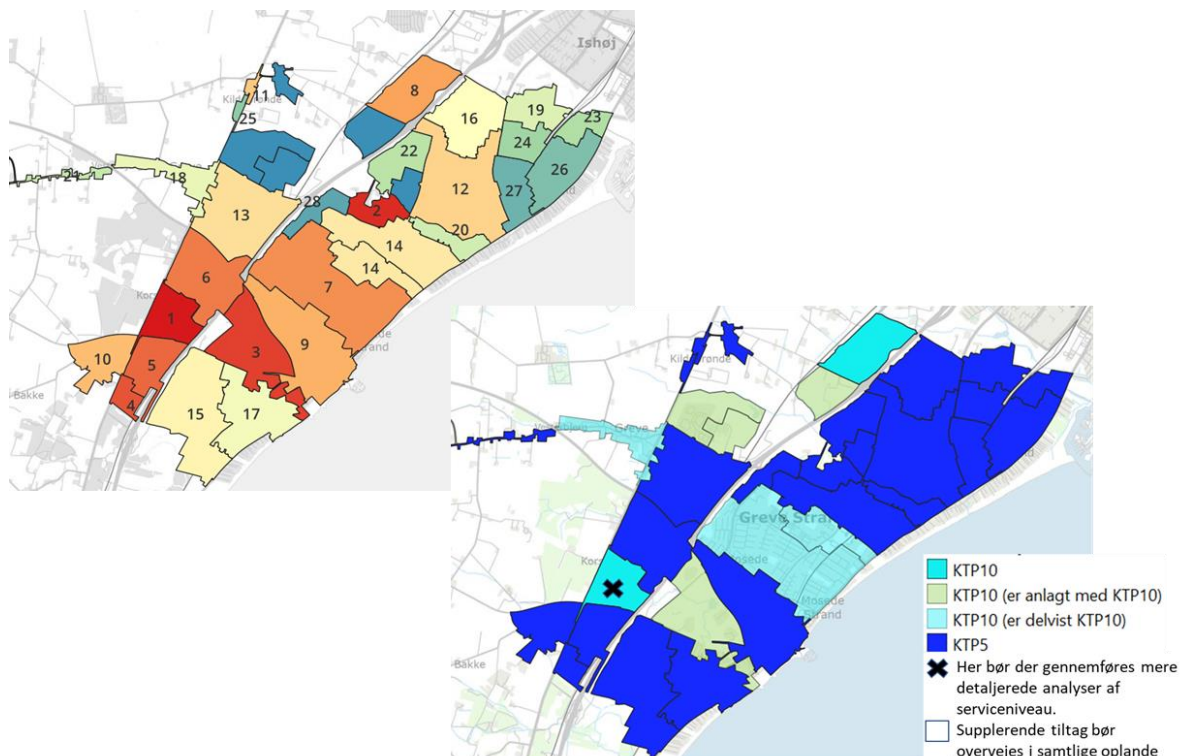


Service niveauer for regnvandshåndtering og delprioritering af oplandene i Greve Kommune

Udarbejdet marts 2023 af:

Andreas Lindvold Bøndergaard, KLAR Forsyning &

Birgit Paludan



1	Indledning	5
2	Baggrund og formål	6
2.1	Klimatilpasning af afløbssystemet	7
2.2	Skybrudssikring (serviceniveau for vand på terræn)	7
3	Ny lovgivning vedrørende spildevandsforsyningsselskabers finansiering af klimatilpasning	9
3.1	Baggrund	9
3.2	Serviceniveaubekendtgørelsen	9
3.3	Omkostningsbekendtgørelsens 5%-regel	10
4	Oplandsplaner for klimatilpasning	11
4.1	Oplandsinddeling	11
4.2	Baggrund for udarbejdelse af planerne og kortforklaringer	12
4.3	Planer for oplande til Lille Vejleå	14
4.4	Planer for oplande til Olsbækssystemet	16
4.5	Planer for oplande til Streget og Rørmoseløbet	20
4.6	Planer for oplande til Møllebækssystemet	23
4.7	Planer for oplande i Tune	25
4.8	Konklusioner på oplandsplaner	25
5	Valg af serviceniveau for klimatilpasning af afløbssystemet i Greve	27
5.1	Lille Vejle Å	29
5.2	Olsbækssystemet	30
5.3	Streget og Rørmoseløbet	32
5.4	Møllebækken (Karlslunde)	34
5.5	Tune	35
5.6	Følsomhedsanalyse af resultaterne for serviceniveau for afløbssystemerne	37
5.7	Konklusion- serviceniveau	38
6	Serviceniveau for vand på terræn i Greve	40
6.1	Lille Vejleå	41
6.2	Olsbækssystemet	43
6.3	Streget og Rørmoseløbet	46
6.4	Møllebækssystemet	49
6.5	Tune (MR)	50
6.6	Følsomhed på resultatet	54

6.7	Konklusion	54
7	Prioritering af klimatilpasning af afløbssystemet (uden Tune).....	57
8	Sammenfatning og anbefaling	61
9	Ordforklaring	65
10	Referencer	66
11	BILAG 1 ”Metoder, forudsætninger og rammer for dimensionering og tilpasning af afløbssystemer i Greve Kommune”	67
11.1	Indledning.....	67
11.2	Nedbør.....	67
11.3	Faktorer og scenarier	67
11.4	Areal der skal håndteres- beregning af befæstet areal.....	68
11.5	Vandstande i recipienter – hav og søer.....	71
11.6	Arealreduktionsfaktorer i Stregets opland.....	72
11.7	Afstrømning i vandløb.....	74
11.8	Fysiske antagelser for vandløbene- vandbremsere, online-bassiner og reguleringsprojekter .	74
11.9	Antagelser i regnvandssystemet	75
11.10	Ændret modelarbejdsgang i SWMM.....	76
11.11	Enkelttab og vægfriktion i ledninger i SWMM.....	77
11.12	Forsinkelsesvolumen på private matrikler.....	78
11.13	Tune-modellen.....	79
11.14	Simuleringsindstillinger	79
11.15	Oversvømmelsesberegninger	79
11.16	Myndighedskrav og -forudsætninger - Overløb- og Udløbskrav	86
12	BILAG 2 ”Metodebeskrivelse – samfundsøkonomisk beregning”	87
12.1	Indledning.....	87
12.2	Beregning af skadesprofil.....	87
12.3	Beregning af gennemsnitlig årlig skade (EAD)	90
12.4	Beregning af skadesreduktion	90
12.5	Beregning af løsningsomkostninger	91
12.6	Beregning af Nettogevinst.....	94
13	BILAG 3 ”Resultat af screeningen ”	95
14	BILAG 4 ”Gevinst i forhold til omkostninger ved klimatilpasning af afløbssystemet”...	97
	Kortbilag 1 Oplandsplaner_Lillevejleå	98

Kortbilag 2 Oplandsplaner_Olsbækssystemet	98
Kortbilag 3 Oplandsplaner_Streget_Rørmoseløbet	98
Kortbilag 4 Oplandsplaner_Møllebækssystemet	98

1 Indledning

Denne rapport omhandler beregning af klimatilpasningen af afløbssystemet i Greve, grundlag for valg af serviceniveau for afløbssystemet samt valg af serviceniveau for skybrud.

I afsnit 1 beskrives bl.a. status på klimatilpasningen af afløbssystemet i Greve kort. Afsnit 3 beskriver den nye lovgivning vedr. spildevandsselskabers (forsyningers) finansiering af klimatilpasning. I afsnit 4.1 forklares oplandsinddelingen.

I bilagene beskrives metoder og forudsætninger og rammer for de hydrauliske beregninger BILAG 1 ”Metoder, forudsætninger og rammer for dimensionering og tilpasning af afløbssystemer i Greve Kommune og for den samfundsøkonomiske analyse I BILAG 2 ”Metodebeskrivelse – samfundsøkonomisk beregning”.

I afsnit 5 præsenteres resultaterne af sammenligningen af serviceniveauerne 5 og 10 år og serviceniveauet for afløbssystemet anbefales. I afsnit 6 findes en screening af nettogevinsten for forskellige serviceniveauer for vand på terræn, og på den baggrund gives der en anbefaling til det videre arbejde med serviceniveauet for skybrud.

I afsnit 7 vises en prioritering af oplandene ud fra hvor man får mest klimatilpasning for pengene.

Afsnit 8 sammenfatter og anbefaler det videre arbejde med serviceniveau for afløbssystemet og for vand på terræn i Greve Kommune.

I bilag 1 og 2 findes metoder, forudsætninger og rammer for de hydrauliske og økonomiske beregninger, bilag 3 er en tabel der viser resultatet af screeningen og bilag 4 er beregningerne af gennemsnitlig årlig omkostning i 2120, skadesreduktion og løsningsomkostninger.

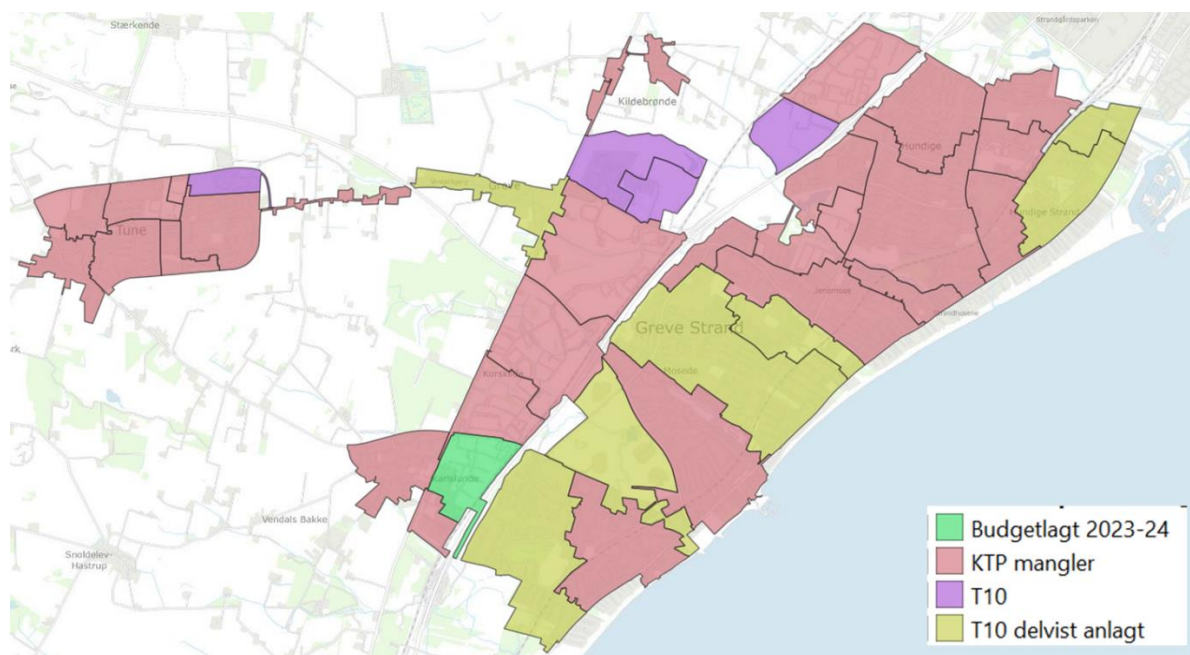
Kort bilag 1-4 omfatter PDF filer med kort over klimatilpasningsløsningerne for afløbssystemet i Greves kystområder. Tilsvarende kort udarbejdes p.t. for Tune i forbindelse med at der etableres beslutningsgrundlag for valg af afløbssystem i Tune (Marie Frederiksen, KLAR Forsyning marts 2023).

BEMÆRK: Analyserne i Tune er medtaget både i afsnittene om serviceniveau for afløbssystemet og serviceniveau for vand på terræn, men er udeladt af sammenfatningen, da der afventer en beslutning om valg af fremtidens afløbssystem i Tune og da oversvømmelseskortene skal kvalitetssikres.

2 Baggrund og formål

Greve Kommune og KLAR Forsyning skal klimatilpasse afløbssystemerne i Greve Kommune. Derfor skal det besluttes hvilket serviceniveau for afløbssystemerne der skal etableres, om der skal skybrudssikres indenfor rammerne af lovgivningen og klimatilpasningen prioriteres efterfølgende.

KLAR Forsyning har allerede gennemført klimatilpasninger i kommunen. Figur 1 viser status på klimatilpasningen i Greve Kommune pr. januar 2023



Figur 1: Status på klimatilpasning af afløbssystemet i Greve Kommune.

KLAR Forsyning har dimensioneret afløbssystemet med numerisk hydrauliske modeller, så det kan leve op til hhv. 5 og 10 års maksimal opstuvning til terræn. På denne baggrund er der etableret oversvømmelseskort og løsningsomkostninger for klimatilpasningen på oplandsniveau.

I afsnit 4 er klimatilpasningen af afløbssystemet beskrevet og præsenteret.

Resultaterne anvendes til at beregne nettogevinsten ved de to serviceniveauer og anbefale, hvilket niveau der vælges for hvert opland.

Derefter gennemføres der en screening af serviceniveau for vand på terræn, så det kan afgøres, om der skal skybrudssikres ud over klimatilpasningen af afløbssystemet til det anbefalede niveau, eller om kommune skal give KLAR mulighed for at skybrudssikre lokalt med supplerende tiltag (evt. på overfladen i forbindelse med klimatilpasning af afløbssystemet).

Sideløbende med nærværende rapportering etableres der et beslutningsgrundlag for valg af afløbssystem i Tune. Vurderingerne her er baseret på input fra dette projekt.

2.1 Klimatilpasning af afløbssystemet

Greve Kommune har i 2007 besluttet et serviceniveau for afløbssystemet i kommunen, som sikrer maksimal opstuvning til terræn én gang hvert 10. år i fremtiden. Denne opgave kaldes ”klimatilpasning af afløbssystemet” og gennemføres af KLAR Forsyning.

Valget af et skærpet serviceniveau blev underbygget ved analyser af oplandet Birkedalen i 2017, hvor der også blev vist en positiv samfundsøkonomi for 100 års-hændelsen (se eksempel i SVK Skrift 31).

I 2020 kom der ny lovgivning for hvilket serviceniveau spildevandsselskaber kan finansiere. Reglerne foreskriver, at der skal gennemføres en samfundsøkonomisk analyse, hvor skadesreduktioner ved klimatilpasning sammenlignes med løsningsomkostningerne og der kan vælges et serviceniveau, der har højest og positiv gevinst.

I denne rapport beregnes gevinsterne ved klimatilpasning af afløbssystemet i form af reduktion af bygningsskader til hhv. en 5 og en 10 års hændelse. Resultatet kan afgøre, om afløbssystemet skal tilpasses til 5 eller 10 år.

Sammenligningen mellem klimatilpasning af afløbssystemet til hhv. 5 og 10 år adskiller sig fra analysen af serviceniveau for vand på terræn ved, at der i klimatilpasningen af afløbssystemet ikke accepteres vand på terræn. I analysen af serviceniveau for vand på terræn accepteres vand på terræn dog ikke mere end 20 cm vand ved bygninger, som antages at være skadevoldende (jf. BILAG 2 ”Metodebeskrivelse – samfundsøkonomisk beregning”).

Derfor udelukker analysen ikke, at der kan etableres et højere serviceniveau for vand på terræn selv om et serviceniveau i afløbssystemet på T=10 år ikke kan betale sig. Det kaldes skybrudssikring.

2.2 Skybrudssikring (serviceniveau for vand på terræn)

På trods af at kloakken klimatilpasses, vil det fortsat kunne ske, at der kommer vand på terræn ved kraftigere regn, og at der dermed er risiko for skadevoldende oversvømmelser. Derfor har Greve Kommune og KLAR Forsyning et oversvømmelsesberedskab.

Beredskabet er en aktiv manuel indsats. Der er også den mulighed, at man indretter byens overflade sådan, at når kloakken løber over, så løber vandet de steder, hvor det ikke gør skade. Det kalder vi at ”skybrudssikre”. Ligesom man kan klimatilpasse kloakken til et bestemt ”serviceniveau”, så kan man skybrudssikre i højere eller mindre grad. I hvilken grad, og hvor dyrt det må være at skybrudssikre, kan bl.a. afhænge af, hvor stor risiko for oversvømmelser der er i et område, og dermed hvor store værdier, som skal sikres. For at finde et rimeligt niveau, hvor omkostningen til tiltag mod oversvømmelse står mål med skaden som forekommer uden tiltaget, kan der gennemføres en økonomisk analyse. Analysen kan indgå i processen, når det skal besluttes, om der skal skybrudssikres til et bestemt niveau.

Den nye lovgivning Reference 4, om spildevandsselskabers finansiering af klimatilpasning bestemmer, hvilket serviceniveau for vand på terræn som KLAR Forsyning må betale.

Greve Kommune og KLAR Forsyning ønsker at undersøge, hvilken tilgang man skal have til at håndtere oversvømmelser, som følge af skybrud som overstiger afløbssystemernes kapacitet efter klimatilpasning af afløbssystemet.

I henhold til loven skal kommunen skrive i Spildevandsplanen, hvordan KLAR Forsyning skal forholde sig til serviceniveauet for vand på terræn. I afsnit 3 er den nye lovgivning kort beskrevet.

På baggrund af de beregnede oversvømmelseskort efter klimatilpasning af afløbssystemet, gennemføres der her en screeningsberegning af, hvor og i hvilket omfang det kan forventes, at KLAR Forsyning skal gennemføre detaljerede beregninger af serviceniveauet for vand på terræn.

Screeningen følger metoden, som er beskrevet i vejledningen til serviceniveaubekendtgørelsen, bortset fra, at der ikke er anvendt hydrauliske modeller til beregningerne af oversvømmelser og løsninger i skybrudssituationerne. Hvis der rent faktisk skal implementeres et højere serviceniveau end Skrift 27 anbefaler, skal der gennemføres beregninger med numerisk hydrauliske modeller som dokumentation for finansieringen.

Screeningsmetoden er beskrevet i BILAG 2 "Metodebeskrivelse – samfundsøkonomisk beregning" og præsenteret for hvert vandløbsopland i Greve i afsnit 6. Resultaterne af screeningen er præsenteret i detaljen for alle oplande i BILAG 3 "Resultat af screeningen".

For at undgå forvirring om begrebet "serviceniveau", så kaldes opfyldelse af Skrift 27 for "serviceniveau for afløbssystemet" og når det handler om hvor tit bygninger må blive skadet, kaldes det "niveau for skybrudssikring".

I denne rapport er gentagelsesperioder (T) angivet for 2120, altså med klimafaktor, hvis andet ikke er anført.

KLAR Forsyning har ansvaret for, at kommunens afløbssystemer lever op til funktionskravene for afløbssystemerne. Når det regner meget kraftigt og afløbssystemernes ikke kan transportere den nødvendige vandmængde, sker der oversvømmelser på terræn.

Med ny lovgivning vil en reduktion af risikoen for skadevoldende oversvømmelser kunne finansieres af KLAR Forsyning, hvis det er både samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt (dvs. der er balance mellem den skadesreduktion man opnår og det det koster at gennemføre tiltag) og selskabsøkonomisk effektivt (dvs. at det er billigst muligt). Reglerne er kort beskrevet i det følgende afsnit.

