uden tiltag vil strømme mod nord fra vejen ved Lundtofteparken og skade etageejendommene. Herudover vil vand fra Lundtoftevej strømme mod vest til Lundtofte Skole. Begge skader undgås ved at implementere tiltagene præsenteret i Figur 6.1.



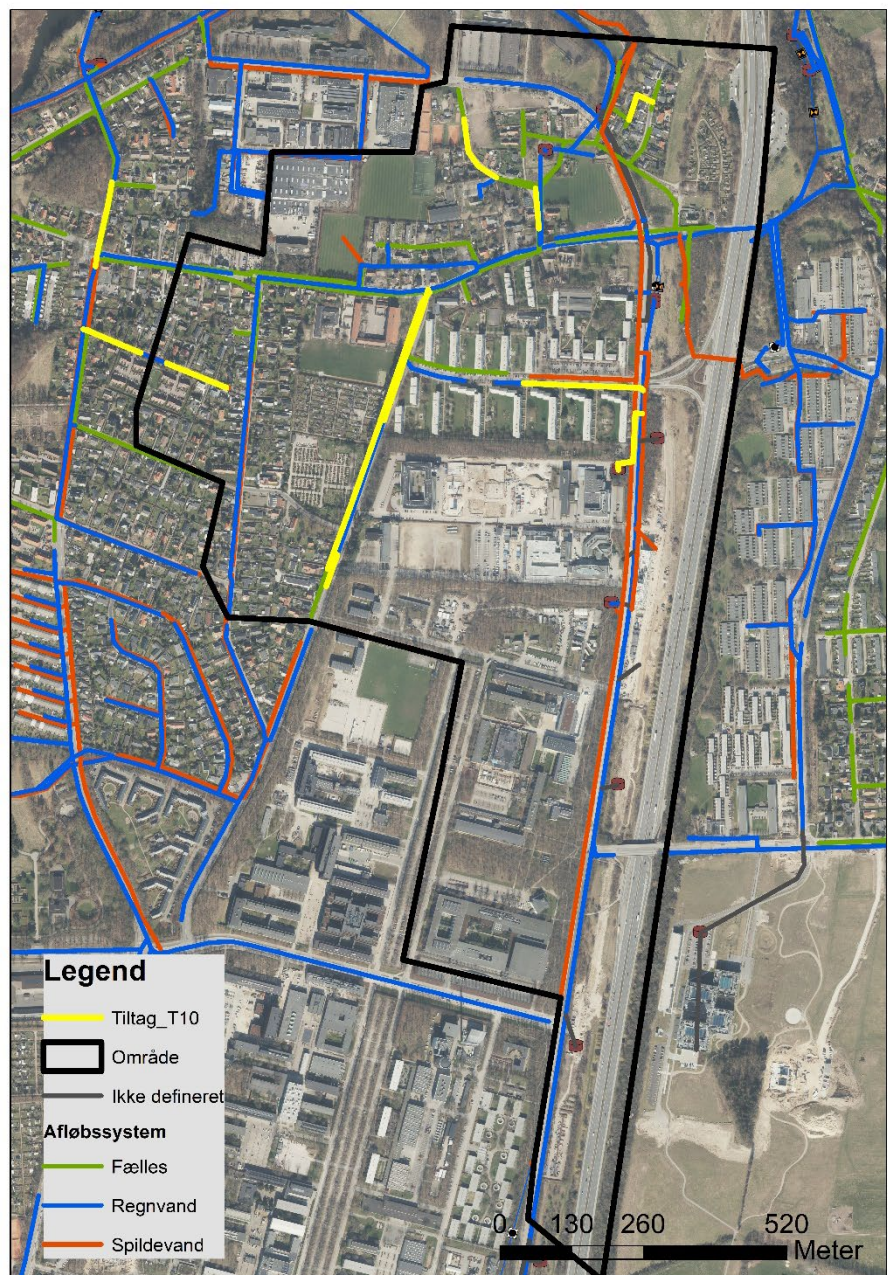
Figur 6.2: Oversvømmelse ved krydset mellem Lundtoftevej og Nøjsomhedsvej uden (venstre) og med tiltag (højre).

### 6.1.1 Alternativt tiltag med ledningsændringer

Som alternativ til skybrudsvejene præsenteret i afsnit 6.1 kan afløbssystemet udvides for at sikre mod oversvømmelser. Figur 6.3 viser placeringer af rør, der skal opdimensioneres for at undgå skadesgivende oversvømmelser. Ved Ravnholmvej/Om Kæret er der placeret et forsinkelsesvolumen på 250 m<sup>3</sup> for ikke at skulle opgradere systemet hele vejen fra Ravnholmvej til renselanlægget. Det skal bemærkes, at ledningsændringerne kun vil fjerne skader fra afløbssystemet og ikke skader fra afstrømning fra grønne kommunale arealer. Disse skader skal derfor stadig afværges med overfladetiltag. Tabel 6.2 viser en oversigt over ledningsdimensionerne.

Tabel 6-2: Nye ledningsdimensioner og længde på ledningsstrækninger for at undgå skader for T10 inklusive klimafaktor.

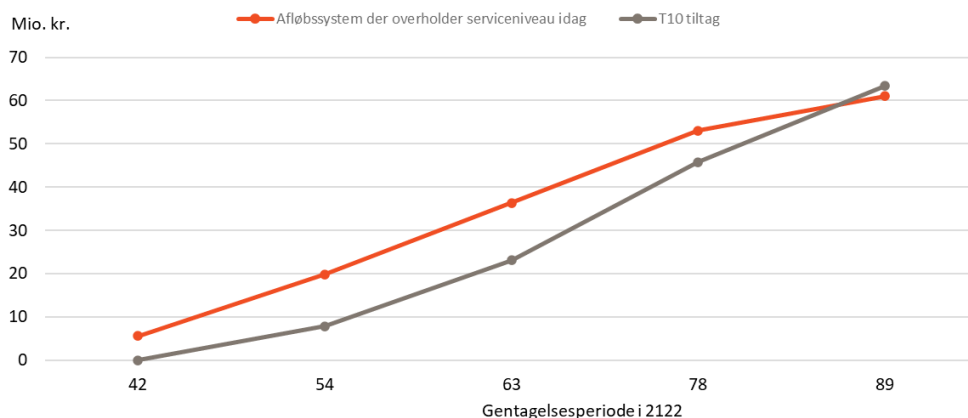
Diameter [m]	Længde [m]
0,2 – 0,3	336
0,3 – 0,4	657
0,4 – 0,5	388
0,5 – 0,6	271
0,6 – 0,7	20
0,7 – 0,8	209
<b>SUM</b>	<b>1.880</b>



Figur 6.3: Markerede ledninger, der skal udvides ved tilpasning til T10 med sikkerhedsfaktor.

## 6.1.2 Skader ved serviceniveau T10

Skadesomkostninger efter tiltag for de enkelte skybrudshændelser er vist i Figur 6.4. Det ses, at skadesomkostningerne for en 100-årshændelse med tiltag er større end uden tiltag. Det skyldes, at skybrudsvand holdes på vejarealer og dermed giver flere trafikforstyrrelser og vejskader. Skadesomkostninger fordelt på de forskellige skadestyper ses i Tabel 6.3.