3 Ny lovgivning vedrørende spildevandsforsyningsselskabers finansiering af klimatilpasning

3.1 Baggrund

I december 2020 er der vedtaget en ny lov om forsyningernes finansiering af et serviceniveau for vand på terræn (niveau for skybrudssikring), som ligger ud over Skrift 27 (Reference 4). Hidtil har spildevandsforsyningerne kunne medfinansiere skybrudstiltag med 75%, og de øvrige parter i en sådan aftale skulle betale de sidste 25% (det kunne f.eks. være kommunen). Med den nye lov kan spildevandsforsyningen dels betale hele skybrudssikringen, dels være bygherre for projektet. En af de større udfordringer ved lovforslaget er, at omkostningen er underlagt den generelle effektivisering på forsyningernes anlægsbudgetter. Denne udfordring vil dog ikke blive adresseret yderligere her.

Loven er udmøntet i bl.a. 1) en serviceniveaubekendtgørelse, som beskriver hvordan forsyningerne kan finansiere et højere serviceniveau end det som anbefales i Skrift 27 (niveau for skybrudssikring) og 2) omkostningsbekendtgørelsen, hvor selve forsyningernes mulighed for finansiering beskrives.

3.2 Serviceniveaubekendtgørelsen

For at spildevandsforsyningen kan finansiere et højere niveau for skybrudssikring end det niveau som Skrift 27 giver (som er maksimal opstuvning til terræn hvert 5. år for separatsystemer og hvert 10. år for fællessystemer), skal det dokumenteres, at investeringen er samfundsøkonomisk hensigtsmæssig og selskabsøkonomisk effektiv jf. Reference 4. Det vil sige, at det skal dokumenteres, at skadesreduktionen ved skybrudsløsningen balancerer omkostningen til at opnå skadesreduktionen samt at der vælges den billigste løsning. Der skal vælges det niveau, som giver den højeste nettogevinst (maksimering af skadesreduktion-løsningsomkostninger = nettogevinst).

Kommunen kan vælge mellem to tilgange: spor A og spor B, som skrives ind i spildevandsplanen, så spildevandsforsyningen kan få tillæg til skybrudssikring i indtægtsrammen.

Ved **spor A** gennemfører kommunen en skybrudsanalyse, som skal identificere, hvilket skybrudsniveau, som er mest hensigtsmæssigt (størst nettogevinst). Skybrudsanalysen skal være baseret på hydrauliske modeller og følge en metode, som er beskrevet i vejledningen til serviceniveaubekendtgørelsen Reference 5. I henhold til bekendtgørelsen kan kommunen anmode spildevandsforsyningen om at gennemføre beregninger, der viser oversvømmelser og løsningsomkostninger for et nærmere fastsat antal gentagelsesperioder. Kommunen kan på denne baggrund beregne størrelserne af skadesreduktion og nettogevinst for de forskellige tiltag samt fastsætte serviceniveauet for vand på terræn. Umiddelbart skal der ikke nødvendigvis gennemføres beregninger for hele kommunen på én gang, så evt. kan kommunen udarbejde tillæg til spildevandsplanen opland for opland, efterhånden som forsyningen klimatilpasser afløbssystemerne i de forskellige oplande.

Når kommunen har fastsat serviceniveauet, skal forsyningen leve op til dette niveau på en selskabsøkonomisk effektiv måde, dvs. så billigt som muligt.

Ved **spor B** skriver kommunen ind i spildevandsplanen, at forsyningen kan finde det mest samfundshensigtsmæssige skybrudsniveau, når de klimatilpasser, og at det kan variere også inden for et opland (eller kan etablere anlæg som reducerer skader ved skybrud indenfor en omkostning på maksimalt 5% af et hovedprojekt f.eks. separatkloakering eller klimatilpasning af afløbssystemet). Forsyningen kan vælge at gennemføre den samfundsøkonomiske analyse eller fastsætte serviceniveau til anbefalingen fra Skrift 27. Hvis kommunen ikke skriver noget om et opland i spildevandsplanen skal forsyningen også følge spor B.

Forskellen på spor A og B er primært, at det i spor A er kommunen der opdeler i oplande, gennemfører den samfundsøkonomiske analyse og fastsætter serviceniveauet. I spor B er det forsyningen.

Vejledningen til serviceniveaubekendtgørelsen specificerer, hvordan analyserne af serviceniveau for vand på terræn skal gennemføres. Staten vil også angive en række parametre, som skal anvendes. F.eks. er der givet gennemsnitlige skadesværdier og løsningspriser for Danmark. Der er dog mulighed for at anvende lokale enhedspriser for skadesværdierne hvis de angives i spildevandsplanen. Der skal anvendes lokale løsningspriser, hvis de er kendte.

Løsningsomkostningerne som skal prissættes jf. loven, omfatter kun de omkostninger, der er forbundet med at reducere skaderne i byen og ikke de løsninger, som sikrer vandmiljøet, idet disse håndteres i et andet tillæg til forsyningens investeringer. Det betyder at cost-benefit-analysen ikke skal inkludere omkostningerne til forsinkelser- og rensbassiner, men kun ledninger og bassiner, som er en del af ledningssystemets evne til at reducere oversvømmelser.

Selv om der ikke er en positiv nettogevinst for klimatilpasning, kan der godt være en positiv nettogevinst for skybrudssikring, som kan finansieres af forsyningen. Det gælder også, hvis man anvender 5%-reglen, som er beskrevet i næste afsnit.

3.3 Omkostningsbekendtgørelsens 5%-regel

Omkostningsbekendtgørelsen giver mulighed for, at hvis omkostningen til tiltag (i bekendtgørelsen kaldet de supplerende tiltag) ligger indenfor 5% af omkostningen til et "hovedprojekt", som skal gennemføres af andre grunde (f.eks. klimatilpasning af afløbssystemet eller separatkloakering), kan skader, som følge af regnhændelser sjældnere end hvert 5. år finansieres af spildevandsselskabet. Dette forudsætter at det er dokumenteret, at der er valgt en selskabsøkonomisk omkostningseffektiv løsning (=den billigst mulige løsning), og at det supplerende tiltag har en samfundsøkonomisk nettogevinst i henhold til statens samfundsøkonomiske metode (jf. Omkostningsbekendtgørelsen kapitel 2 paragraf 3 stk. 4).

Kommunen skal skrive denne mulighed ind i spildevandsplanen, hvis kommunen ønsker at forsyningen skal kunne gøre brug af denne mulighed. Kommunen kan ikke pålægge forsyningen at anvende 5% reglen.

4 Oplandsplaner for klimatilpasning

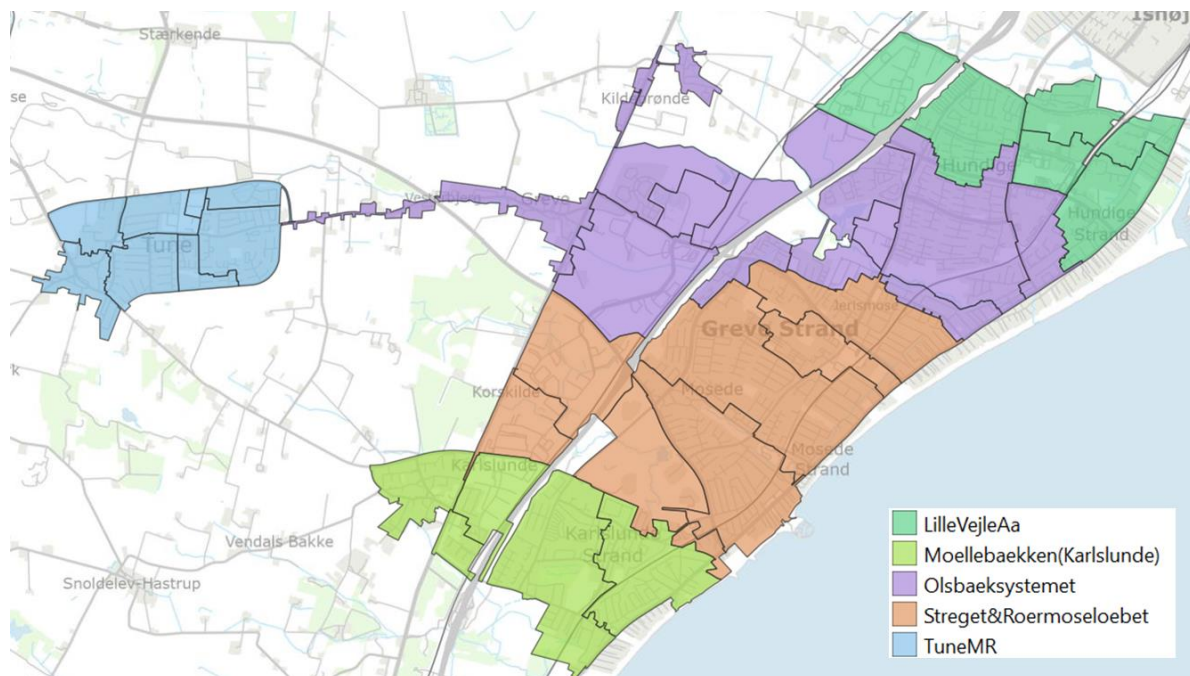
Der er lavet oplandsplaner, som viser den klimatilpasning der skal ske i hver af de 42 prioriteringsoplande, se kortbilag 1-4. Planerne er målrettet den videre planlægning i Greve Kommune og KLAR Forsyning, og de givne placeringer og udformninger ligger ikke fast. Dvs. at der er mulighed for at finde billigere eller bedre alternative løsninger, når de enkelte oplande detailplanlægges. Det kunne fx være, hvis der kan findes en kortere vej til transport af vandet, et rør som i stedet kan lægges som en åben grøft, et bassin som kan lægges på en mere egnet matrikel i nærheden og vandløbsprojekter osv. Det er typisk ikke økonomisk optimalt at flytte bassiner alt for langt væk, fra den i planen oplyste placering, da det skal passe med højdeforhold i hovedsystemet.

4.1 Oplandsinddeling

Planerne for hvert prioriteringsopland er grupperet i vandløb/hovedafstrømningssystemer (se afsnit 4.3 - 4.7) som følger:

1. Oplande til Lille Vejleå
2. Oplande til Olsbækssystemet (dvs. Hederenden, Grevebækken, Kildebrøndebæk og Olsbækken)
3. Oplande til Streget og Rørmoseløbet
4. Oplande til Møllebækssystemet (herunder Karlslunde Strand et opland der går til Køge bugt)
5. Oplande i Tune

Vandløbsoplandene er underinddelt i mindre oplande som skal analyseres, som vist på Figur 2:



Figur 2: Oplandsinddeling efter vandløbssystemerne og Tune. De enkelte prioriteringsoplande ses afgrænset af de sorte streger

Óplandene er inddelt efter sammenhængen i afløbssystemet, dvs. hvor ledningerne løber og hvilke matrikler, der afvander til dem. I oplandsinddelingen er der også skelet til strukturen af afløbssystemet

efter klimatilpasningen, og det er forsøgt at afgrænse de områder, hvor der allerede er gennemført klimatilpasning af størstedelen af hovedsystemet (f.eks. Greve Midt1). Oplandene er vist på figurene i afsnit 5.1 - 5.5.

Tune er i store træk et fælleskloakeret byområde som løber til Mosede Renseanlæg, med undtagelse af Tune Nordøst og Byagerparken som er separatkloakeret. Tune oplandene er derfor grupperet på Figur 2.

4.2 Baggrund for udarbejdelse af planerne og kortforklaringer

Greve Kommunes afløbssystem er tilpasset til fremtidens klima for hhv. en 5 og en 10 års hændelse. Da serviceniveauet hidtil har været fastsat til en 10 års hændelse, er der taget udgangspunkt i løsninger til dette niveau, som derefter er nedskaleret til 5 år.

Metoder, forudsætninger og rammer for klimatilpasningen af afløbssystemet er beskrevet i BILAG 1 ”Metoder, forudsætninger og rammer for dimensionering og tilpasning af afløbssystemer i Greve Kommune”.

4.2.1 Kortsymbolik på oplandsplanerne

Det bliver meget utydeligt og uoverskueligt at præsentere de 42 oplandsplaner i A4-format i word, så derfor findes de 34 kortbilag vedhæftet i pdf-A3-format. Kortsymbolikken og de vigtigste elementer, som læseren skal kikke på i kortbilagene, gennemgås her.

Bassiner til klimatilpasning er optegnet med vejnavn og volumen på kortene. Bassinernes farver angiver hvilke typer af bassiner, der skønnes at kunne anlægges på det givne areal:

-  Jordbassin
-  Groeftebassin
-  Kassetter
-  Beton
-  udnyt eksisterende hul
-  Miljøbassin

Forskellen mellem miljøbassiner og de øvrige bassiner er, at miljøbassinerne skal forsinke og rense inden recipienterne og de øvrige sænker vandstanden lokalt i oplandene.

Udvidelse af eksisterende ledninger og hvor mange dimensioner de skal udvides med, er angivet med følgende farvesymbolik:

-  afskæring / drossel
-  uændret
-  1dim op
-  2dim op
-  3dim op
-  4dim eller mere
-  Ny ledning

Med ”1dim op” menes at diameteren af den eksisterende ledning øges med 10 cm i diameter, ”2dim op” svarer til 20 cm forøgelse i diameter osv.

Bemærk at nye ledningsstræk har farven turkis. Afskæringer har værdien 0.01 og er farvet røde. Droslinger, hvilket er ledninger hvor dimensionen reduceres ift. status, er også farvet røde.

Den planlagte ledningsdimension er vist på kortene i meter, men kun for de ledninger hvor der sker en ændring ift. status.

Pumper til klimatilpasning er vist med kapaciteten i l/s og gives denne symbolik:

 Pumper_KTP

For at skabe yderligere overblik er både eksisterende og planlagte bassiner, udløb og bygninger desuden vist med:

 Bygninger2022

 Regnvandsbassin

 Fællesbassin

 Udløb

Til prissætningen af de eksisterende ledninger som skal udvides, beregnes en supplerende diameter svarende til at man i detailfasen lægger en supplerende regnvandsledning ved siden af den gamle, i stedet for at grave den gamle op, og lægge en ny stor ledning. Det er ikke alle steder der vil være plads til dette i praksis. Diameteren af den supplerende ledning udregnes i GIS således:

$$D_{sup} = \sqrt{D_{ny}^2 - D_{gl}^2}$$

Dette er udledt ved at antage at flowet i den supplerende ledningen må være lig forskellen mellem ny og gammel dimension.

4.2.2 Nedskalering

Der er lavet planer for hvert opland til serviceniveau T=10 år. Disse planer er derefter nedskaleret til T=5 år, for bassin og ledningsdimensioner med følgende formel:

$$D_{ny} = D_{gl} * \sqrt{\frac{I_{ny}}{I_{gl}}}$$

hvor I er regnintensiteterne ved hhv. ny og gl. (5 og 10 år) og D er rørdiameteren. Antaget at hastigheden v er konstant og at det reducerede areal ikke er forskellige for T=5 år og 10 år. Endelig er det antaget, at forholdet mellem intensiteterne er den samme for alle varigheder, hvilket er en god tilnærmelse.

Når 10-minutters intensiteterne aflæses for Greve koordinaterne kan nedskalering beregnes:

$$D_{T=5\text{år}} = D_{T=10\text{år}} * \sqrt{\frac{260}{326}} = D_{T=10\text{år}} * 0.89$$

En nedskalering fra T=10 år til T=5 år er således en 11% reduktion i diameteren, hvilket i grove træk svarer til at gå en handelsdimension ned i planen. Denne metode blev fulgt for at simplificere modelarbejdet. Bassiner nedskales også ved at trække 11% fra voluminet for T=10 år. Ledninger og bassiner er neddimensionerede og derefter blev modellen kørt for at validere klimatilpasningen.

Det passede i store træk, og der blev kun udført få manuelle justeringer for at sikre, at der ikke var vand på terræn for T=5 år.

Betydningen af nedskaleringen i hvert opland er omtalt i de følgende afsnit.

4.3 Planer for oplande til Lille Vejleå

I dette afsnit beskrives planerne opland for opland i prosa samt i opsummerende tabeller, fx Tabel 1 som viser omfanget af klimatilpasning for serviceniveauet T=5 år og T=10 år for de oplande der løber til Lille Vejleå. Det er hensigten, at man skal se på oplandsplanerne, som findes i de vedhæftede kortbilag, mens man læser afsnittet.

Oplande	Bassiner T=10år [m3]	Længde af ledningsanlæg T=10 år [m]	Bassiner T=5år [m3]	Længde af ledningsanlæg T=5 år [m]
Hundige Bygade	1037	1816	923	1295
Hundige Oest		3585		3621
Hundige Parcelhuse	1804	6329	1605	4981
Kildebroende Industri	3219	2639	2865	2274
Lumringsrenden		1454		1369
Waves	3735	3602	3324	3554
Total	11178	19424	9948	17095

Tabel 1: Oversigt over klimapasning i oplande til Lille Vejleå dels for serviceniveau T=10år og for T=5 år. Det nødvendige bassinvolumen mindskes 11% svarende til nedskaleringen, mens længden af nye ledningsanlæg reduceres yderligere.

Tabel 2 viser bassiner som skal etableres af hensyn til miljøkrav i Lille Vejleå, og som er fjernet fra opgørelsen af klimatilpasningens samlede omkostninger. De er ikke indregnet som en del af klimatilpasningen, da de ikke har den store indflydelse på oversvømmelser af bygninger i oplandet, og fordi de pga. miljøkrav, vil skulle etableres uanset hvilket niveau der klimatilpasses til i oplandet.

Oplande	Bassiner T=5år [m3]	Pris mio kr.
Hundige Bygade	5020	6.53
Hundige Parcelhuse	8150	10.60
Kildebroende Industri	23365	30.37
Lumringsrenden	1900	2.47
Total	38435	49.97

Tabel 2: Miljøbassiner med overløb til vandløb for T=5år, udløb 2l/s/ ha. og rensvolumen i oplande til Lille Vejleå.

Tabel 3 viser pumpestationsprojekter i oplandet til Lille Vejleå, og hvilket prioriteringsopland de skal etableres i.

MUID	Start kote m	Stop kote M	Pumpe kapacitet T10 l/s	Pumpe kapacitet T5 l/s	Prio opland	Kommentar
GEMINA VEJp2	1.52	1.12	270	270	Kildebroen de Industri	Udvidelse af pumpekapacitet i eksisterende pumpestation
LilleVejleaa_PST	0.5	0.4	1500	1500	Hundige Øst, Lumringsrenden, Hundige Bygade, Waves, Hundige Parcelhuse, Kildebroen de Industri	Fællesprojekt med Ishøj og Høje Tåstrup beskrevet i: "Ydelsesbeskrivelse for projektering af nødpumpestation i Lille Vejleå" med fordelingsnøgle 39% til Klar Forsyning, som fordeles ligeligt ud over de 6 nævnte oplande, som alle har gavn af projektet.
WavesK TPnyP2	2.8	2.38	150	150	Waves	Ny højvandspumpestation til sikring af areal bag Waves

Tabel 3: Pumpestationer til klimatilpasning i oplande til Lille Vejleå

Hundige Øst: Her er det især ledningsudvidelser der fylder i planen, da bassin Vangeledet allerede er udvidet med projektet Strandby Have i 2022 til at modtage en T=10 års regnhændelse med klimafaktor. Der etableres større hovedledninger fra Krogårdsvej og Tejstgården ned mod bassin Vangeledet, hvor der laves endnu et indløb som føres under Hundige Centervej. Efter projektet i 2022 afskar den anden afsløbsmulighed til Lumringsrenden, afvander oplandet nu udelukkende gennem en Ø1000 ned mod Strandparken og videre til Hundige havn i en kanal. Oplandet modtager også vand fra Waves, men dette tilløb under S-banen ændres der ikke på i planen.