Figur 6.4: Skadesomkostninger med og uden tiltag til overholdelse af T10 serviceniveau på terræn som funktion af gentagelsesperiode for regn i 2122.

Tabel 6-3: Skadesomkostninger angivet i markedspriser i mio. kroner uden samfundsøkonomiske faktorer.

Gentagelsesperiode 2122 [år]	5	10	20	50	100
Skadestype					
Erhvervsskader	0,0	1,1	3,3	11,5	12,6
Privat bolig, skader	0,0	6,7	19,7	32,0	42,0
Trafikforstyrrelser, biler	0,0	0,0	0,0	0,6	5,5
Skader på vej	0,0	0,0	0,0	1,1	2,3
<b>Total (mio. kr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>7,8</b>	<b>22,9</b>	<b>45,2</b>	<b>62,4</b>

## 6.2 Serviceniveau T20

Figur 6.5 viser tiltag samt resulterende oversvømmelser og skadede bygninger for T20 inklusive sikkerhedsfaktor.

Det ses, at der trods tiltag er skader ved en 20-årshændelse. Det skyldes beslutningen om ikke at lave tiltag for afstrømning af vand fra egen matrikel og mellem private matrikler. Ved at implementere tiltag for T20 fjernes alle skader fra afstrømning af vand fra kommunale grønne områder og fra forsyningens system. Det ses, at der trods tiltag stadig er skade ved T20 ved Lundtofte Skole. Det skyldes afstrømning fra skolens egne grønne områder.



Figur 6.5: Tiltag for overholdelse af serviceniveau T20 og oversvømmelser ved skybrud ved serviceniveau.

Figur 6.6 viser før (venstre) og efter (højre) tiltag ved Ravnholmvej. Før tiltag vil vand fra forsyningens system strømme fra Ravnholmvej og skade ejendommene. Derudover vil vand fra hestefoldene nord og tennisbanerne strømme mode ejendommene og skade ejendomme. Alle skader undgås ved at implementere tiltagene præsenteret i Figur 6.5.



Figur 6.6: Oversvømmelse ved Ravnholmvej uden (venstre) og med tiltag (højre).

Tabel 6.4 og Tabel 6.4 viser et overblik over tiltagene. Placeringer markeret med fed er nye tiltag i forhold til T10, og længder markeret med fed er udvidede strækninger i forhold til T10.

Tabel 6-4: Tiltag for T20. Placeringer markeret med fed er nye tiltag i henhold til T10. Længder markeret med fed er strækninger udvidet i henhold til T10.

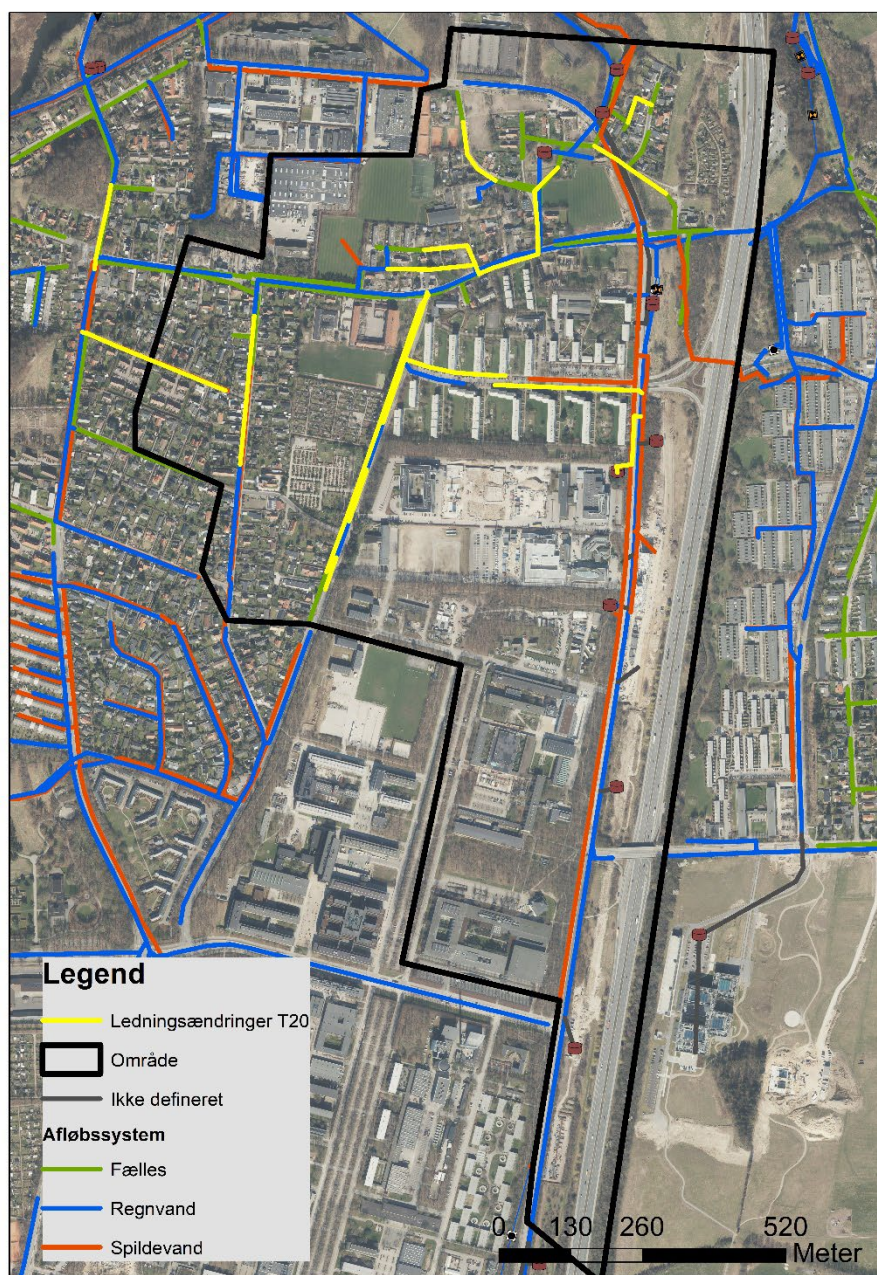
Type	Placering	Længde [m]
Skybrudsvej (Forsyning)	Prebens Vænge nord	30
	Prebens Vænge indkørsel	19
	Ravnholmvej vest	<b>116</b>
	Ravnholmvej syd	92
	Norgesvej	94
	Lundtofteparken vest	69
	<b>Lundtofteparken øst</b>	<b>33</b>
	Lundtoftevej	379
	Lundtoftegårdsvej	54
	<b>S. Willumsens Vej</b>	<b>42</b>
Jordvold (Kommune)	Prebens Vænge	<b>108</b>
	Fodboldbaner øst	62
	Hestefolden	218
	Fodboldbaner vest	<b>351</b>
	Tennisbaner	34

### 6.2.1 Alternativt tiltag med ledningsændringer

Som alternativ til skybrudsvejene præsenteret i afsnit 6.2 kan afløbssystemet udvides for at sikre mod oversvømmelser. Figur 6.8 viser placeringer af rør, der skal opdimensioneres for at undgå skadesgivende oversvømmelser. Ved Ravnholmvej/Om Kæret er der placeret et forsinkelsesvolumen på 750 m<sup>3</sup> for ikke at skulle opgradere systemet hele vejen fra Ravnholmvej til renseanlægget. Det skal bemærkes, at ledningsændringerne kun vil fjerne skader fra afløbssystemet og ikke skader fra afstrømning fra grønne kommunale arealer. Disse skader skal derfor stadig afværges med overfladetiltag. Tabel 6.5 viser en oversigt over ledningsdimensionerne.