Lumringsrenden: Efter at projektet i 2022 afskar Hundige Øst, er der nu god plads i Lumringsrenden, og det er ikke nødvendigt at klimatilpasse det resterende opland særligt meget. Der laves en ny forbindelse ud i Lumringsrenden fra erhvervsgrunden Vangeledet 71 og Ved jægerdiget, som afskæres fra den nuværende forbindelse ned til Lumringsbrovej. Til gængæld skal ledningen i Lumringsbrovej ikke udvides. Der etableres et renselumen på ca. 1900 m³ inden Lumringsrenden løber ud i Lille Vejleå (eller alternativ rensemetode), men pga. Lille Vejleå projektet bliver der ikke stillet krav om hydraulisk forsinkelse.

Waves: Afvandes til opland Hundige Øst i en Ø600 underføring under S-tog stationen, hvilket vil være meget vanskelig at ændre på. Derfor tager klimatilpasningen udgangspunkt i lokal forsinkelse i to nye bassiner i oplandet Waves. Et jordbassin i rabatten langs Anders Ploughs Alle og et bassin på Waves parkingsplads med et areal på ca. 1200m². Det kommer til at begrænse antallet af P-pladser til Waves, og derfor kræver det et stort dialogarbejde med kommunen og ejere af Waves. Hvis projektet skal lykkes skal det nok være et multifunktionelt bassin, derfor er den prissat som beton, men det afhænger selvfølgelig af dialogen med interessenterne. Der skal også laves en del ledningsudvidelser, bl.a. ned mod eksisterende bassin Søjlegården, samt en pumpestation på 150l/s for at holde læssearealet bag Bilka tørt, se Tabel 3.

Hundige Bygade: Her skal der laves 4 mindre opstuvningsbassiner, som til gengæld minimerer længden af ledningsarbejdet. To kassettebassiner Valhal1 og HundigeBygade og to jordbassiner Valhal4 og Nord_Søjlegaarden. Der etableres også to renssevolumener på to nuværende udløb til Lille Vejleå (eller alternativ rensemetode) fra A80 og A79, hvor der i dag ikke er rensning. For udløbet U89 etableres der 2000m³ forsinkelsesvolumen (og derudover renssevolumen) inden udløb til Lille Vejleå. For de oplande der ligger opstrøms Ishøj Sø, er det både forsinkelse og rensning, mens der kun kræves rensning nedstrøms Ishøj Sø.

Hundige Parcelhuse: Der etableres tre mindre bassiner, samt en del nye ledningstrækninger i områdets stisystemer, hvor der i dag ikke er regnvandsledninger, for at lede vandet hurtigere mod nord til bassin 43 ved Lille Vejleå. Gyvelkæden og Storebjerg kan etableres som åbne jordbassiner, mens Tjørnelyparken bedst kan være på det tilgængelige areal som kassetter. Det eksisterende bassin 43 udvides med 8150m³ (og derudover et større renssevolumen) inden udløbet til Lille Vejleå.

Kildebrønde industri: Her er klimatilpasningen temmelig omfattende, da der skal etableres to større jordbassiner samt en del nye ledningstrækninger i området, for at lede vandet hurtigere mod nord til bassin 44 ved Lille Vejleå. Pumpestationen som i dag tømmer bassin Geminavej skal udvides med 270l/s, og det er spørgsmålet om man bare kan udskifte en pumpe, eller om det kræver ombygning af pumpestationen. Der staves baglæns fra Nimbusvej til det nye jordbassin på Vejleåvej langs ringsstedbanen. Et større hoveddræn fra de vestlige marker ledes igennem dette nye Vejleåvej-bassin, og afskæres sin nuværende forbindelse gennem bassinet på Geminavej, som er overbelastet og hvorfra alt vand løftes op af en pumpe. Det er ikke hensigtsmæssigt at have et markdræn på en pumpestation, så derfor laves det om, når man alligevel skal lave Vejleåvej-bassin. I bassin Lunikvej holdes vand tilbage med en drosling. Der drosles også på Nimbusvej og nedstrøms bassinet på Agenavej. Det eksisterende bassin 44 udvides med ca. 20.500 m³ fra et eksisterende volumen på ca. 2500 m³ (og derudover et større renssevolumen) inden udløbet til Lille Vejleå. Derudover skal der også laves ca. 2600 m³ forsinkelse inden Lille Vejleå for det private naboopland, som kan lægges sammen med bassin 44. Det bliver altså meget dyrt at leve op til de nye udledningskrav til Lille Vejleå, og vanskeligt at presse voluminet ind på det tilgængelige areal.

4.4 Planer for oplande til Olsbækssystemet

I afsnittet beskrives planerne opland for opland i prosa samt i opsummerende tabeller, fx Tabel 4 som viser omfanget af klimatilpasning for serviceniveauet T=5 år og T=10 år, for de oplande der løber til Olsbækssystemet. Det er hensigten at man skal se på oplandsplanerne, som findes i det vedhæftede kortbilag, mens man læser afsnittet. Planlægningen af miljøbassiner for Olsbæk systemet er ikke nået så langt, der mangler en robusthedsanalyse, så de fremtidigt udledningskrav kendes ikke. Derfor er der ikke beregnet størrelser af miljøbassiner, men blot antaget samme størrelse udløb som i dag. Det ændrer dog ikke på klimatilpasningsløsningerne i oplandene, hvis der stilles skærpede krav, for der er masser af plads langs vandløbet til bassiner.

Oplande	Bassiner T=10år [m ³]	Længde af ledningsanlæg T=10år [m]	Bassiner T=5år [m ³]	Længde af ledningsanlæg T=5år [m]
Gersagerparken	6517	1009	5800	559
Greve Landsby	250	458	223	178
Grevevej	1210	1085	1077	960

Haslehegnet		1113		619
Haandvaerkerbyen		1527		1155
Kildebroende LandevejNord	600	577	534	530
Kildebroende LandevejSyd	350	437	312	345
Kildebroende Landsby		141		141
Olsbaek_nord	10805	7662	9616	5127
Olsbaek_syd		673		525
Olsbaeksoen	1782	1267	1586	976
Ventrupparken		2374		2341
Tværhøjgaard1				
Tværhøjgaard2				
Kildebrønde Vest				
Kildebrønde Vest2				
Stadion				
Total	20131	18321	17917	13456

Tabel 4: Oversigt over klimapasning i oplande til Olsbækssystemet dels for serviceniveau T=10år og for T=5 år. Det nødvendige bassinvolumen mindskes 11% svarende til nedskaleringen, mens længden af nye ledningsanlæg reduceres yderligere.

Tabel 5 viser pumpestationsprojekter i Olsbækkens opland, og at det kun er aktuelt i bebyggelsen ”Ved Rævebakken”.

MUID	Start kote m	Stop kote m	Pumpe kapacitet T10 l/s	Pumpe kapacitet T5 l/s	Prio opland	Kommentar
VedRævebakkenP1_nedlægges	2	1.6	0	0	Haandvaerkerbyen	Pumpestation nedlægges
VedRævebakkenP2_nedlægges	2	1.6	0	0	Haandvaerkerbyen	Pumpestation nedlægges

Tabel 5: Pumpestationer til klimatilpasning i oplandet Håndværkerbyen

Grevevej: Er et specielt opland af landejendomme og marker langs en regnvandsledning i Grevevej. Det er et af de steder hvor det måske ikke giver så meget mening af klimatilpasse, for når der sker opstuvning til terræn løber regnvand ud over markerne mod syd, og det er nok langt fra alle ejendomme som rent faktisk er tilsluttet regnvandsledningen som i modellen. Alligevel foreslås der følgende løsninger: udvid hovedledningen opstrøms ned mod et bassin GrevevejA midtvejs, hvor der findes et eksisterende hul i terrænet. På den nederste del af Grevevej skal der lægges en supplerende ledning og et nyt jordbassin GrevevejB ca. 580 m³ inden udløb i Hederenden i en Ø200. Bebyggelsen

Hedestien foreslås afskåret fra Hederenden og kobles på eksisterende bassin Vesterbjerg, hvor der er plads, for at få lidt forsinkelse på inden Hederenden og Greve Landsby.

Greve Landsby: Er i store træk allerede klimatilpasset til T=10 år med vandløbsprojektet i 2010-2013. Dog er der identificeret overløbskant (kote 15.72m) i Vestergårdsbassinet, som blev projekteret og indregnet i modellen, men aldrig er blevet etableret i virkeligheden. Ellers er det eneste som resterer i Greve Landsby, at udvide de nederste stræk af sideledninger lige opstrøms hovedledningens (Grevebækken) forløb gennem landsbyen. Det antages at være fysisk umuligt at drosle eller rense på disse sideledninger til Grevebækken gennem landsbyen, men spørgsmålet er, om der kan stilles krav om det alligevel. Nedstrøms Greve Landsby går oplandet A49 (Greve Møllevej) på Grevebækken, og klimatilpasses med ledningsudvidelser og et nyt bassin_A49 på ca. 220 m³ inden udløb i Grevebækken (udløb Ø400 er bevaret som i dag, men kan begrænses hvilket øger det nødvendige bassinvolumen).

Kildebrønde Landevej Nord: Oplandet løber mod nord til Kildebrøndebækken. Der klimatilpasses med ledningsudvidelser og et nyt bassin ved Kildebrønde Landevej N på ca. 500 m³ ved Strøhusvej inden udløb i Kildebrøndebækken (udløb via en Ø300 som i dag).

Kildebrønde Landevej Syd: Oplandet løber mod syd til Olsbækken. Der klimatilpasses med ledningsudvidelser og et nyt bassin ved Kildebrønde Landevej S på ca. 300 m³ inden udløb i Olsbækken (udløb Ø300 som i dag)

Kildebrønde Landsby: Oplandet afvander til Kildebrøndebækken. Regnvandsledningerne i landsbyen ligger som sideledninger på en hovedledning, men hovedledningen er bare et vandløb nemlig Kildebrøndebækken. Derfor vurderes det, som fysisk umuligt at drosle eller rense på disse sideledninger gennem landsbyen. Der skal kun ske meget lidt klimatilpasning: et par nye Ø200 ledninger ud til "hovedledningen" og en Ø300 ned til eksisterende bassin Fresiahaven. Det er hurtigt løst, hvis man kan få lov til at udvide sideledningerne ned mod "hovedledningen". Det vil være en konkret vurdering, hvordan klimatilpasningen skal gennemføres, for at kravene til udledningerne til vandløbet sikres i fremtiden.

Ventrupparken: Med fire store vådbassiner, et for hver regnvandsudløb til Grevebækken, er der bassiner nok i industriområdet Ventrupparken. Derfor handler klimatilpasningen her primært om at udvide ledningerne ned til disse bassiner og ombygge tilløbene, så der ikke er nogen hydraulisk begrænsninger, så alt vand strømmer igennem bassinerne og bliver rensat (hverdagsregnen løber uden om i dag).

Haslehegnet: Der skal laves et par nye ledningsstræk, hvor vand ledes en anden vej uden om lavninger, en drosling ved Blågårdsvej og en afskæring ved Dønnergårds Allé. Med disse små tiltag kan man undgå at udvide mange strækninger eksisterende ledning.

Håndværkerbyen: Dette opland inkluderer Hedelyskolen, Ved Rævebækken og selve Håndværkerbyen og klimatilpasses primært ved at anlægge nye hovedledninger ned mod de eksisterende bassiner ved Olsbækken. Ved Hedelyskolen viser modellen ikke oversvømmelser i status, selvom der her er oplevede oversvømmelser fx af den kommunale tandpleje ved langvarige regn. Her er modellen, som mangler internt ledningssystem på skolen, nok ikke særlig retvisende. Måske er der et urealistisk højt afløbstal gennem Ø110 fra bassinet til Olsbækken, som slet ikke opnås i virkeligheden.

Klimatilpasningen af Hedelyskolen består i at få udvidet dette afløb til Ø200, og søgt en ny udledningstilladelse til Olsbækken, og så skulle det eksisterende miljøbassin (vulkanen) faktisk være stort nok. I bebyggelsen Ved Rævebakken skal de to nuværende pumpestationer nedlægges, da det bliver overflødigt at løfte regnvandet, når der lægges en ny ekstra ledning i stisystemet med jævnt fald ned mod bassinet. Det giver simpelthen bedst mening at gentænke dette system, da der også har været en del driftsmæssige udfordringer. I selve Håndværkerbyen forudsiger modellen flest oversvømmelser, og her er løsningen en ny hovedledning ned mod Olsbækken, samt at afskære en del af Greveager (Dyreklinkken) over til et nyt bassin "Greveager" ved borgerhuset. Dermed overskrides en oplandsgrænse, og en enkelt ejendom ledes over i Greve Midt.

Olsbæksøen: Oplandet klimatilpasses ved at lukke forbindelsen til Lillevangsvej og øge kapaciteten i systemet ned mod Olsbæksøen, men uden at udvide udløbene hertil. Der etableres et aflangt grøftebassin Olsbæklund, som leder og forsinker og renses, og et eksisterende hul ved Olsbækmark udnyttes til forsinkelse og rensning, hvis der kan gives tilladelse hertil i kommunens miljøafdeling. Der skal etableres regnvandstilløb og afløb fra dette hul, så det er et bassin. For Olsbæklund kræver det forhandling med grundejerforeningen.

Stadion: Det har ikke været muligt at opnå oplysninger om det interne ledningssystem ved stadion, hvorfor det også har været umuligt at simulere nogen oversvømmelser i området. I modellen er overfladerne koblet direkte på bassinet ved Olsbækken. Oplandet inddrages derfor ikke i klimatilpasningen på samme måde som de øvrige oplande.

Olsbæk_nord: Er et relativt stort højtliggende opland som ligger mellem Lillevangsvej og Godsvej, hvor skadevoldende oversvømmelser er koncentreret i området omkring Krogårdsskolen. Planen er derfor fokuseret på droslinger og lokal forsinkelse i syv nye bassiner i alt ca. 9600 m³, for at lede et mindre flow forbi Krogårdsskolen til Olsbækken. Der ændres ikke på kapaciteten i de seks udløb til Olsbækken fra oplandet. Tre af bassinerne Hundige Centervej, Køsen og Krogager etableres som kassetter under jorden. For de fire andre bassiner Lundager, Højager, Skelmosevej og Skoleager er der plads nok på grønne fællesarealer til, at man vil kunne lave åbne jordbassiner, men det kræver forhandling med grundejerforeninger. For Lillevangsparken laves der en ekstra bypass ledning Ø400 ud til hovedledning. I Godsparken læges en ekstra regnvandsledning Ø400 ned mod det eksisterende bassin. Da området er meget lavtliggende skal der ekstra vandføringskapacitet til. Forbindelsen til opland Gersagerparken drosles til Ø200, mens forbindelsen til opland Olsbæksøen skæres helt væk.

Olsbæk_syd: I dette opland er der ikke planlagt det helt store. Ca. 350m ny ledning i Hundige Strandvej, som kobles på den eksisterende havledning i Randtoftevej, samt en enkelt drosling og et lidt større udløb til Olsbækken fra adressen Ved Skellet, så er oplandet klimatilpasset.

Gersagerparken: Klimatilpasningen i dette opland består i at lave to multifunktionelle bassiner ved selve Gersagerparken, og et grøftebassin langs Krogårdsvej i alt ca. 5800m³. Herudover drosles afløbet mod Krogårdsskolen fra Ø600 til Ø200, så på den måde tages der også lidt hensyn til klimatilpasningen af opland Olsbæk_nord ved at lave bassiner ved Gersagerparken, men det var det muliges kunst, da de meget store sammenhængende oplande skulle skilles et sted.

Tværhøjgaard1: Er dimensioneret for T=10år med klimafaktor og anlagt 2010-2020. Derfor er der ikke foreslået nogen løsninger i oplandet, og de beregnede oversvømmelser sker først fra en T=50års hændelse og løber ind i Tværhøjgaard2 uden at forvolde skader i Tværhøjgaard1.

Tværhøjgaard2: Er dimensioneret for T=10år med klimafaktor og anlægges som privat regnvandslaug med egen udledningstilladelse 2021-2023. Derfor er der ikke foreslået nogen løsninger i oplandet.

Kildebrønde Vest: Er dimensioneret for T=10år med klimafaktor og anlagt 2020-2021. Det interne lednings- og kanalsystem i Kildebrønde Vest, indgår ikke i modellen, fordi det er så nyt, at det ikke er med i DANDAS. Derfor har det været umuligt at simulere nogen oversvømmelser i området, men oplandet er medtaget som en randbetingelse for oplandene nedstrøms. Oplandet er ikke dimensioneret som de øvrige oplande.

Kildebrønde Vest2: Der er ikke taget stilling til vilkår for dimensionering, serviceniveau og udledningstilladelse for dette fremtidige regnvandsopland.

4.5 Planer for oplande til Streget og Rørmoseløbet

I afsnittet beskrives planerne opland for opland i prosa samt i opsummerende tabeller, se Tabel 6, som viser omfanget af klimatilpasning for serviceniveauet T=5 år og T=10 år for de oplande der udleder til Streget (regnvandskanal) og Rørmoseløbet (vandløb). Det er hensigten at man skal se på oplandsplanerne, som findes i det vedhæftede kortbilag, mens man læser afsnittet.

Oplande	Bassiner T=10år [m3]	Længde af ledningsanlæg T=10år [m]	Bassiner T=5år [m3]	Længde af ledningsanlæg T=5år [m]
Birkedalen	6095	14997	5115	8442
Greve Main	4375	1953	3894	1953
Greve Midt	4812	10696	4282	6567
Langagergaard	1047	700	932	536
Metalgangen		1114		1114
Mosedede	6360	11873	5660	9239
Total	22689	41334	19883	27851

Tabel 6: Oversigt over klimapasning i oplande til Streget og Rørmoseløbet dels for serviceniveau T=10år og for T=5 år. Det nødvendige bassinvolumen mindskes 11% svarende til nedskaleringen, mens længden af nye ledningsanlæg reduceres yderligere.

Tabel 7 viser bassiner som skal laves af hensyn til miljøkrav i Rørmoseløbet, som er pillet ud af opgørelsen af klimatilpasningens samlede omkostninger.