Tabel 6-5: Nye ledningsdimensioner og længde på ledningsstrækninger for at undgå skader for T20 inklusive klimafaktor.

Diameter [m]	Længde [m]
0,2 – 0,3	383
0,3 – 0,4	1201
0,4 – 0,5	734
0,5 – 0,6	437
0,6 – 0,7	61
0,7 – 0,8	249
0,8 – 0,9	73
0,9 – 1,0	60
SUM	3.198

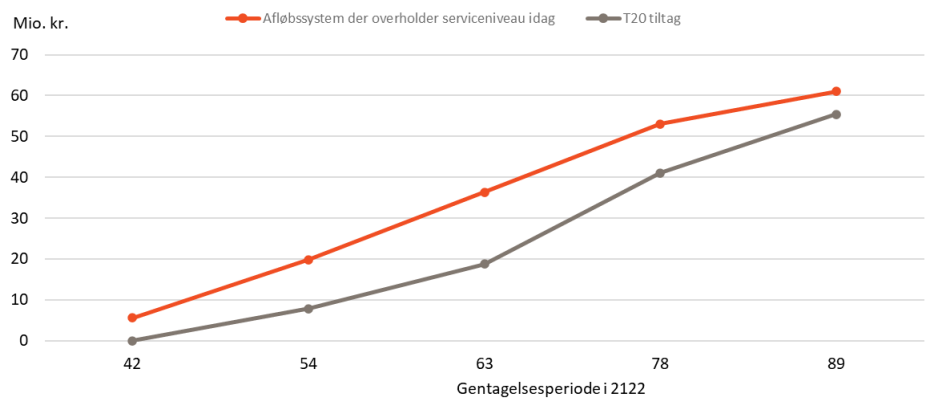


Figur 6.7: Markerede ledninger der skal udvides ved tilpasning til T20 med sikkerhedsfaktor.

### 6.2.2 Skader ved serviceniveau T20

Skadesomkostninger efter tiltag for de enkelte skybrudshændelser er vist i Figur 6.8. Skadesomkostninger fordelt på de forskellige skadestyper er vist i Tabel 6.6.





Figur 6.8: Skadesomkostninger med og uden tiltag til overholdelse af T20 serviceniveau på terræn som funktion af gentagelsesperiode for regn i 2122.

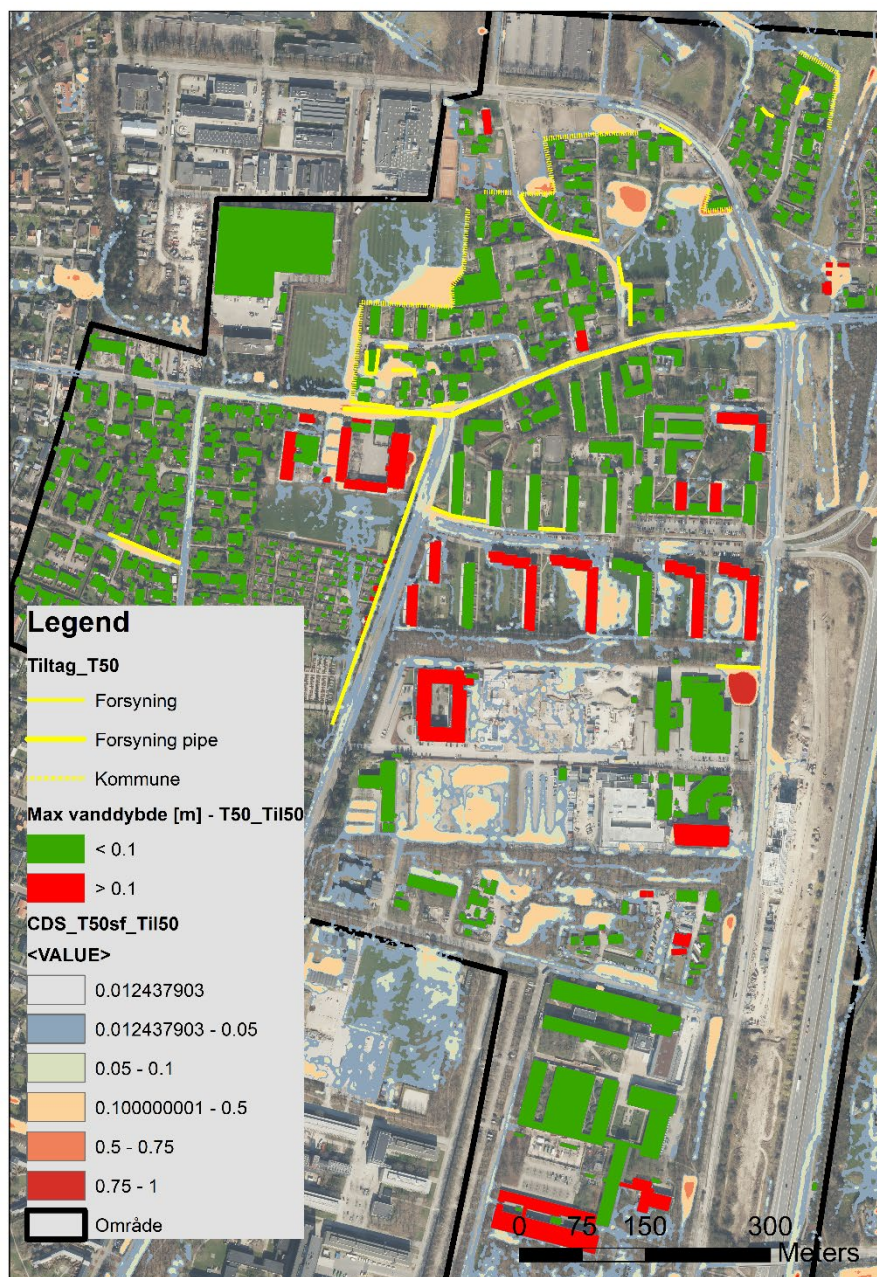
Tabel 6-6: Skadesomkostninger angivet i markedspriser i mio. kroner uden samfundsøkonomiske faktorer.

Gentagelsesperiode 2122 [år]	5	10	20	50	100
Skadetype					
Erhvervsskader	0,0	1,1	2,7	11,5	12,1
Privat bolig, skader	0,0	6,7	15,9	27,1	35,8
Trafikforstyrrelser, biler	0,0	0,0	0,0	0,6	4,1
Skader på vej	0,0	0,0	0,0	1,3	2,5
<b>Total (mio. kr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>7,8</b>	<b>18,7</b>	<b>40,5</b>	<b>54,6</b>

### 6.3 Serviceniveau T50

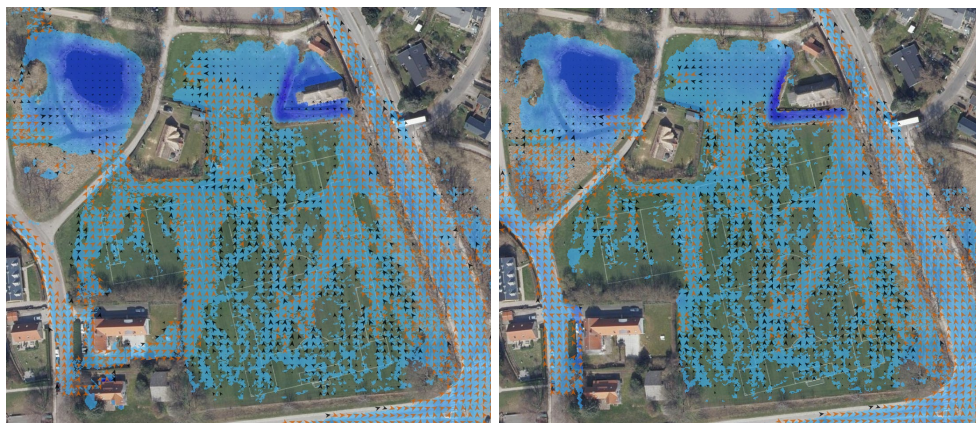
Figur 6.9 viser tiltag samt resulterende oversvømmelser og skadede bygninger for T50 inklusive sikkerhedsfaktor.

Der ses igen et øget antal skadede bygninger grundet afstrømning fra private matrikler. Ved at implementere tiltag for T50 fjernes alle skader fra afstrømning af vand fra kommunale grønne områder og fra forsyningens system. Det ses, at der trods tiltag stadig er skade ved T50 ved Lundtofte Skole. Det skyldes afstrømning fra de grønne områder ved skolen.



Figur 6.9: Tiltag for overholdelse af serviceniveau T50 og oversvømmelser ved skybrud ved serviceniveau T50.

Figur 6.10 viser før (venstre) og efter (højre) tiltag ved fodboldbanerne ved Ravnholmvej. Det ses, at vand fra forsyningens system uden tiltag vil strømme mod øst fra Ravnholmvej og dermed skade bygningerne. Herudover vil vand fra fodboldbanerne strømme mod nord til 'Halmhuset'. Alle skader kan undgås ved at implementere tiltagene præsenteret i Figur 6.9.



Figur 6.10: Oversvømmelse ved fodboldbanerne uden (venstre) og med tiltag (højre).

Tabel 6.7 viser et overblik over tiltagene. Placeringer markeret med fed er nye tiltag i forhold til T20, og længder markeret med fed er udvidet strækning i forhold til T20.

Tabel 6-7: Tiltag for T50. Placeringer markeret med fed er nye tiltag i henhold til T20. Længder markeret med fed er strækninger udvidet i henhold til T20.

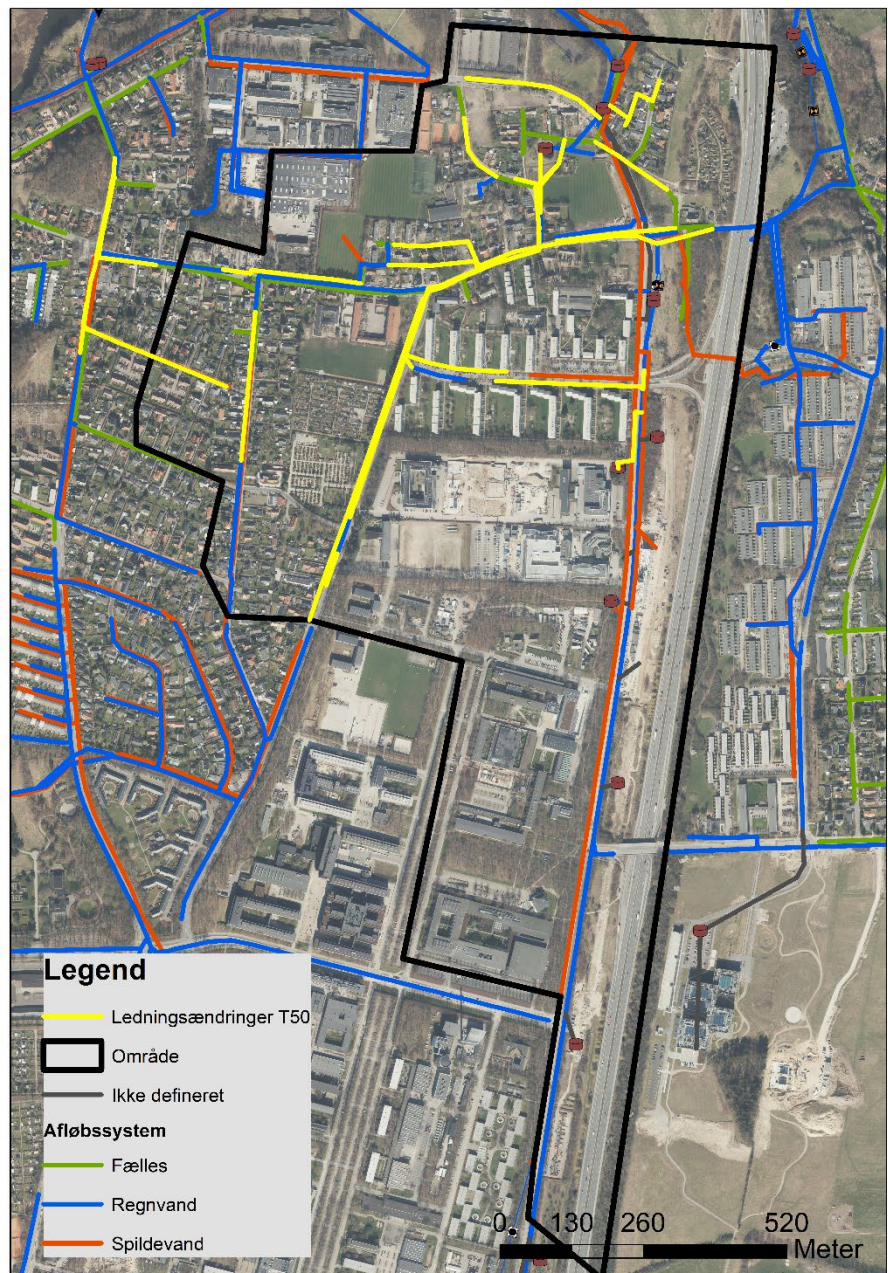
Type	Placering	Længde [m]
Skybrudsvej (Forsyning)	Prebens Vænge nord	30
	Prebens Vænge indkørsel	19
	Ravnholmvej vest	116
	Ravnholmvej syd	92
	Norgesvej	94
	Lundtofteparken vest	69
	Lundtofteparken øst	33
	Lundtoftevej	379
	Lundtoftegårdsvej	54
	S. Willumsens Vej vest	<b>68</b>
	<b>S. Willumsens Vej nord</b>	<b>29</b>
	<b>S. Willumsens Vej syd</b>	<b>36</b>
	<b>Nøjsomhedsvej vest</b>	<b>53</b>
	<b>Nøjsomhedsvej øst</b>	<b>29</b>
	<b>Nymøllevej</b>	<b>45</b>
Jordvold (Kommune)	Prebens Vænge	<b>121</b>
	Fodboldbaner øst	62
	Hestefolden	218
	Fodboldbaner vest	351
	Tennisbaner	34
<b>Ledninger</b>	<b>Nymøllevej</b>	<b>555</b>