Oplande	Bassiner T=5år [m3]	Sum af pris T5år mio kr.
Metalgangen	6439	8.37

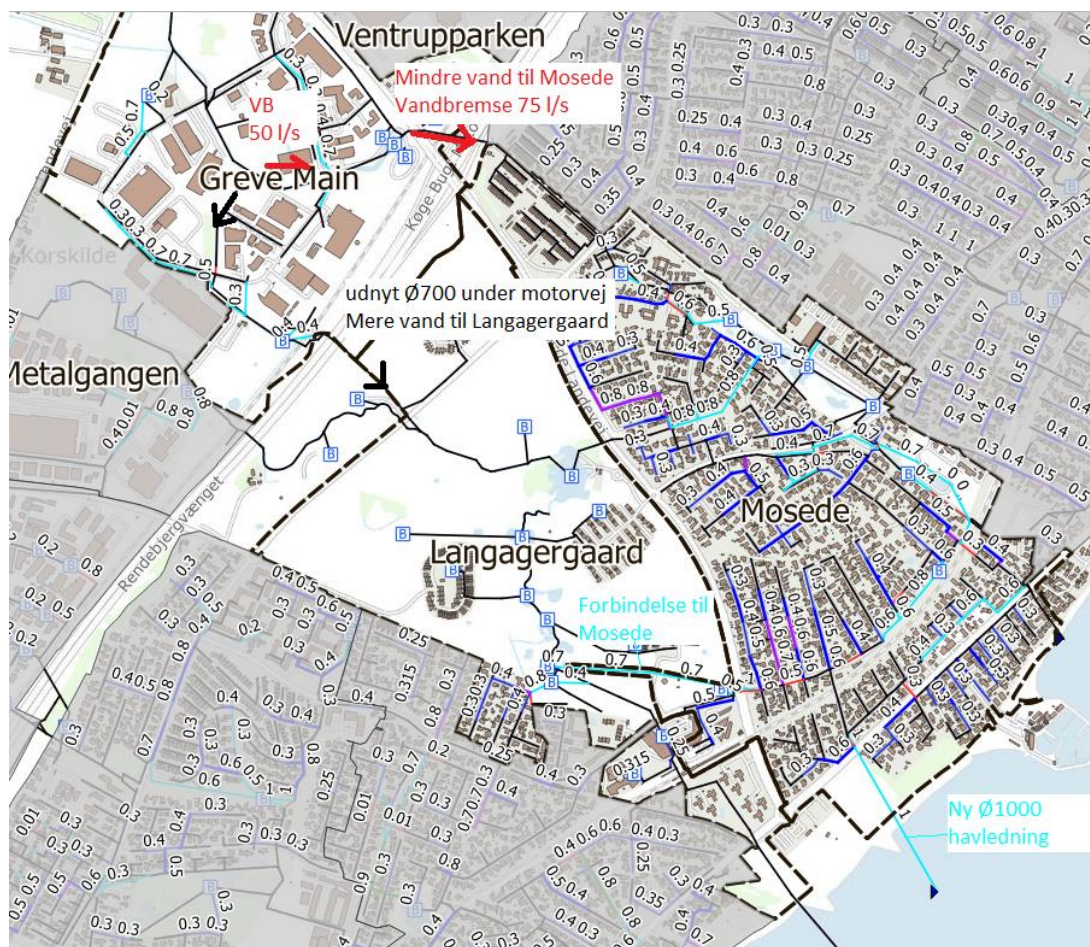
Tabel 7: Miljøbassiner med overløb til vandløb for T=5år i oplandet til Rørmoseløbet

Greve Midt: I dette opland er der allerede lavet en del klimatilpasning til T=10år herunder bassiner ved Rådhuset, hovedledning langs Greve Centervej og pumpestationen på Greve Centervej med havledning. Der udestår dog en del klimatilpasning især af området nord for Greve Centervej, hvor der etableres tre regnvandsbassiner: Greveager, Søagerparken og Greve Centervej på i alt 4300 m³. Det er også nødvendigt at etablere en del nye ledninger og for at lede vand ned til disse bassiner samt droslinger og afskæringer for at lede vandet uden om punkter hvor kapaciteten er overskredet.

Birkedalen: I dette opland er klimatilpasning af hovedsystemet næsten færdig, idet der kun mangler en udvidelse af bassinet Lundemosen med ca. 6000m³. Der er anlagt to bassiner ved enebærhegnet og to bassiner ved Muldåsen, Stregets brinker er hævet og der er skabt en større forbindelse til bassin Damager Vænge. Der udestår et stort arbejde med at udvide sideledningerne i oplandet, for at kunne lede vandet hurtigt nok ned til de nyanlagte bassiner, hvilket løber op i 15km ledningsstræk for T=10år og 8.5km udvidelser for T=5år.

Greve Main, Mosede og Langagergård: I planen fremgår det at det ikke er nødvendigt at lave noget klimatilpasning i den nordlige del af Mosede. Det skyldes at planen er at begrænse vandføringen fra Greve Main under motorvejen til 75l/s (fra nuværende 400l/s), for at aflaste Mosede så man ikke skal lave så store anlægsarbejder i denne tættere bebyggelse. Vandet kan til dels håndteres i kanalerne i Greve Main, og til dels ledes videre med større udløb til Langagergård i den eksisterende Ø700 motorvejsunderføring, som ikke bliver fuldt udnyttet i dag. I Greve Main kan man evt. lave en vandløbsag og formelt set lede kanalerne i Greve Main "Vardegårdsløbet" til Rørmoseløbet i Langagergård. Se sammenhængen mellem oplandene i Figur 3 samt kortbilag. Der er hydraulisk sammenhæng mellem disse tre oplande både i plan og i status, hvorfor økonomien for tilpasningen af hovedsystemet bør sammentænkes. Fra Langagergårdssøerne, som nu modtager en større vandmængde fra Greve Main, skal der skabes et øget afløb til havet. Dette er muligt hvis man laver en ny forbindelse tværs gennem Langagergård som forbindelse til regnvandsystemet i Mosede(A2), hvorfra der så kan laves en ny havledning. Forbindelsen, som gennemskærer det grønne område Langagergård på tværs, kan laves som en Ø700 ledning eller som en grøft, hvis det kan accepteres under rammerne for lokalplanen. På den måde kan man skabe et større havudløb for alle tre oplande, uden at skulle udvide eksisterende underføringer under motorvej eller S-banen. Udgiften til forbindelsesledningen er lagt ind under Mosede, da det er her gevinsten i mindre bygningskader findes. Forbindelsesledningen har to funktioner, under højintens regn staves vand tilbage fra Mosede til Langagergårdssøen, og under vandløbshændelse (koblede regn) tømmes Langagergårdssøen hurtigere end i dag. Hvor stort et afløb der er brug for under en koblet regn, udestår det at teste med en regnerieberegning (LTS). Indtil videre er det blot testet, at der kan stuve nok vand tilbage fra Mosede i en Ø700 under højintens regn.

Udledningspunktet for den foreslåede havledning er ikke fastlagt og skal vurderes nærmere i forhold til Mosede Fort og et nyt stenrev, som er under planlægning.



Figur 3: Planer for klimatilpasning af Mosede, Greve Main og Langagergaard hænger sammen. Disse oplande er hydraulisk sammenhængende både i status og plan, derfor bør økonomien og udførelsen af anlæggene også koordineres.

Herunder beskrives løsninger, som kun har indflydelse lokalt i de tre oplande:

Greve Main (lokalt): Planen består i et tre nye ledningsstræk, et bassin på ca. 4400m³, samt den før omtalte vandbremse på 75l/s af hensyn til mosede og en anden vandbremse på 50l/s i kanalen som fremgår af kortbilletaget. Der skal ikke laves nogen udvidelser af eksisterende ledninger.

Mosede(lokalt): Hvis man ser bort fra den nordlige del af oplandet, er løsningerne ret omfattende. Der er lange stræk med udvidelser af det eksisterende system, en del nye hovedledninger herunder en havledning, samt etablering af to kassette bassiner samt det rekreative jordbassin Løvmosen som er en del af projektet med ombygning af Mosede Renseanlæg, i alt ca. 6000m³.

Langagergård(lokalt): Langagergård Søerne og boligøerne er dimensioneret for T=10 år med klimafaktor og anlagt fra 2010 og den sidste er ikke færdig endnu, så dette er klimatilpasset. Klimatilpasningen består i at koble et nyt område fra Karlslunde (Adolf Andersensvej) på udløbsledningen fra Langagergård, og etablere et bassin på ca. 900m³ til forsinkelse herfor. Det var det muliges kunst, passede med terrænet, og med denne afkobling opnås en meget gavnlig aflastning i oplandet Karlslunde Strand.

Metalgangen: I dette industriområde skal laves tre nye hovedledningsstræk ned til eksisterende bassiner ved Rørmoseløbet, og en afskæring. De to bassiner skal udvides med i alt ca. 6400m³ som vist i Tabel 7 for at opnå den krævede reduktion i udledning til Rørmoseløbet.

4.6 Planer for oplande til Møllebæksystemet

I afsnittet beskrives planerne opland for opland i prosa samt i opsummerende tabeller, fx Tabel 8, som viser omfanget af klimatilpasning for serviceniveauet T=5 år og T=10 år for oplande i Karlslunde, der løber til Møllebæksystemet. Karlslunde Strand løber dog direkte til Køge Bugt og Karlslunde Industri får med projektet i 2023-24 udløb i Karlslup Mose, hvorfor der vil være lidt forskellige miljøkrav i oplandene. Det er hensigten at man skal se på oplandsplanerne, som findes i det vedhæftede kortbilag, mens man læser afsnittet.

Oplande	Bassiner T=10år [m3]	Længde af ledningsanlæg T=10år [m]	Bassiner T=5år [m3]	Længde af ledningsanlæg T=5år [m]
Karlslunde Industri	3880	1709	3453	885
Karlslunde Landsby	315	2800	280	1904
Karlslunde Strand		6785		4765
Karlslunde Syd	4906	8066	4366	5233
Soehoej		875		586
Total	9101	20235	8099	13373

Tabel 8: Oversigt over klimapasning i oplande i Karlslunde dels for serviceniveau T=10år og for T=5 år. Det nødvendige bassinvolumen mindskes 11% svarende til nedskaleringen, mens længden af nye ledningsanlæg reduceres yderligere.

Tabel 9 viser bassiner som skal etableres af hensyn til miljøkrav i Karlslundebækken, som er pillet ud af opgørelsen af klimatilpasningens samlede omkostninger.

Oplande	Bassiner T=5år [m3]	Sum af pris T5år mio kr.
Karlslunde Landsby	5956	7.74

Tabel 9: Miljøbassiner med overløb til vandløb for T=5år i oplandet til Karlslundebækken

MUID	Start kote m	Stop kote m	Pumpe kapacitet T10 l/s	Pumpe kapacitet T5 l/s	Prio opland	Kommentar
Vestresk ovlyvej	1	0.4	1200	1125	Karlslunde Strand	Pumpestation med 650m trykledning til Køge Bugt, hvilket minder om dimensionerne i projektet Greve Centervej som kostede ca. 10mio. kr. i 2014.

Tabel 10: Pumpestation til klimatilpasning i oplandet Karlslunde Strand

Karlslunde Landsby: I landsbyen er oversvømmelserne koncentreret syd for gadekæret på Møllevej og Brøndstræde. Udfordringen er at der er større tilløb til området end afløb, og at der ikke rigtigt er noget nyt bassinvolumen at finde lokalt ud over øget opstuvning ved Gadekæret, og det er slet ikke

tilstrækkeligt. Der skal også laves et mindre kasettevolumen ved Tofteholmvej, som kun har lokal effekt og ikke løser det beskrevne problem. Derfor er den eneste fysisk/økonomisk mulige løsning at lave en ny hovedledning 420m fra Gadekæret til et åbent markareal syd for byen, hvor vand kan forsinkes svarende til udledningskrav til Karlslundebækken. Rent juridisk er det et problem at den rørlagte Hulbækken/Karlslundebæk fungerer som hovedledning for regnvand gennem landsbyen. Der er dog ikke nogen fysiske kapacitetsproblemer for vandløbshændelser i selve landsbyen, og med en ny hovedledning er udfordringen med højintensregn (klimatilpasning) også løst. På arealet syd for byen skal der etableres en udvidelse af eksisterende bassin 54, for at forsinke byafstrømningen svarende til den krævede reduktion i udledning. For 2l/s/ha og overløb for T=5år er der udregnet et volumen på ca. 5240m³, som vist i Tabel 7. Der skal tænkes lidt kreativt i forhold til at lave en begrænsning (vandbremse) ud af bassinet, som både tager hensyn til vandløbshændelser og højintensregn. Som beskrevet i afsnit 11.8, ligger en vandbremse på 333l/s til grund for modelberegningerne. Drænvand fra mejerivej ledes uden om bassinet, og det kræver godkendelse fra kommunen hvis der skal drosles på vandløbsvandføringen. Det må forventes at være en rimelig anlægsteknisk og dialog-krævende proces at få hovedledningen igennem landsbyen. Det kommer især til at involvere forhandlinger med menighedsrådet, da ledningen kun kan lægges igennem præstegårdshaven og på grænsen af den eksisterende kirkegård.

Søhøj: Ligger som navnet antyder højt, og har meget få skadesvoldene oversvømmelser. Det eneste større tiltag er en ny Ø400 ledning og en udvidelse af udløbet til Karlslundebækken, hvor der afhængig af krav skal etableres et forsinkelses og rensevolumen (ikke dimensioneret og prissat). Det vil dog kræve en forskydning af vandløbet at få plads til dette.

Karlslunde Industri: Der er som udgangspunkt for planerne antaget, at der allerede er etableret en Ø1000 afskærende ledning fra Karlslunde Industri til Karlslup Mose samt bassin inden udledning i mosen. Disse to tiltag indgår i et tidligere projekt. Her beskrives således kun de klimatilpasningstiltag som skal ske lokalt i Karlslunde Industri. Sweco har beregnet og skitseret en løsning med en masse små lokale volumener i rabatter og fortov, i alt ca. 3450m³ for løsningen til T=5år. Der skal laves forbindelsesledninger og indløb fra eksisterende system til disse volumener.

Karlslunde Syd: Er i stor udstrækning allerede klimatilpasset til T=10år, med projektet i Kongens Enge/Engparken som leder vand ud i Karlslunde Mose og afskærer oplandet fra Karlslunde Strand. Herudover er det også antaget at afskæring af tilløbsvand fra Karlslunde industri og hævnning af grunde i Brødmosen er udført. De eneste resterende tiltag i oplandet er at øge tilløbet til Brødmosen fra Benedikte Allé (det er ikke nødvendigt at ændre på udløbsbygværket i selve mosen) og at etablere bassiner ved Hirstestien og på Højmarksvej.

Karlslunde Strand: I dette opland ses der en meget gavnlig effekt af at have afskåret Karlslunde Syd til Karlslup Mose og Adolf Andersensvej til Langagergård. Derved skal der ikke udvides lige så mange ledninger, som der ellers skulle i dette temmelig flade og lavtliggende område. Der skal dog etableres en lang ny hovedledning langs vejen Kongens Enge, for at skabe større tilløb til bassinet Søen, og en ny hovedledning på Karlslunde Strandvej for at øge tilløbet til udløbskanalen på Oldermundsvej.

Det vigtigste element i klimatilpasningen af Karlslunde Strand er en stor pumpestation med havledning langs Vestre Skovlyvej, se Tabel 10. Det bliver dyrt og vanskeligt at komme igennem, men det er dog vurderet som billigere og mere ladsiggørligt end alternativet: en kapacitetsudvidelse af den

eksisterende hovedledning (dobbel $\varnothing 1100$) som går gennem Karlslunde Strand til udløbskanalen ved Oldermansvej, hvor eksisterende pumpstation så også ville skulle udvides.

4.7 Planer for oplande i Tune

Planerne behandles og beskrives, når der er truffet et valg om hvilket afløbssystem, der i fremtiden skal være i Tune.

4.8 Konklusioner på oplandsplaner

Af tabellerne i afsnit 4.3 til 4.7 ses det tydeligt, at nedskaleringen fra T=10 år til T=5 år, udover selvfølgelig at påvirke dimensionerne, har en stor effekt på længden af ledning som skal anlægges. Det skyldes at der er mange ledningsstræk i sideledninger med dimensioner $\varnothing 200$ - $\varnothing 400$, som er nødvendige at udvide for at undgå vand på terræn for T=10 år, men hvor det ikke vil være nødvendigt at grave vejen op, hvis serviceniveauet for opstuvning til terræn var T=5 år.

Det er specielt denne post, ikke at skulle anlægge visse stykker ledninger ved en 5 års hændelse, som må være årsag til den store økonomiske besparelse ved T=5 år i forhold til T=10 år. Det at gå en dimension ned på ledninger eller at skulle grave 11% mindre bassiner, vurderes at have mindre effekt.

Det er dog meget forskelligt fra område til område, hvor stor reduktionen i anlagt ledningslængde ved nedskaleringen er, se følgende tabel:

	Længdefaktor T5/T10	Reduktion i ledningslængde T5/T10 [%]
Oplande til Lille Vejleå	0.88	12
Oplande til Olsbækssystemet	0.73	27
Oplande til Streget og Rørmøseløbet	0.67	33
Oplande til Møllebækssystemet (Karlslunde)	0.66	34

Tabel 11: Reduktion fra T=10 år til T=5 år i nødvendig ledningslængde til klimatilpasning

Der er specielt stor reduktion af ledningslængde i Stregets opland 33% (og endnu større % lokalt i Birkedalen) og Karlslunde 34%, hvilket skyldes at der i planen, her er relativt mange ledningsstræk, som er nødvendige at opdimensionere for T=10 år. Det er de områder i kommunen med mindst ledningsfald, og hvor klimatilpasningen til T=10 år har været i gang i mange år.

Generelt er klimatilpasningen af afløbssystemerne i Greve godt i gang, i oplande fordelt ud over hele kommunens geografi. Klimatilpasningen blev påbegyndt i 2003 og har været i gang siden. Der er opnået meget skadesreduktion for pengene ved at udvide hovedsystemerne med nye åbne regnvandsbassiner og højvandspumpestationer på havudløbene.

Dette afsnit og kortbilag har vist, at der dog resterer en del klimatilpasningstiltag endnu:

- Der er lange ledningsstræk, især i de lavtliggende strandområder Greve Midt, Mosede, Birkedalen og Karlslunde Strand og i erhvervsområderne, som skal opgraderes. Det er til dels nye forbindelsesledninger og udvidelser af eksisterende. Hvis man summerer længderne for hele Greve (uden Tune) giver det ca. 99 km ledningsstræk som skal anlægges for T= 10 år og

72 km for T=5år. Når serviceniveau i nogle oplande bliver T=10 år og nogle T=5 år i de fleste andre, bliver ledningslængden altså tættere på 72 km end på 99 km.

- Der er stadig ca. 60 regnvandsbassiner, som mangler at blive etableret. De er jævnt fordelt rundt i næsten alle opland. Hvis man lægger voluminerne sammen for hele Greve (uden Tune) giver det ca. 63.000 m³ for T=10 år og 56.000 m³ for T=5år. Når serviceniveau i nogle oplande bliver T=10 år og T=5 år i de fleste andre, bliver summen af bassinvolumen altså tættere på 56.000m³ km end på 63.000 m³.
- I oplandet Mosede er der ikke påbegyndt anlægsarbejder endnu, mens der er delvist klimatilpasset i alle de andre lavtliggende strandoplande. Bl.a. derfor lader det til at være meget gavnligt at etablere et bassinprojektet på Mosede renseanlæg i nær fremtid, og opprioritere flere af de beskrevne tiltag i oplandet. Det passer også meget godt med den hidtidige strategi, hvor man starter med at udvide hovedsystemerne før udvidelser af sideledninger.

Når alle disse projekter er udført i fremtiden, er afløbssystemerne i Greve Kommune klimatilpasset på den mest samfundsøkonomisk hensigtsmæssige måde. Det konkrete serviceniveau i hvert opland afhænger af hvad serviceniveauanalysen viser.

Hovedprincippet i klimatilpasningen af afløbssystemerne i Greve Kommune er at udvide hovedsystemerne opland for opland og først klimatilpasse sideledningerne i forbindelse med at de alligevel skal renoveres.

5 Valg af serviceniveau for klimatilpasning af afløbssystemet i Greve

I BILAG 2 "Metodebeskrivelse – samfundsøkonomisk beregning" er metoden for beregning af nettogevinst samt forudsætninger og ramme beskrevet.

Spildevandskomiteens Skrift 27 Funktionspraksis for afløbssystemer anbefaler et minimumsserviceniveau for afløbssystemer svarende til maksimal opstuvning til terræn hvert 5. år i separate systemer og hvert 10. år i fællessystemer. Lov om spildevandsforsyningers finansiering af klimatilpasning beskriver dokumentationskravene for hvordan dette serviceniveau kan hæves.

For at øge serviceniveauet f.eks. til en 10 års hændelse skal en hydraulisk-økonomisk analyse vise, at nettogevinsten, dvs. skadesreduktionen fratrukket løsningsomkostningerne, er højere for en 10 års hændelse end for en 5 års hændelse. Derfor er nettogevinsten for alle oplande vist for hhv. 5 og 10 års klimatilpasning af afløbssystemet og præsenteret i afsnit 5.1 til 5.5.

For Tune er det nettogevinsten ved separatkloakering til T=5 år og klimatilpasning af eksisterende fælleskloakken til T=10 år som er vist i tabellen. Her er udgiften til separatkloakering på privat grund ikke medtaget, da udgiften for grundejer er den samme, uanset om der separatkloakeres til T=5 eller 10 år.

Tabel 12: **Nettogeinst for klimatilpasning/separatloakering af afløbssystemet til hhv. en 5 og en 10 års hændelse. I BILAG 4 "Gevinst i forhold til omkostninger ved klimatilpasning af afløbssystemet findes skadesreduktion og løsningsomkostninger.**

Vandløbssystem	Opland	Nr	Nettogeinst ved KTP10 mio. nuti	Nettogeinst ved KTP5 mio. nutidskr.
Lille Vejleå	Hundige Oest	14	-57.8	-50.7
Lille Vejleå	Hundige Bygade	15	-27.2	-15.2
Lille Vejleå	Hundige Parcelhuse	16	-76.3	-52.1
Lille Vejleå	Kildebroende Industri	19	60.1	44.5
Lille Vejleå	Lumringsrenden	45	-21.1	-16.9
Lille Vejleå	Waves	60	-93.7	-79.5
Møllebækken	Karlslunde Landsby	1	-10.6	0.0
Møllebækken	Karlslunde Syd	11	-75.2	-53.1
Møllebækken	Soehoej	33	11.7	14.1
Møllebækken	Karlslunde Industri	44	14.9	36.6
Møllebækken	Karlslunde Strand	56	-79.8	-52.8
Olsbækken	Olsbaek_nord	5	-86.5	-33.9
Olsbækken	Haandvaerkerbyen	6	54.8	60.7
Olsbækken	Ventrupparken	8	-24.2	-23.2
Olsbækken	Greve Landsby	9	-4.9	-1.0
Olsbækken	Grevevej	10	-13.5	-12.5
Olsbækken	Kildebroende Landsby	12	-1.8	-1.8
Olsbækken	Kildebroende LandevejNord	13	-0.1	-0.1
Olsbækken	Kildebroende Vest	17	0.0	0.0
Olsbækken	Kildebroende Vest2	18	0.0	0.0
Olsbækken	Tvaerhoejgaard1	20	0.0	0.0
Olsbækken	Tvaerhoejgaard2	21	0.5	0.0
Olsbækken	Kildebroende LandevejSyd	22	-6.1	-4.3
Olsbækken	Olsbaeksoen	26	-18.0	-15.1
Olsbækken	Haslehegnet	27	-11.2	-5.9
Olsbækken	Stadion	32	0.0	0.0
Olsbækken	Olsbaek_syd	46	-6.7	-4.4
Olsbækken	Gersagerparken	59	-76.4	-64.0
Streget&Roermoseloebet	Greve Midt	3	-97.3	-45.1
Streget&Roermoseloebet	Metalgangen	4	105.0	90.8
Streget&Roermoseloebet	Birkedalen	28	240.0	315.0
Streget&Roermoseloebet	Greve Main	55	57.9	58.2
Streget&Roermoseloebet	Langagergaard	57	32.4	29.3
Streget&Roermoseloebet	Mosedede	58	92.4	119.1
TuneMR	TuneAlmuevej	48	-99.3	-79.7
TuneMR	TuneOest	49	-75.8	-99.9
TuneMR	TuneNordvest	50	-48.6	-38.1
TuneMR	TuneLundevej	51	0.6	0.6
TuneMR	TuneNordoest	52	33.8	4.9
TuneMR	TuneByagerparken	53	8.0	16.3
TuneMR	TuneBy	54	-114.4	-96.6
TuneMR	TuneElkaerparken	61	305.1	269.0

Bemærk, at der ved dimensionering af afløbssystemerne er anvendt en sikkerhedsfaktor på 1.2. Det betyder, at når der gennemføres beregninger af oversvømmelser uden sikkerhedsfaktor, så svarer det til, at der maksimalt sker opstuvning til terræn for en 9 års hændelse (T=5 år med sikkerhed) og en 20 års hændelse (10 år med sikkerhed).

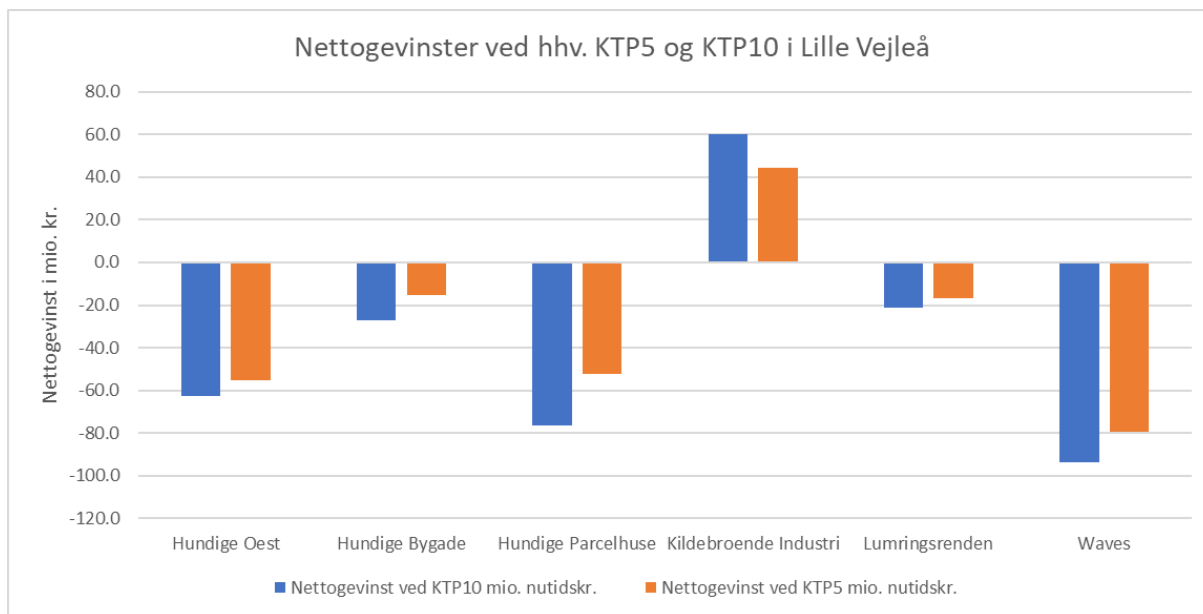
Det betyder også, at skadesreduktionen ved klimatilpasning af afløbssystemet er relativt stor. I tabellen BILAG 3 "Resultat af screeningen" præsenteres gentagelsesperioden (T_0), hvor der ikke kommer skader når afløbssystemet er klimatilpasset.

Det ses af tabellen, at det er langt de fleste oplande, som bør klimatilpasses til en 5 års hændelse frem for en 10 års hændelse. Det ses ved enten at nettogeinsten er negativ, dvs. at skadesreduktionen ved klimatilpasning af afløbssystemet ikke balancerer investeringen, eller ved at nettogeinsten er størst

for en 5 års hændelse. Der er 7 oplande, som har en højere og positiv nettogevinst for en 10 års hændelse. I det følgende gennemgås resultaterne kort vandløbssystem for vandløbssystem, med fokus på de 7 oplande.

5.1 Lille Vejle Å

Nettogevinsten er størst ved klimatilpasning af afløbssystemerne ved en 5 års hændelse i alle oplande, bortset fra i oplandet Kildebrønde Industri hvor gevinsten er størst for T=10 år, se Figur 4.



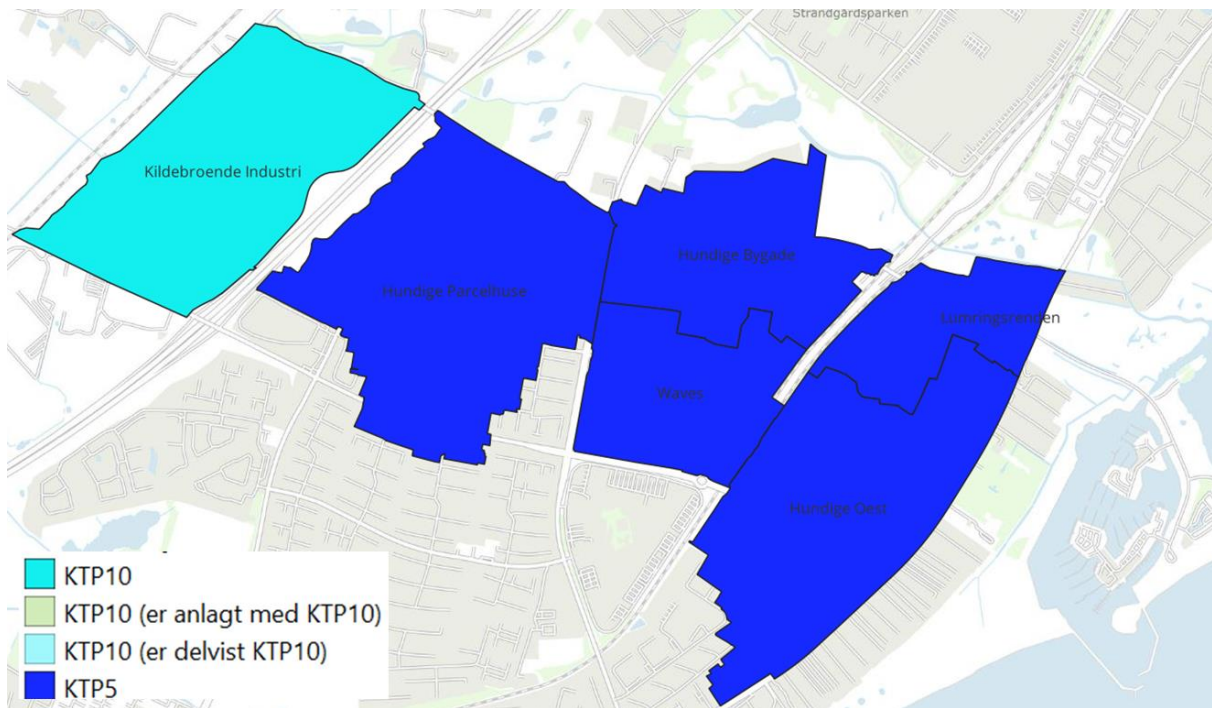
Figur 4: Nettogevinst for klimatilpasning af afløbssystemet til hhv. en 5 og 10 års hændelse i oplandet til Lille Vejleå.

Kildebrønde Industri er et industriområde med deraf følgende relativt store bygninger. Der er allerede gennemført en justering af skaderne af de største bygninger fordi de enten kun oversvømmes over en mindre del af deres areal eller fordi de vanddybder, som berører bygninger, ikke er kritiske. Justeringerne er gennemført ved en besigtigelse i marken og en subjektiv vurdering.

Forskellen i nettogevinst er ca. 15 mio. kr. hvilket formentlig ligger indenfor usikkerheden på beregningerne, da der ikke er regnet med uforudsete udgifter på anlægsprisen. På denne baggrund klimatilpasses oplandet til en 10 års hændelse.

I forbindelse med den konkrete klimatilpasning af afløbssystemet, skal der foreligge en fyldestgørende dokumentation til forsyningssekretariatet om samfundsøkonomisk hensigtsmæssighed, for at der kan opnås tillæg til finansieringen af det skærpede serviceniveau. Beregningerne i nærværende projekt kan anvendes i den forbindelse.

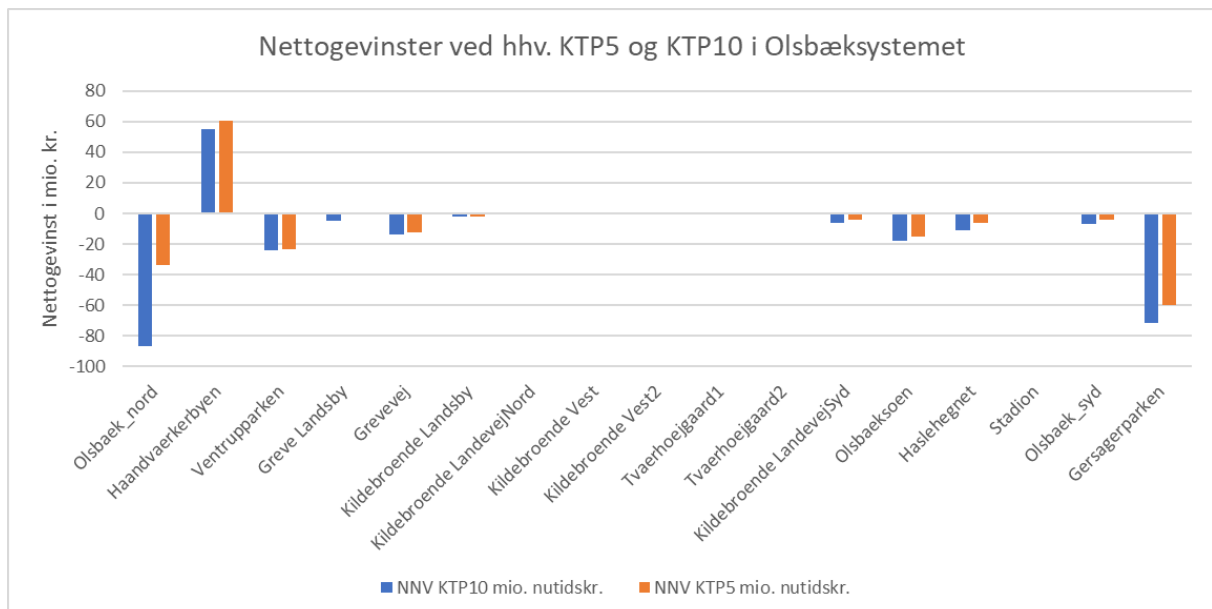
På Figur 7 ses det anbefalede serviceniveau for afløbssystemet i oplandene til Lille Vejleå.



Figur 5: Oplandene til Lille Vejle Å med angivelse af det foreslåede serviceniveau for klimatilpasning af afløbssystemet.

5.2 Olsbækssystemet

Nettogeinsten er størst ved klimatilpasning af afløbssystemerne er i alle oplande en 5 års hændelse, bortset fra i Tværhøjgård, se Figur 6.

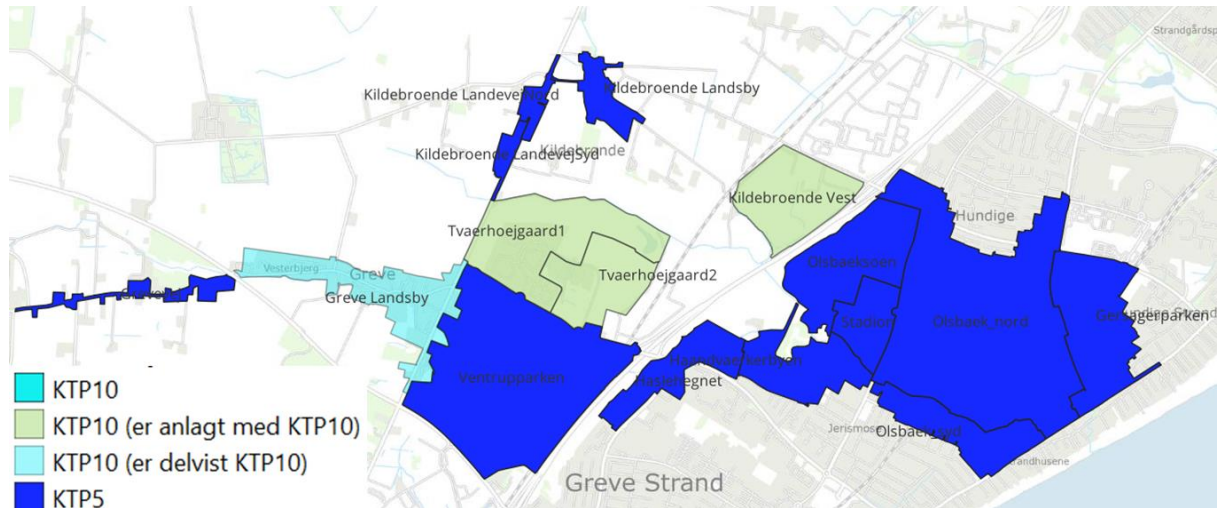


Figur 6: Nettogeinst for klimatilpasning af afløbssystemet til hhv. en 5 og 10 års hændelse i oplandet til Olsbækssystemet.

Hovedsystemet i Greve Landsby er allerede klimatilpasset til en 10 års hændelse.

Afløbssystemerne i Tværhøjgaard 1 og **Tværhøjgaard 2** er relativt nye og er derfor også dimensionerede til en 10 års hændelse. Kommunen har valgt at anvende nedsivning i området, men området er også dimensioneret til at kunne aflede det reducerede areal til Olsbækken via et forsinkelsesbassin.

De øvrige oplande skal klimatilpasses til en 5 års hændelse, se Figur 7.

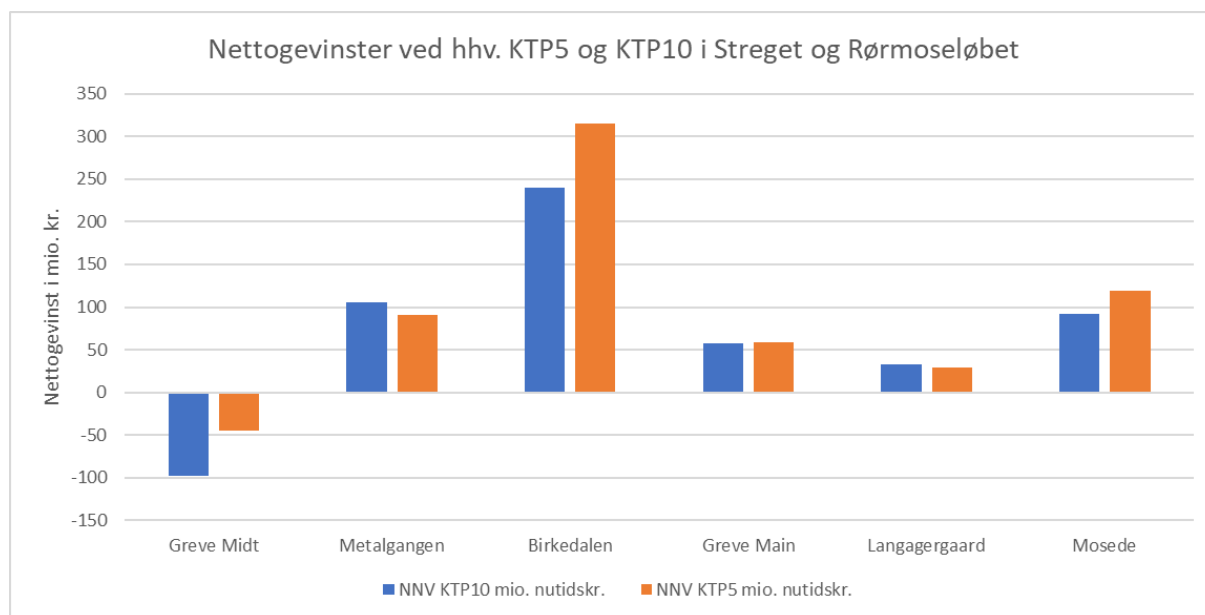


Figur 7: Oplandene i Olsbækssystemet med angivelse af det foreslåede serviceniveau for klimatilpasning af afløbssystemet .