### 6.3.1 Alternative tiltag med ledningsændringer

Som alternativ til skybrudsvejene præsenteret i afsnit 6.3 kan afløbssystemet udvides for at sikre mod oversvømmelser. Figur 6.11 viser placeringer af rør, der skal opdimensioneres for at undgå skadesgivende oversvømmelser. Ved Ravnholmvej/Om Kæret er der placeret et forsinkelsesvolumen på 1.300 m<sup>3</sup> for ikke at skulle opgradere systemet hele vejen fra Ravnholmvej til renseanlægget. Det skal bemærkes, at ledningsændringerne kun vil fjerne skader fra afløbssystemet og ikke skader fra afstrømning fra grønne kommunale arealer. Disse skader skal derfor stadig afværges med overfladetiltag. Tabel 6.8 viser en oversigt over ledningsdimensionerne.

Tabel 6-8: Nye ledningsdimensioner og længde på ledningsstrækninger for at undgå skader for T50 inklusive klimafaktor.

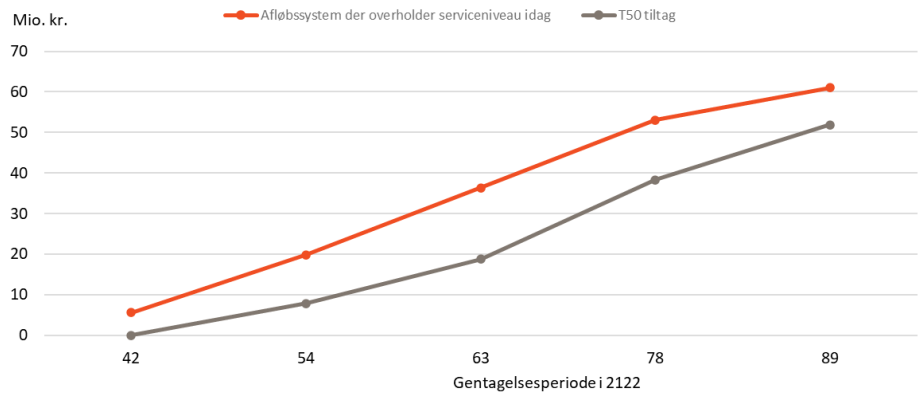
Diameter [m]	Længde [m]
0,1 - 0,2	47
0,2 - 0,3	1089
0,3 - 0,4	1283
0,4 - 0,5	1130
0,5 - 0,6	450
0,6 - 0,7	176
0,7 - 0,8	259
0,8 - 0,9	540
0,9 - 1,0	556
1,0 - 1,1	0
1,1 - 1,2	104
1,2 - 1,3	0
1,3 - 1,4	103
<b>SUM</b>	<b>5.738</b>



Figur 6.11: Markerede ledninger, der skal udvides ved tilpasning til T50 med sikkerhedsfaktor.

### 6.3.2 Skader ved serviceniveau T50

Skadesomkostninger efter tiltag for de enkelte skybrudshændelser er vist i Figur 6.12. Skadesomkostninger fordelt på de forskellige skadestyper er vist i Tabel 6.9.



Figur 6.12: Skadesomkostninger med og uden tiltag til overholdelse af T10 serviceniveau på terræn som funktion af gentagelsesperiode for regn i 2122.

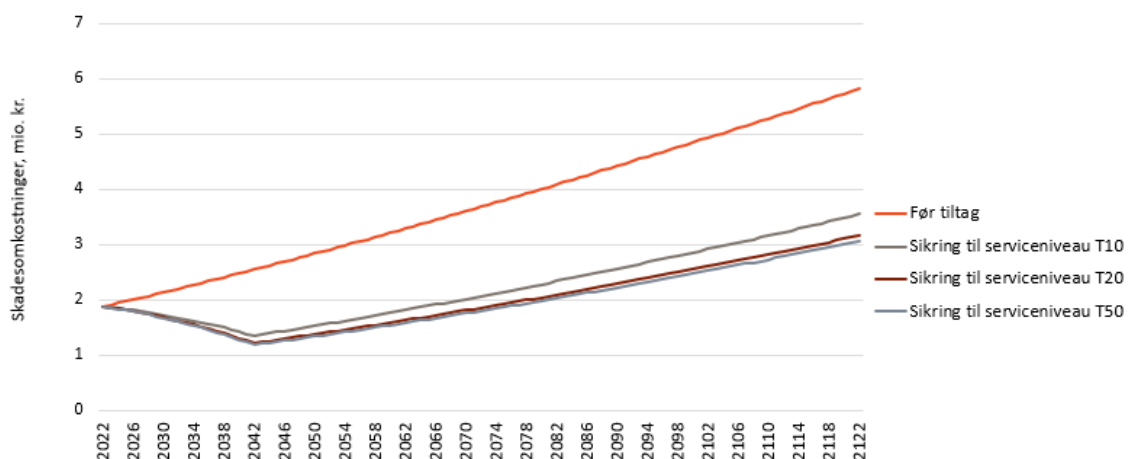
Tabel 6-9: Skadesomkostninger angivet i markedspriser i mio. kroner uden samfundsøkonomiske faktorer.

Gentagelsesperiode 2122 [år]	5	10	20	50	100
Skadestype					
Erhvervsskader	0,0	1,1	2,7	11,0	12,1
Privat bolig, skader	0,0	6,7	15,9	26,5	34,1
Trafikforstyrrelser, biler	0,0	0,0	0,0	0,1	3,8
Skader på vej	0,0	0,0	0,0	0,5	1,2
<b>Total (mio. kr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>7,8</b>	<b>18,7</b>	<b>38,0</b>	<b>51,1</b>

### 6.4 Skader ved øget serviceniveau

Årlige skadesomkostninger for en 100-årig periode før og efter tiltag ved de forskellige sikringsniveauer er vist i Figur 6.13. Det antages, at skadesomkostningerne reduceres lineært over den 20-årige anlægsperiode. Det ses, at årlige skadesomkostninger falder frem til 2042, hvor alle tiltag er implementeret. Derefter stiger de årlige omkostninger som følge af udviklingen i klimaet.





Figur 6.13: Årlige skadesomkostninger før og efter tiltagene er gennemført ved forskellige sikringsniveauer, angivet i markedspriser i mio. kr.