5.3 Streget og Rørmoseløbet

Nettogevinsterne, se Figur 8 for oplandene er alle positive, bortset fra Greve Midt, hvilket betyder at skadesreduktionerne er større end løsningsomkostningerne i dette område.

Det ses at nettogevinsten i Greve Midt er negativ for både en 5 og en 10 års hændelse, hvilket formentlig skyldes, at der allerede er gennemført markante tilpasninger af afløbssystemet der.



Figur 8: Nettogevinster for klimatilpasning af afløbssystemet til hhv. en 5 og 10 års hændelse i oplandet til Streget og Rørmoseløbet.

Metalgangen er et industriområde med deraf følgende relativt store bygninger. Der er allerede gennemført en justering af skaderne på de største bygninger i analysen, fordi de enten kun oversvømmes, en mindre del af deres areal oversvømmes eller fordi de vanddybder, som berører bygninger, ikke er kritiske. Justeringerne er gennemført efter en besigtigelse i marken og en subjektiv vurdering.

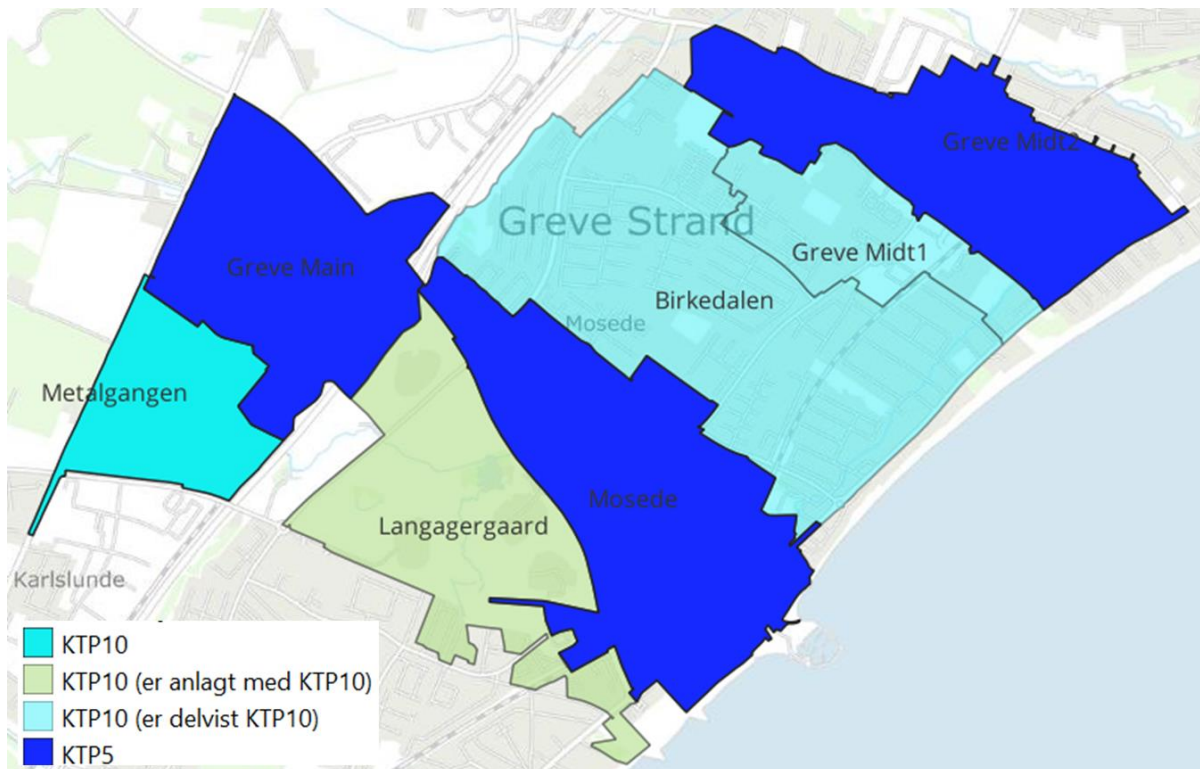
Forskellen i nettogevinster er ca. 15 mio. kr. hvilket formentlig også ligger indenfor usikkerheden på beregningerne, da der ikke er regnet med uforudsete udgifter på anlægsprisen. På denne baggrund klimatilpasses disse oplande til en 10 års hændelse. I forbindelse med den konkrete klimatilpasning af afløbssystemet, skal der foreligge en fyldestgørende dokumentation til forsyningssekretariatet for at der kan opnås tillæg til finansieringen af det skærpede serviceniveau. Beregningerne i nærværende projekt kan anvendes i den forbindelse.

Klimatilpasningen af **Birkedalen** er allerede i delvist gennemført med et serviceniveau for afløbssystemet på 10 år. Grunden til at denne analyse ikke viser, at det bør være en 10 års hændelse er, at klimatilpasningen af store dele af hovedsystemet allerede er klimatilpasset, hvilket reducerer oversvømmelserne markant. Birkedalen klimatilpasses fortsat til en 10 års hændelse, da denne praksis er opstartet for oplandet.

I **Greve Midt** er klimatilpasningen primært gennemført omkring rådhuset og gymnasiet. Hvis man deler Greve Midt op i den del af afløbssystemet, som går til Streget syd for Greve Centervej (Greve Midt 1) og den del der går på nord for Greve Centervej (Greve Midt 2) Figur 9, så bør klimatilpasningen gennemføres til en 5 års hændelse for Greve Midt 2 og til en 10 års hændelse for Greve Midt 1.

Afløbssystemet i **Langagergård** er allerede klimatilpasset til en 10 års hændelse .

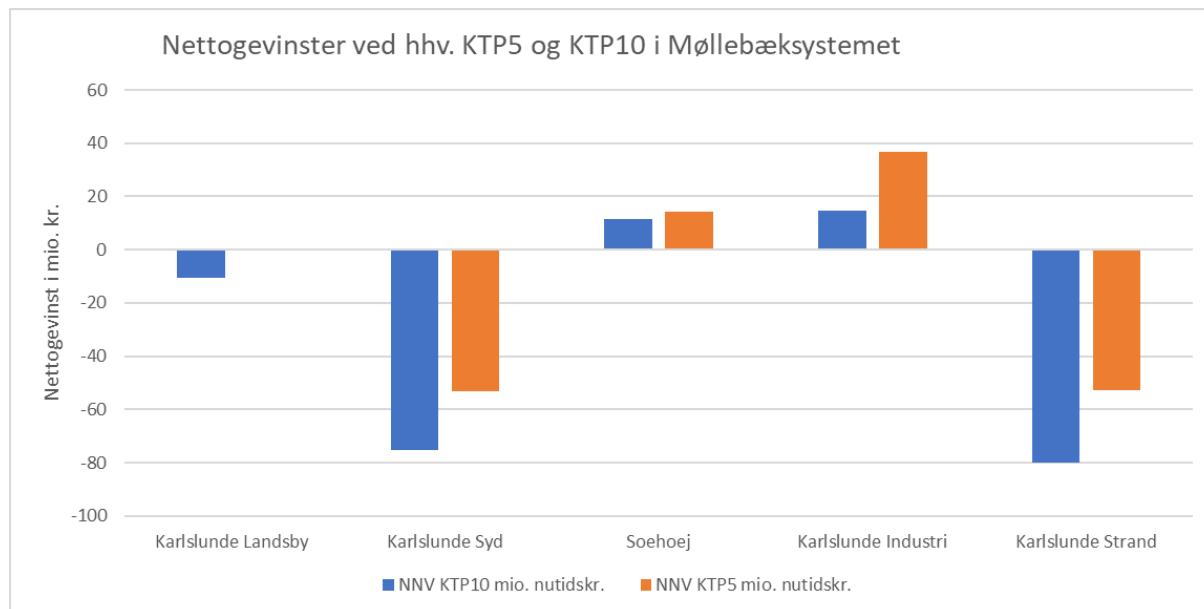
De øvrige oplande klimatilpasses til en 5 års hændelse.



Figur 9: Oplandene til Streget og Rørmoseløbet med angivelse af det foreslåede serviceniveau for klimatilpasning af afløbssystemet.

5.4 Møllebækken (Karlslunde)

Nettogevinsten i samtlige oplande er højest for en 5 års hændelse, se Figur 10, så serviceniveauet lægges på 5 år i alle oplandene se Figur 11.



Figur 10: Nettogevinster for klimatilpasning af afløbssystemet til hhv. en 5 og 10 års hændelse i oplandet til Møllebækssystemet.

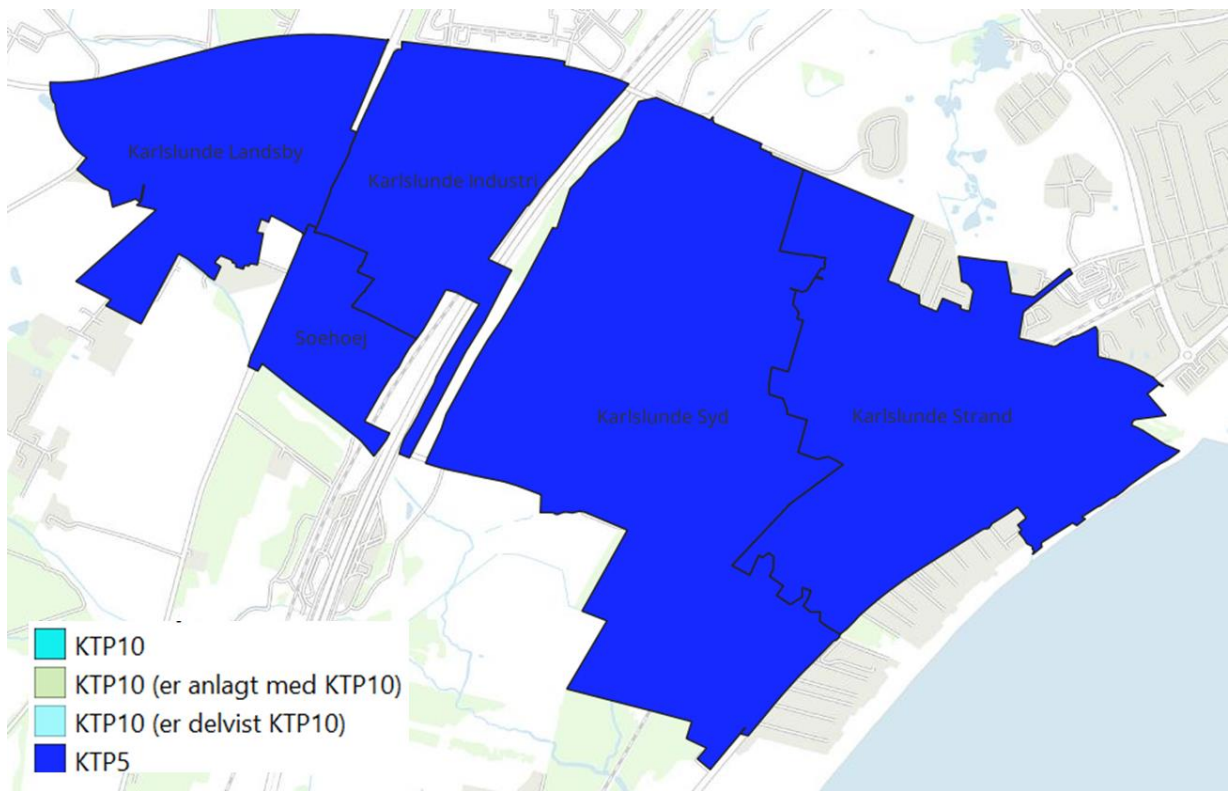
For Karlslunde Industri og Søehøj er nettogevinsten ved klimatilpasning positiv, mens nettogevinsten i Karlslunde Syd og Karlslunde Strand er signifikant negative.

Den negative nettogevinster i **Karlslunde Syd og Strand** kan forklares ved, at der allerede er udført klimatilpasning til en 10 års hændelse i den sydlige del. Her er afløbssystemet i Kongens Enge opgraderet og ledt til Møllebækken, og Møllebækken er lagt uden om byen gennem Karlstrup Mose. Dette har også haft en vandstandssænkende effekt i Karlslunde Strand, hvor der tilmed er bygget en højvandspumpestation ved Oldermandsvej. På den måde er de lavtliggende frugter høstet, og det er relativt dyrt at gennemføre den resterende klimatilpasning, som primært består af ledingsudvidelser.

Derfor foreslås serviceniveauet sænket til T=5 år i Karlslunde Syd, pga. den store negative nettonutidsværdi ved T=10 år, og da det er en relativt lille andel af den totale klimatilpasning i dette store opland, som er udført.

Den positive nettogevinster i **Søehøj** skyldes, at løsningerne her er relativt billige. Løsningerne inkluderer en ny Ø400 ledning, som giver øget afledning mod Karlslundebækken. Denne pris giver dog ikke et retvisende billede af den samlede klimatilpasning, eftersom udledningen til Karlslundebækken med forsinkelingsbassin og rensning, og evt. omlægning af bækken for at få plads til bassin, ikke er med i prissætningen. Jf. serviceniveaubekendtgørelsen skal disse udgifter ikke med i nettogevinsten og er derfor udeladt.

Karlslunde industri er positiv, men her er der foreslået mange decentrale forsinkelingsbassiner som løsning, og usikkerheden på prisen af disse er meget høj.



Figur 11: Oplandene til Møllebækken (Karlsunde) med angivelse af det foreslåede serviceniveau for klimatilpasning af afløbssystemet.

5.5 Tune

Tune er fælleskloakeret og der gennemføres p.t. en analyse, som skal belyse hvilken type afløbssystem, som er mest hensigtsmæssigt at etablere. Der skal vælges mellem opgradering af fællessystemet, vejseparering, fuld separatkloakering eller delvis-separering. Hvis afløbssystemerne skal vejsepareres, fuld eller delvis-separatkloakeres er minimumsserviceniveauet for regnvandssystemerne 5 år. Her er det undersøgt, om det vil være hensigtsmæssigt at separatkloakere afløbssystemet til en 10 års hændelse i stedet for en 5 års hændelse. Nettogevinsterne for alle oplandene ses på Figur 12.

Det fremgår af figuren, at det kun er i Tune Elkærparken og Tune Nordoest, at separatkloakering til en 10 års hændelse er positiv og større end til en 5 års hændelse.

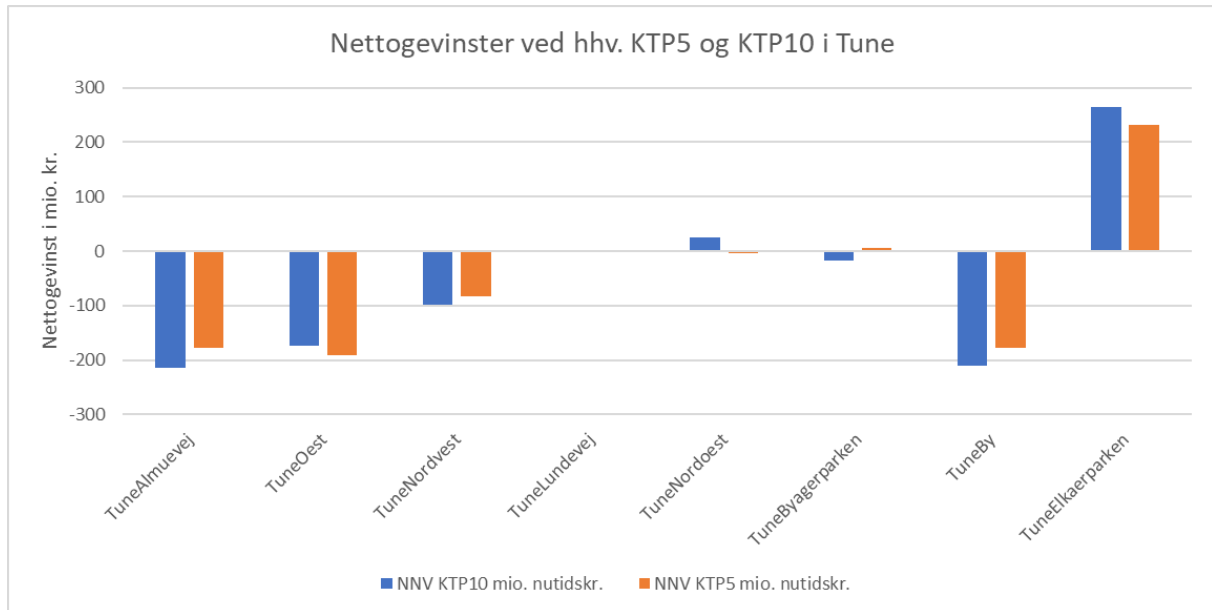
TuneLundevej skal byomdannes. I den forbindelse skal områderne separatkloakeres, og det forventes, at regnvand skal ledes til Hederenden gennem TuneNordost.

I henhold til Greve Kommunes lokalplanretningslinjer for nybyggeri, skal grundejer sikre, at der ikke sker oversvømmelser af værdier (herunder bygninger) i forbindelse med skybrud, hvilket skal ske i forbindelse med planlægningen af bygningernes placering på grunden. Således sikres det, at KLAR Forsyning ikke skal skybrudssikre området efterfølgende. Der defineres derfor ikke et serviceniveau for vand på terræn i TuneLundevej.

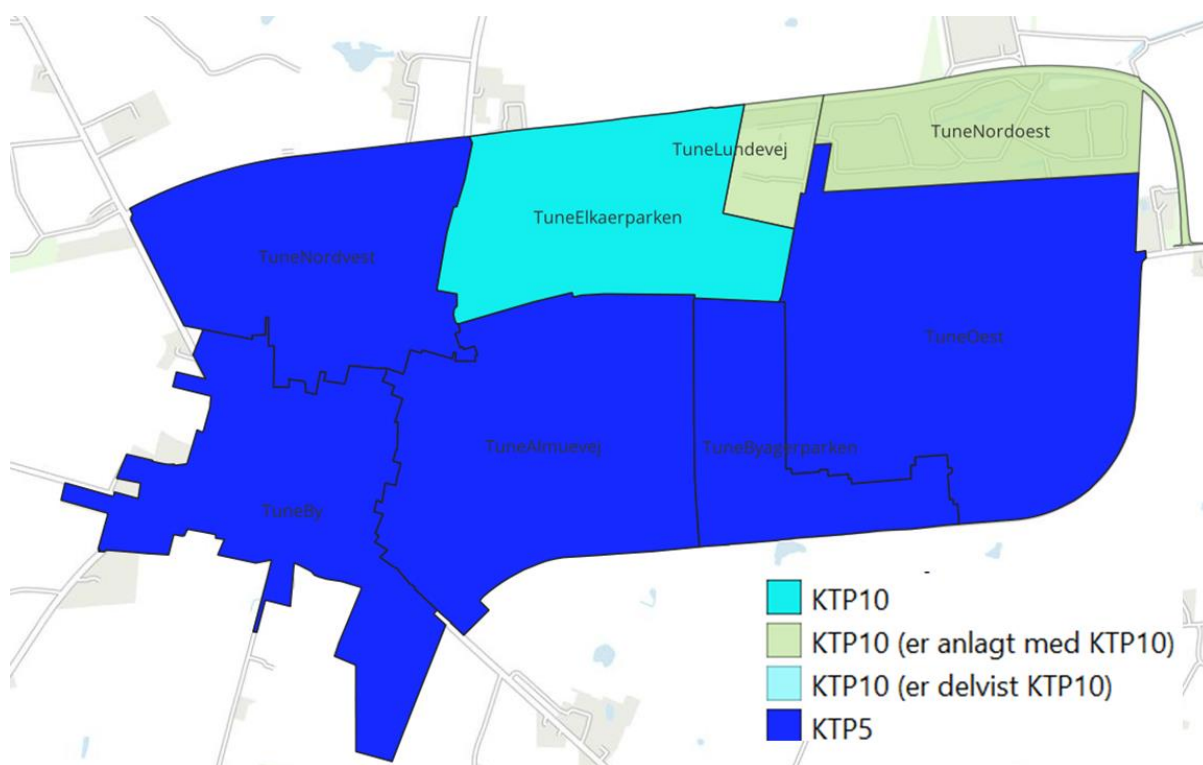
TuneLundevej omtales ikke yderligere.