## 6.5 Tiltagsomkostninger for øget serviceniveau

Anlægsomkostninger for tiltag til de forskellige serviceniveauer ses i Tabel 6.10. Omkostningerne er baseret på længde og størrelse, de forskellige tiltag og de enhedspriser, som er angivet i Tabel 3.4.

Tabel 6-10: Omkostninger ved skybrudssikring til forskellige serviceniveauer angivet i markedspriser i mio. kr.

Gentagelsesperiode 2118 [år]	10		20		50	
Indsatser / Tiltag	Over- flade løs- ning	Lednings løsning	Over- flade løsning	Led- nings løsning	Over- flade løsning	Led- nings løsning
Skybrudsvej [mio. kr.]	8,2	0	9,7	0	12,6	0
Jordvold [mio. kr.]	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Ledninger [mio. kr.]	0	12,0	0	20,8	5,0	37,8
Jordbassin [mio. kr.]	0	0,5	0	1,4	0	2,6
<b>Samlede omkostninger [mio. kr.]</b>	<b>8,5</b>	<b>12,3</b>	<b>10,1</b>	<b>22,2</b>	<b>18,0</b>	<b>40,4</b>

## 7 Samfundsøkonomi ved øget serviceniveau

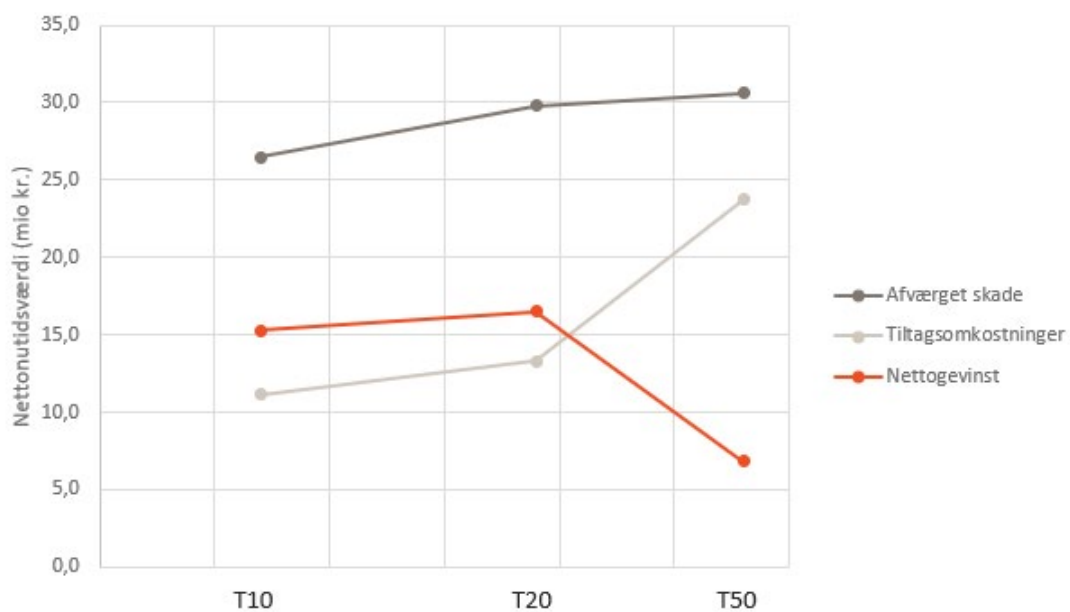
Den samfundsøkonomiske analyse omfatter alle de forventede indsatser og omkostninger forbundet med oversvømmelseskader og sikring for at undgå disse skader. Analysen dækker en periode på 100 år under forudsætning af uændret arealanvendelse og med en udvikling i klima og nedbør, som angivet i Spildevandskomiteens seneste skrifter for beregning af nedbør og afledning af vand.

Hovedresultatet af den samfundsøkonomiske analyse fremgår af Tabel 7.1. Alle beløb er angivet som nutidsværdien af samtlige samfundsøkonomiske omkostninger til tiltag (anlæg og drift) og skader for perioden 2022-2122. Skadesomkostningerne er dermed opgjort for hele den analyserede periode og kan ikke sammenlignes direkte med skadesomkostningerne for enkelthændelser, idet disse tal viser de direkte skader ved den enkelte regnhændelse og ikke tager højde for sandsynligheden for, hvor ofte de forskellige regnhændelser indtræffer hen over sammenligningsperioden. Dette tages der højde for i Tabel 7.1.

Der er en nettogevinst ved tiltag til alle tre sikringsniveauer. Der er højest nettogevinst ved sikring til en gentagelsesperiode på 20 år i 2122. Et sikringsniveau med gentagelsesperiode på 10 år har næsten lige så høj nettogevinst som 20 år, mens et sikringsniveau med gentagelsesperiode på 50 år har en væsentlig lavere nettogevinst.

Tabel 7-1: Samfundsøkonomisk nettonutidsværdi af skader fra skybrud med og uden indsats samt gevinst/tab ved at gennemføre forskellige sikringsniveauer. Beløb i mio. kr.

Gentagelsesperiode for sikringsniveau 2118 [år]	10		20		50	
	Overflade løsning	Lednings løsning	Overflade løsning	Lednings løsning	Overflade løsning	Lednings løsning
	Nettonutidsværdi (mio. kr.)					
Skadesomkostninger ved overholdelse af T5/T10 serviceniveau	76	76	76	76	76	76
Skadesomkostninger efter tiltag	50	50	46	46	46	46
Afværget skade ved tiltag	26	26	30	30	31	31
Omkostninger til tiltag	11	14	13	25	24	46
<b>Nettogevinst</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>-15</b>



Figur 7.1: Samfundsøkonomisk nettonutidsværdi af skader fra skybrud med indsats samt gevinst/tab ved at gennemføre forskellige sikringsniveauer for byudviklingsområdet. Beløb i mio. kr. Kun tiltag ved overfladeløsning.

## 7.1 Nettogevinst inklusive omkostning til overholdelse af gældende serviceniveau

Som beskrevet i afsnit 4 skal det eksisterende afløbssystem opgraderes for at kunne overholde det gældende serviceniveau ved 5-/10-årsregn i regn- og fællessystemet. Denne opgradering har en anlægsomkostning på ca. 17 mio. kr. som angivet i Tabel 5.1.

Nettonutidsværdi for skadesomkostninger med det eksisterende system er opgjort og sammenholdt med skadesomkostninger, hvis gældende serviceniveau overholdes.

Ved opgørelse af nettonutidsværdi for tiltagsomkostninger er det antaget, at ledningssystemet opgraderes i perioden 2022-2027.

Tabel 7.2 viser nettogevinsten ved opgradering af det eksisterende system til overholdelse af gældende serviceniveau. Der er ved opgraderingen en nettogevinst på 7 mio. kr.