TuneElkaerparken og TuneNordoest har begge en positiv nettogevinst for 10 årshændelsen, som er højere end for 5 årshændelsen. TuneNordoest er allerede klimatilpasset til en 10 års hændelse, og det foreslås at TuneElkaerparken tilpasses til en 10 års hændelse.

I resten af oplandene anbefales det, at hvis der separatkloakeres eller vejsepareres i Tune, så skal regnvandssystemet dimensioneres til en 5 års hændelse. Figur 13 viser oplandene i Tune.



Figur 12: Nettogevinst for klimatilpasning af afløbssystemet til hhv. en 5 og 10 års hændelse i Tune.



Figur 13: Oplandene i Tune med angivelse af det foreslåede serviceniveau for klimatilpasning af afløbssystemet.

5.6 Følsomhedsanalyse af resultaterne for serviceniveau for afløbssystemerne

I dette afsnit belyses følsomheden af resultatet, som er præsenteret i de foregående afsnit.

5.6.1 Lavere kritisk kote

Hvis der fastsættes en lavere kritisk kote, vil det give flere skader. Skadespriserne er kalibreret efter den store skadevoldende hændelse i Greve i 2007, så det vurderes, at skadesniveauet er nogenlunde korrekt i forhold til kritisk kote (hvis man havde anvendt et skadesniveau på 10 cm i stedet for 20 cm ville enhedsskadesprisen jf. skadesdataene fra 2007 skulle have været mindre). På den baggrund vurderes det, at kritisk kote er rimeligt fastsat.

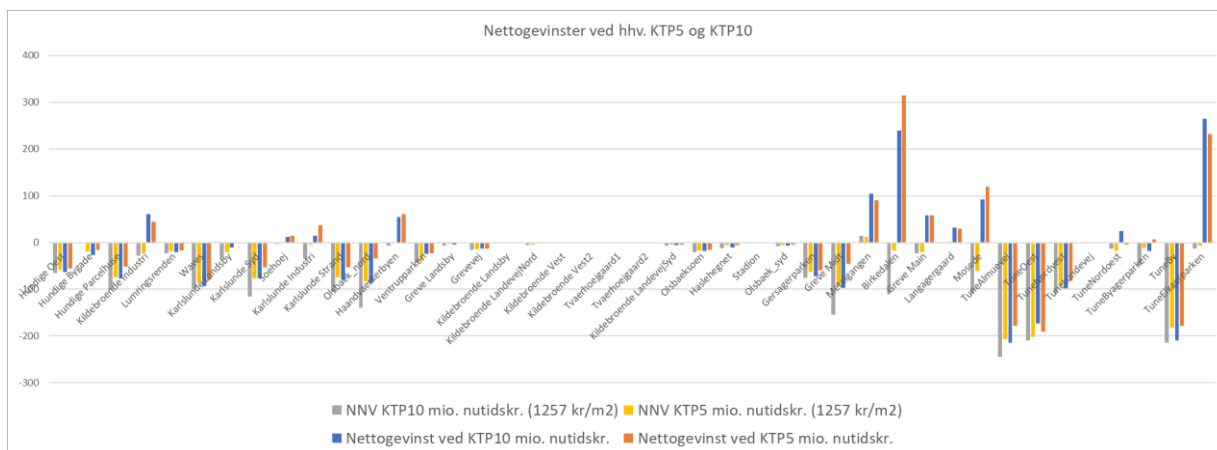
5.6.2 Anvendelse af statens skadestål

Hvis man anvender statens skadestål, som ikke er dybdeifferentierede på 1257 kr/m² er der kun to oplande, med positiv nettogevinst for klimatilpasning hvor 10 år kan betale sig ift. 5 år:

- Metalgangen, hvor forskellen er på 2 ud af 14 mio. kr. dvs. 14%.

Figur 14 illustrerer forskellen mellem nettogevinsterne når de to skadespriser anvendes. Det fremgår at der i oplandet til Streget og Rørmøseløbet (Birkedalen, Metalgangen og Greve Main) og i Tune Elkærparken er positive nettogevinster ved den dybdeifferentierede skade, men ikke når statens tal anvendes. Dette ses også, dog i mindre omfang i de øvrige industriområder. Det skyldes, at det er i de områder, at der er en relativt stor vanddybde på terræn, som derfor giver markant større skader.

Resultatet understøtter, at der foretages en nærmere undersøgelse af Metalgangen inden klimatilpasning af afløbssystemet her. Alternativt at der vælges et serviceniveau på 5 år og at der skybrudssikres.



Figur 14: Illustration af nettogeinsten for alle oplande, når statens enhedsskade på 1257 kr/m² og den dybde-differentierede skadespris anvendes.

5.6.3 Drift på 1.5% årlig drift i stedet for 2.5%

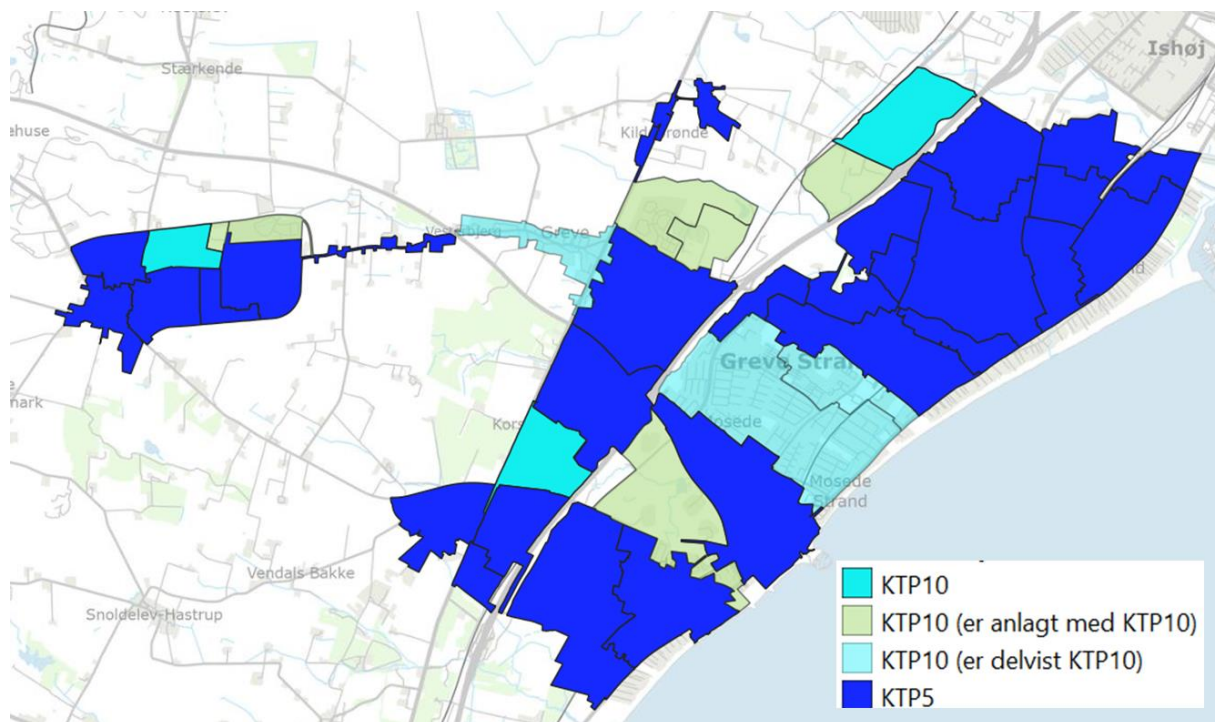
Når driften reduceres til 1.5%/år reduceres de samlede løsningsomkostninger med 17%. Resultaterne er ikke følsomme for denne reduktion. Det er kun i Greve Main, at resultatet ændrer sig sådan at nettogeinsten af klimatilpasning af afløbssystemet til en 10 års hændelse bliver marginalt højere end til en 5 års hændelse (67.4 mod 66.8 mio. nutidskroner) dvs. langt indenfor usikkerheden på resultaterne.

Konklusionen er at resultatet er robust overfor ændringer i driften.

5.7 Konklusion- serviceniveau

Analysen af serviceniveau for afløbssystemet i Greve viser, at afløbssystemerne i de fleste oplande bør klimatilpasses til en 5 års hændelse med klimafaktor.

Figur 15 viser de anbefalede serviceniveauer for samtlige oplande i kommunen.



Figur 15: Anbefalet serviceniveau for afløbssystemet i Greve, baseret på analysen og eksisterende praksis.

Metalgangen, Kildebrønde Industri, TuneElkaerparken og TuneNordøst har en nettogevinst der er højere end en 5 års hændelse og positiv for en 10 års hændelse. TuneNordøst er relativt nybygget og har derfor allerede et serviceniveau på 10 år. De tre øvrige bør klimatilpasses til en 10 års hændelse.

Birkedalen, Greve Midt og Greve Landsby har tidligere været udsat for store oversvømmelser og er derfor allerede delvist klimatilpasset til et 10 års serviceniveau. Det er tidligere vist, at det var økonomisk hensigtsmæssigt at tilpasse disse til en 10 års hændelse, og derfor er hovedsystemerne her allerede anlagt til en T=10 års hændelse. De bør derfor klimatilpasses færdigt til dette serviceniveau på 10 år, da der ikke resterer så stor en andel af den samlede klimatilpasning og da der er givet forhåndsgodkendelse fra forsyningssekretariatet til dette, hvis det anlægges inden 2027.

Den sydlige del af Karlslunde Syd som ligger ned mod Møllebækken er delvist klimatilpasset, fordi der har været oversvømmelser i dette område. Efter at de projekter er gennemført, viser analysen at det ikke kan betale sig at klimatilpasse resten af Karlslunde til en 10 års hændelse. Det anbefales derfor at området klimatilpasses til en 5 års hændelse.

Langågergård, Kildebrønde Vest, Tune Nordøst og Tværhøj 1 og 2 er alle anlagt efter 2007, hvor serviceniveauet for afløbssystemet var skærpet til en 10 års hændelse i 2120 og lever derfor allerede op til dette niveau.

6 Service niveau for vand på terræn i Greve

På trods af at kloakken klimatilpasses, vil det fortsat kunne ske, at der kommer vand på terræn og at der dermed er risiko for skadevoldende oversvømmelser. I dette afsnit analyseres det ved en screening om og til hvilket niveau KLAR Forsyning (formentlig) kan finansiere skybrudssikring i de forskellige oplande. Herunder vurderes det, om der er potentiale for anvendelse af reglen om supplerende tiltag (5%-reglen).

Screeningen af service niveau for vand på terræn gennemføres efter metoden, som er beskrevet i BILAG 2 "Metodebeskrivelse – samfundsøkonomisk beregning". Der tages udgangspunkt i oversvømmelseskortene, som viser oversvømmelserne efter klimatilpasning af afløbssystemet til en 5 års hændelse i 2120, da afløbssystemerne i stort set alle oplande, jf. analysen i afsnit 4, bør klimatilpasses til en 5 års hændelse.

Langagergård, Metalgangen, Birkedalen, Greve Midt 1, Greve Landsby, Tværhøjgård 1 og 2, Kildebrønde Industri, TuneElkaerparken og TuneNordøst er undtagelser og de vil også blive analyseret i forhold til en klimatilpasning af afløbssystemet til en 10 års hændelse.

Resultaterne af screeningen af skybrud findes i tabellerne BILAG 3 "Resultat af screeningen". Tabellerne viser resultater efter klimatilpasning af afløbssystemerne til hhv. en 5 og 10 års gentagelsesperiode.

Ved klimatilpasning af afløbssystemet opnås et vist service niveau for skybrud. Det er vist i tabellerne for alle oplande i BILAG 3 "Resultat af screeningen". Det fremgår, at der opnås som minimum et 10 års service niveau for vand på terræn. For godt en tredjedel af oplandene opnås et niveau på 20 år, og for 1/10 på 50-100 år.

I tabellerne ses også den potentielle skadesreduktion, det vil sige den restskade som findes i oplandene når klimatilpasningen af afløbssystemet er gennemført.

Hvis nettogevinsten i et opland er positiv, så udgør 5% af omkostningen til klimatilpasningen et mål for, hvor meget det må koste at gennemføre en skadesreduktion i et opland uden nødvendigvis at klimatilpasse hele oplandet til et fast service niveau. Her er løsningsomkostningen beregnet som 5000 kr/m³ vand der skal fjernes for at undgå skader. Hvis løsningsomkostningen er lavere end 5% af løsningsomkostningen til klimatilpasning, kan reglen om supplerende tiltag formentlig anvendes og der kan gennemføres "lokal klimatilpasning", dvs. f.eks. ændringer af terrænet lokalt, forøgelse af kantsten og tilpasning på bygningsniveau.

I det følgende er resultaterne af screeningen for alle oplandene præsenteret vandløbssystem for vandløbssystem.

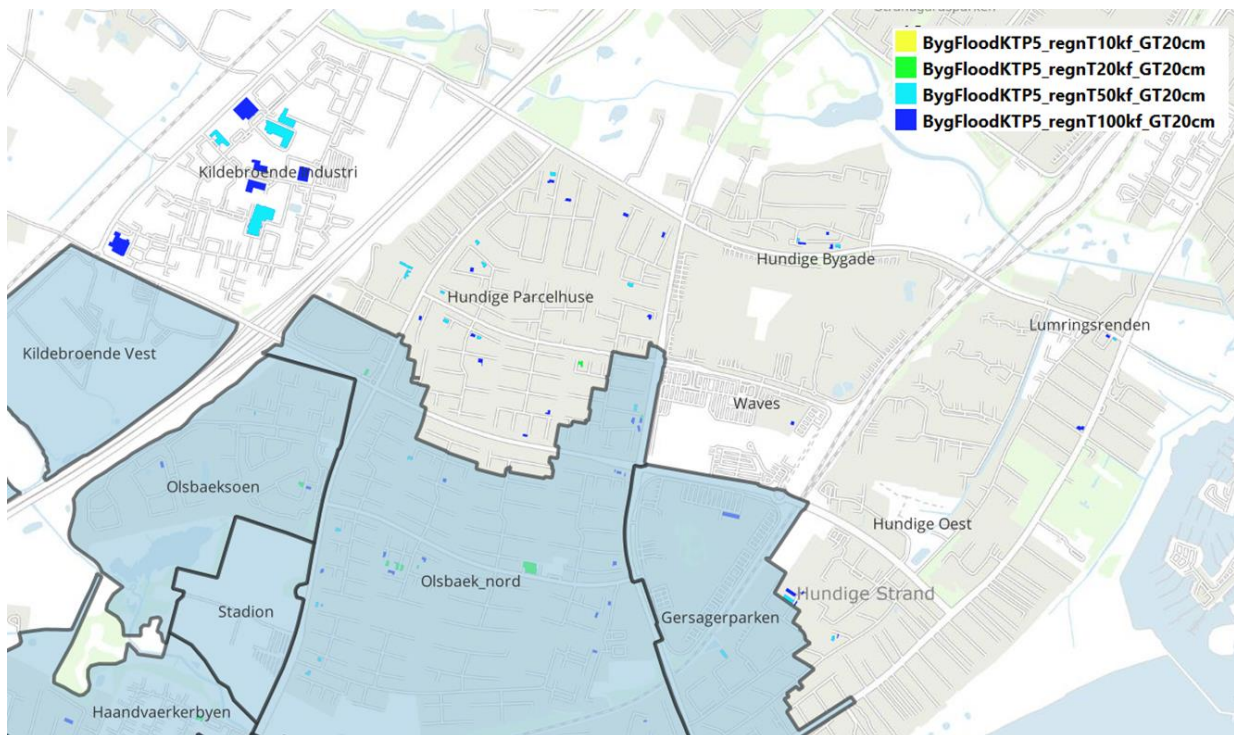
Det er valgt, ikke at vise oversvømmelser for en 500 års hændelse, da de har lille betydning for analysen, men dominerer uhensigtsmæssigt meget på figurerne pga. de store udbredelser af oversvømmelserne. Dertil kommer, at der er stor usikkerhed på beregningen af konsekvenserne af 500 års hændelsen.

6.1 Lille Vejleå

Afløbssystemerne i oplandene, som løber til Lille Vejleå, skal alle klimatilpasses til et serviceniveau på 5 år i 2120 bortset fra Kildebrønde Industri som skal klimatilpasses til en 10 års hændelse.

Oplandene opnår et skybrudsskadesniveau på mellem 10 år (Hundige Parcelhuse) og 50 år (Waves) ved klimatilpasningen af afløbssystemet.

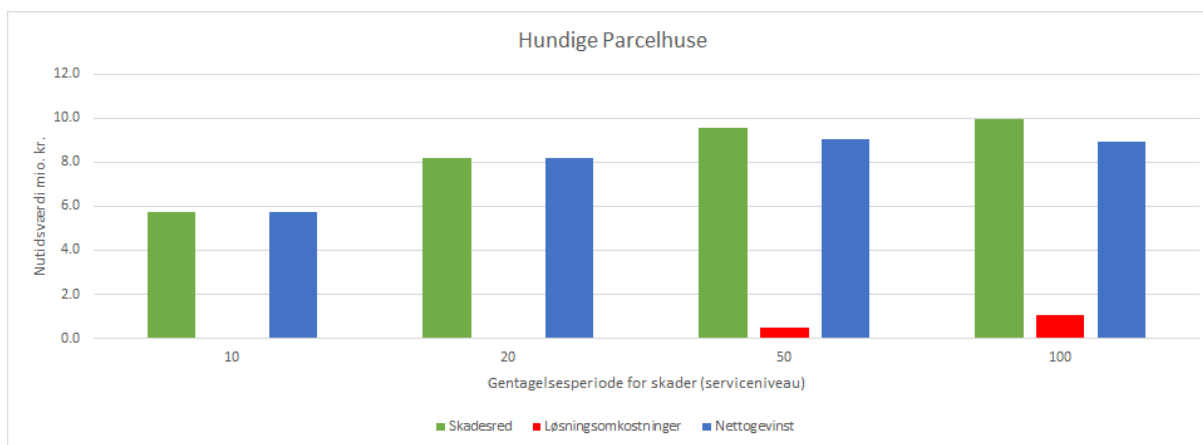
Figur 16 viser Bygninger som oversvømmes med mere end 20 cm efter klimatilpasning til en 5 års hændelse.