*Tabel 7-2 Samfundsøkonomisk nettonutidsværdi af skader fra skybrud ved opgradering af afløbssystem til overholdelse af gældende serviceniveau for afløbssystemet. Beløb i mio. kr.*

	Nettonutidsværdi (mio. kr.)
Skadesomkostninger med eksisterende system (serviceniveau i dag T 3-8 år)	113
Skadesomkostninger ved afløbssystem, der overholder T5/T10 serviceniveau	76
Afværget skade ved opgradering af afløbssystem	37
Omkostninger til opgradering af afløbssystem	31
<b>Nettogevinst</b>	<b>7</b>

Hvis tiltag til overholdelse af serviceniveau for afløbssystem indregnes som en del af skybrudssikringen, vil nettogevinsten stige med 7 mio. kr. for alle scenarier. Tabel 7.3 viser den samlede nettogevinst for T20 serviceniveau, som er det serviceniveau med højest nettogevinst.

De samlede tiltagsomkostninger kan være lavere end de angivne ved synergi mellem tiltag i ledningssystem og på overfladen.

Tabel 7-3 Samfundsøkonomisk nettonutidsværdi af skader fra skybrud ved opgradering af afløbssystem til overholdelse af gældende serviceniveau og overholdelse af T20 serviceniveau på terræn. Beløb i mio. kr.

	Nettonutidsværdi (mio. kr.)
Skadesomkostninger med eksisterende system (serviceniveau i dag T 3-8 år)	113
Skadesomkostninger med tiltag for serviceniveau T20 på terræn	46
<b>Afværget skade ved tiltag</b>	<b>67</b>
Omkostninger til tiltag (opgradering til T5/T10 og overholdelse af T20 terræn serviceniveau)	44
<b>Nettogeinst ved serviceniveau T20</b>	<b>23</b>

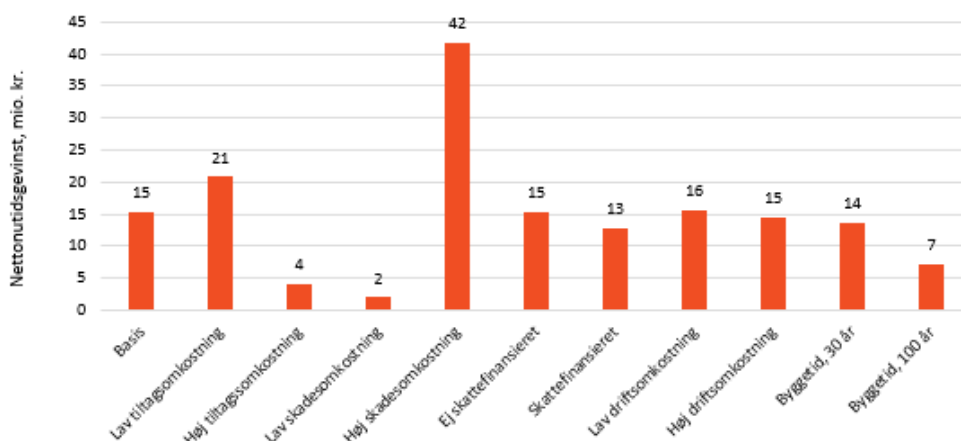
## 8 Følsomhedsanalyse

For at vurdere følsomheden af analysen er der lavet tilsvarende beregninger, hvor der varieres på nogle af de forudsætninger, der er anvendt ved basisberegningen. Der er gennemført beregninger af følgende ændrede forudsætninger:

- 1 Overslagene for tiltagsomkostninger er vurderet for lavt (+ 100 % tillægges tiltagsomkostningerne).
- 2 Overslagene for tiltagsomkostninger er vurderet for højt (-50 % trækkes fra tiltagsomkostningerne).
- 3 Skadesomkostninger er vurderet for lavt (+100 % tillægges skadesomkostningerne).
- 4 Skadesomkostninger er vurderet for højt (-50 % trækkes fra skadesomkostninger).
- 5 Tiltagsomkostninger beregnes med skatteforvridding, dvs. skattefinansieret.
- 6 Driftsomkostningerne er mindre og udgør 0,5 % af anlægsinvesteringen.
- 7 Driftsomkostningerne er større og udgør 5 % af anlægsinvesteringen.
- 8 Byggetiden for tiltag er 10 år længere, dvs. 30 år i alt.
- 9 Byggetiden for tiltag er 80 år længere, dvs. 100 år i alt.

Følsomhedsanalysen er udført for et serviceniveau på 10 år i 2122 og viser, at der er en nettogevinst uanset ændring af forudsætninger.

Figur 8.1 viser nettogevinsten ved de forskellige følsomhedsberegninger. Nettogevinsten skal sammenlignes med 15 mio. kr., som er nettogevinsten uden ændring i følsomheden. Det fremgår, at højere tiltagsomkostninger og lavere skadesomkostningerne vil kunne medføre en lavere nettogevinst. Tilsvarende vil højere skadesomkostninger medføre stor stigning i nettogevinst.



Figur 8.1: Følsomhedsanalyse for det optimale sikringsniveau for byudviklingsområdet, nettonutidsgevinst i mio. kr.

## 9 Konklusion

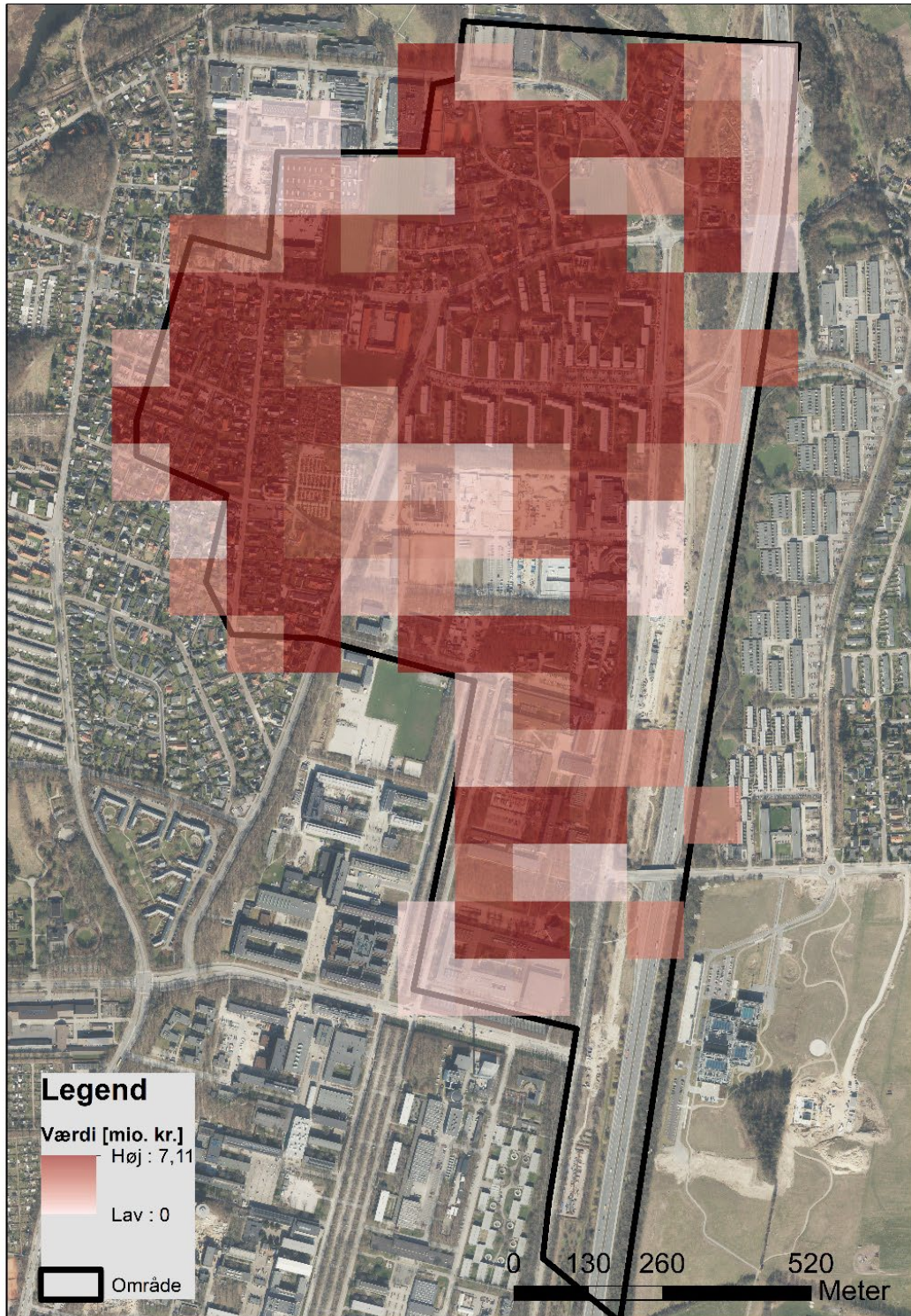
Den gennemførte samfundsøkonomiske analyse viser, at der er en nettogevinst, hvis der indføres et serviceniveau for vand på terræn. Det optimale serviceniveau har ifølge den samfundsøkonomiske analyse et optimum ved en gentagelsesperiode på 20 år. Et serviceniveau med en gentagelsesperiode på 10 år vil give en næsten tilsvarende nettogevinst, mens et serviceniveau med gentagelsesperiode på 50 år giver en væsentlig lavere nettogevinst.

En stor del af de oversvømmelser, som vil forekomme med det eksisterende afløbssystem, skyldes, at afløbssystemet ikke overholder det gældende serviceniveau. Der skal derfor, uanset valg af serviceniveau for vand på terræn, foretages en opgradering af afløbssystemet op til det gældende serviceniveau for opstuvning til terræn. Denne opgradering vil reducere skaderne ved skybrud og have en positiv nettogevinst.

Når tiltag i oplandet skal konkretiseres, bør opgradering af afløbssystem og tiltag på terræn betragtes som en samlet løsning, hvorved de laveste samlede omkostninger kan opnås.

## 10 Bilag 1 – Værdikort for Lundtofte opland

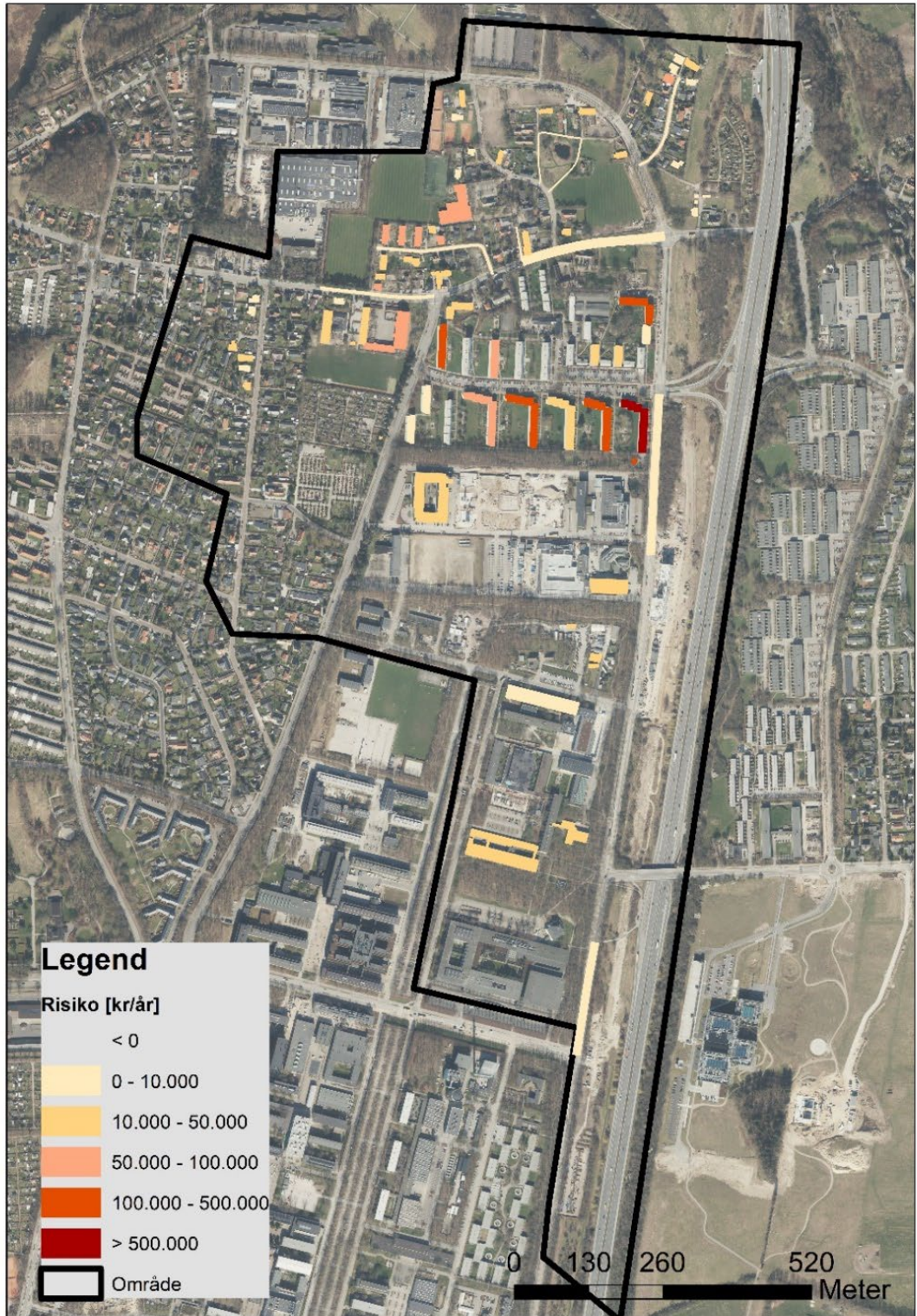
Kort kan også ses på [cowi.maps.arcgis.com/Lundtofte](http://cowi.maps.arcgis.com/Lundtofte)



Figur 10.1: Værdikort for Lundtofte oplandet.

## 11 Bilag 2 – Risikokort for Lundtofte opland

Kort kan også ses på [cowi.maps.arcgis.com/Lundtofte](http://cowi.maps.arcgis.com/Lundtofte)



Figur 11.1: Risikokort for Lundtofte oplandet