Figur 16: Bygninger som oversvømmes med mere end 20 cm efter klimatilpasning til en 5 års hændelse i oplande til Lille Vejleå

Oplandene har den højeste nettogevinst for en 50 års hændelse, bortset fra Lumringsrenden, hvor det kun kan betale sig at klimatilpasse til en 5 års hændelse som giver et serviceniveau for vand på terræn på 20 år. Det skyldes, at der kun er tre huse, som skades efter klimatilpasning af afløbssystemet.

Figur 17 viser nettogevinsten i Hundige Parcelhuse. Det fremgår, at det er meget små løsningsomkostninger (eller små volumener), som skal til, for at reducere skaderne generelt, hvilket skyldes at det kun er den vandmængde som ligger over 20 cm som er antaget giver skader og som derfor skal fjernes. For de øvrige oplande ses et lignende billede, hvor løsningsomkostningerne til fjernelse af skybrudsvand er små.



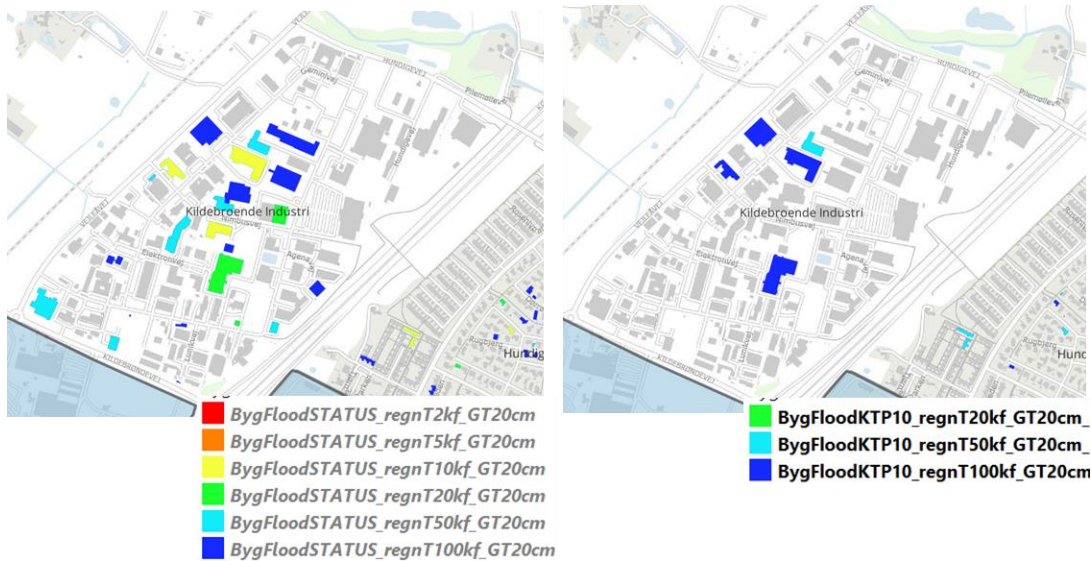
Figur 17: Skadesreduktion, løsningsomkostninger og nettogevinst i mio. nutidskroner for Hundige Parcelhuse

Af Figur 16 fremgår det, at det kun er i Kildebrønne Industri, at der er en sammenhængende oversvømmelsesrisiko, dvs. flere bygninger i en klynge. I de øvrige oplande er de bygninger, som er i risiko, få og ligger meget spredt.

Efter klimatilpasning af afløbssystemet til en 10 års hændelse er skaderne i forhold til løsningsomkostningerne fortsat store og i princippet kan det betale sig at sikre området til en 50. - 100. års hændelse. Men da det drejer sig om så relativt få store bygninger som skades, anbefales det i stedet at gennemføre en tilpasning lokalt af de udsatte bygninger, hvis det er muligt i forbindelse med klimatilpasning af afløbssystemet.

Resultatet taler for, at man ikke arbejder efter et samlet serviceniveau for vand på terræn i hele oplandet, men gennemfører lokal skybrudssikring, omkring de bygninger som er i risiko, i forbindelse med klimatilpasningen af afløbssystemet, ved hjælp af reglen om supplerende tiltag (5%-reglen). Af bilag 3 fremgår det, at løsningsomkostningerne formentlig kan holdes indenfor et budget på 5% af omkostningerne til klimatilpasningen af afløbssystemet.

Lokale klimatilpasninger kan f.eks. være forhøjelser af terræn, kantstene eller direkte oversvømmelsessikringer på den enkelte bygning ved f.eks. indgangspartier eller trappenedgange.



Figur 18: Bygningskader for forskellige gentagelsesperioder til venstre i statussituationen og til højre efter klimatilpasning af afløbssystemet til en 10 års hændelse i Kildebrønde industri

6.2 Olsbækssystemet

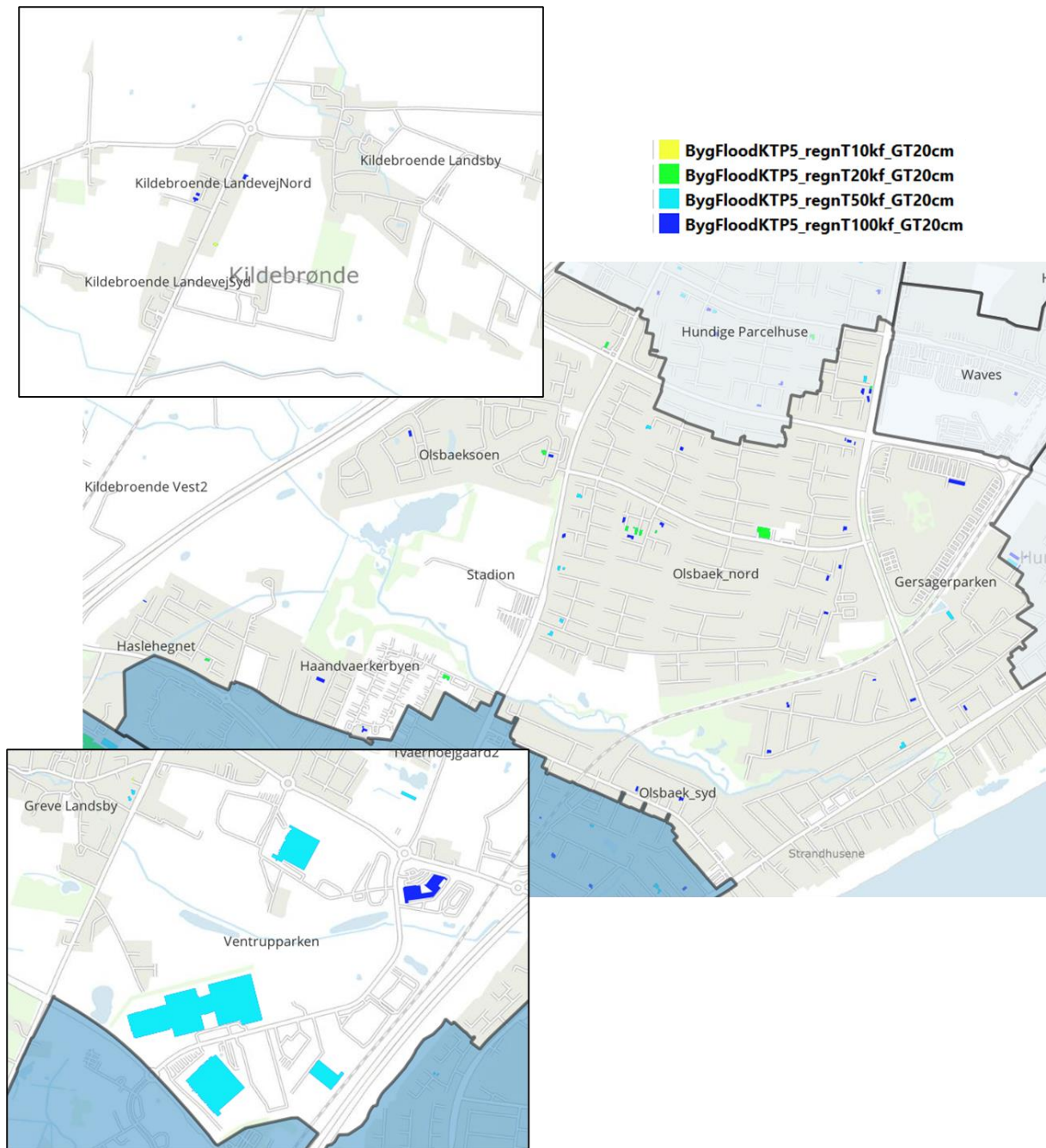
Afløbssystemerne i oplandet til Olsbækssystemet, skal alle klimatilpasses til et serviceniveau på 5 år i 2120 bortset fra Greve Landsby og Tværhøjgård (1 og 2), som allerede er tilpasset hhv. delvist og helt til en 10 års hændelse.

I oplandene (ud over Greve landsby og Tværhøjgård) opnås der et skybrudsskadesniveau på 10 år ved klimatilpasningen af afløbssystemet. Enkelte oplande opnår et højere niveau: Ventrupparken og Olsbæk Syd (50 år), Ventrupparken og Gersagerparken (20 år) og Tværhøjgård (100 år).

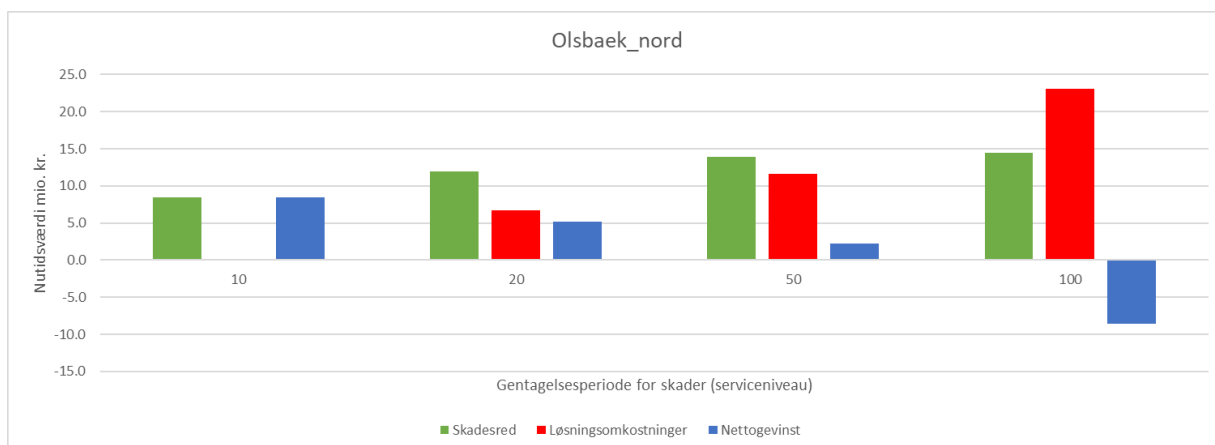
Det er kun i Håndværkerbyen (50 år), Olsbæksøen (20 år) og Haslehegnet (100 år), at det kan betale sig at skybrudssikre ud over klimatilpasningen af afløbssystemet til en 5 år hændelse. Det ses dog af Figur 19, at oversvømmelserne kun sker for enkelte bygninger, der ligger meget spredt. Derfor anbefales, at der gennemføres lokalklimatilpasning finansieret ved reglen om supplerende tiltag i disse områder i forbindelse med klimatilpasningen af afløbssystemet, frem for at gennemføre en samlet klimatilpasning for hele oplandet.

Olsbæk Nord er det opland, hvor der ses flest oversvømmelseskader, men nettogevinsten er højeste for en 10 års hændelse, som er det samme serviceniveau man opnår ved klimatilpasning af afløbssystemet, se Figur 20. Det kan med andre ord ikke betale sig at gøre mere end at klimatilpasse afløbssystemet i oplandet.

Bemærk, at de på Figur 19 markerede bygninger i Ventrupparken er vurderet manuelt til ikke at få skader på trods af, at de berøres af regnvand på terræn med mere end 20 cm.

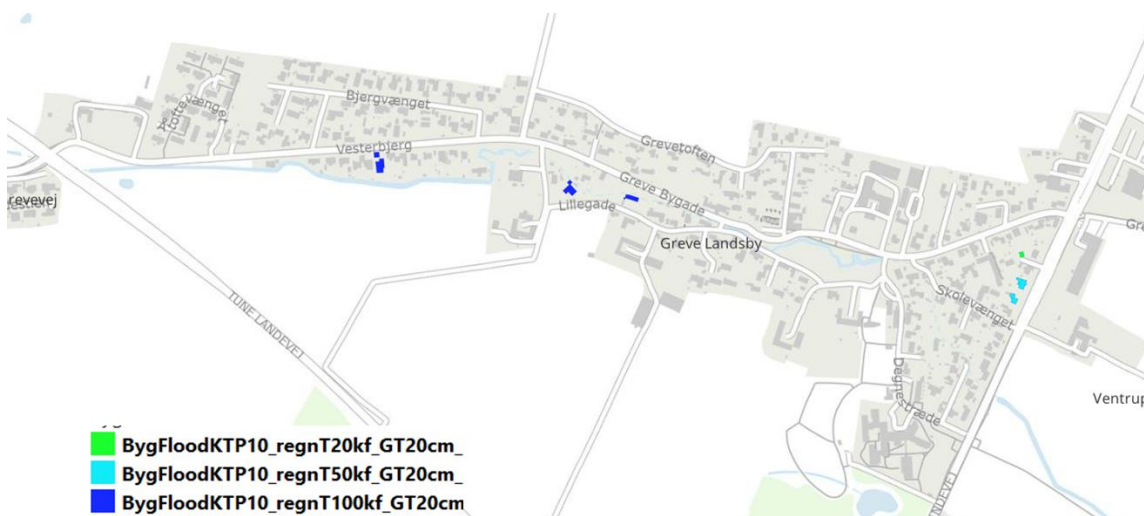


Figur 19: Bygninger som oversvømmes med mere end 20 cm efter klimatilpasning til en 5 års hændelse.



Figur 20: Skadesreduktion, løsningsomkostninger og nettogevinst i mio. nutidskroner for Olsbæk Nord

Greve Landsby og Tværhøjgård (1 og 2), som allerede er tilpasset hhv. delvist og helt til en 10 års hændelse har meget få restskader se Figur 21. Bygningerne i Greve Landsby som ligger langs Grevebækken, og som tidligere har været oversvømmede, vil efter klimatilpasningen af afløbssystemet kunne klare en 100 år hændelse i fremtiden. De sidste tre bygninger som er i risiko, ligger langs landevejen og det vurderes, at de kan sikres lokalt i forbindelse med andet arbejde med afløbssystemet i fremtiden ved anvendelse af reglen om supplerende tiltag.



Figur 21: Bygninger som oversvømmes med mere end 20 cm efter klimatilpasning til en 10 års hændelse i Greve Landsby.

I Tværhøjgård er der kun én bygning som er i risiko, se Figur 22. Det kan undersøges i forbindelse med andre afløbsarbejder i området, om det kan betale sig at klimatilpasse bygningen lokalt.



Figur 22: Én bygning oversvømmes hvert 50. år med mere end 20 cm regnvand efter klimatilpasning til en 10 års hændelse

6.3 *Streget og Rørmoseløbet*

Oplandene til Streget og Rørmoseløbet, er de mest sårbare områder i Greve Kommune.

Som vist i afsnit 5 skal afløbssystemerne i Metalgangen, Greve Midt 1, Birkedalen og Langagergård klimatilpasses til en 10 års hændelse.

Greve Midt 2, Greve Main og Mosede skal alle klimatilpasses til en 5 års hændelse.

I de følgende to afsnit gennemgås oplandene, hvor afløbssystemerne skal klimatilpasses til de to niveauer 5 og 10 år, fordi der er stor forskel på skybrudssikring med udgangspunkt i en klimatilpasning til T=5 år og T=10 år.

6.3.1 *Metalgangen, Greve Midt 1, Birkedalen og Langagergård (udgangspunkt klimatilpasning til 10 år)*

Oplandene opnår et skybrudsniveau ved klimatilpasning af afløbssystemet på 10-20 år og pga. de relativt store skader kan det betale sig med et skybrudsniveau på 50-100 år. Figur 24 viser bygninger, som oversvømmes med mere end 20 cm efter klimatilpasning til en 10 års hændelse.

I Langagergård viser analysen at det kan betale sig at tilpasse til 100 år. Det skyldes at Karlslunde Centret er i risiko for oversvømmelser. Det formodes, at det vil være hensigtsmæssigt at gennemføre en lokal klimatilpasning og sikring af bygningen.

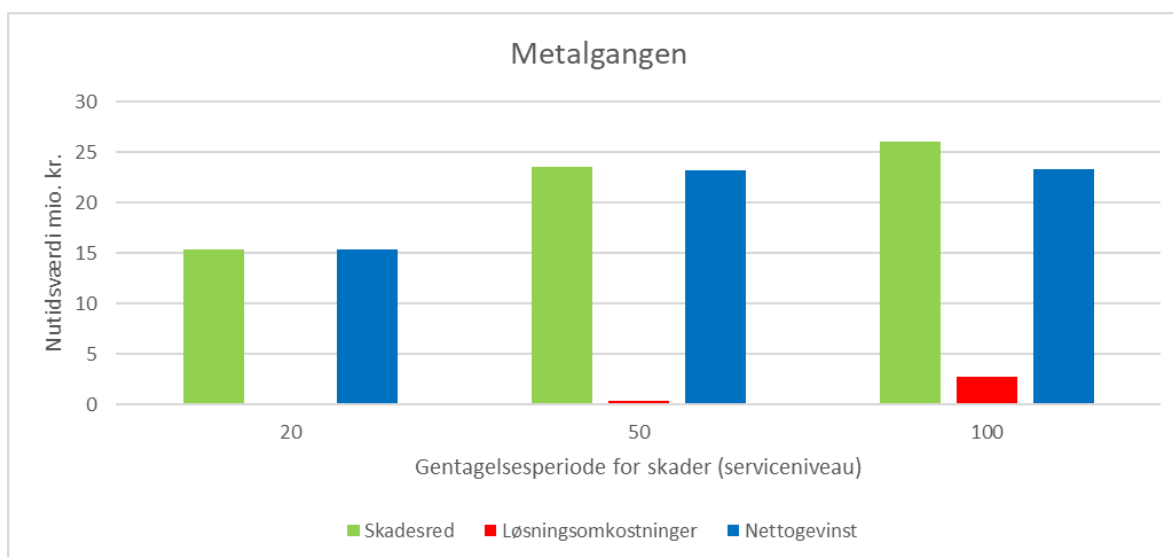
Birkedalen er tidligere analyseret i henhold til Skrift 31, og det viste sig at være mest optimalt at sikre området til en 100 års-hændelse. Med de eksisterende forhold er det mest hensigtsmæssigt med et skybrudsniveau på en 50. års hændelse. De fleste bygninger som er i risiko, ligger spredt i oplandet, men nord for bassinet Birkedalen ligger der en række huse, som måske kan sikres med en samlet plan, hvor afstrømningen fra Streget til Køge Bugt øges. Tilsvarende omkring Strandskolen bør bygningerne sikres imod oversvømmelser for en 50 års hændelse.

Greve Midt har tidligere været oversvømmet og derfor er store dele af afløbssystemet allerede klimatilpasset. Det ses at klimatilpasningen har sikret rådhuset og gymnasier, men at der fortsat er et par større bygninger opstrøms rådhuset som er i risiko. Disse bør sikres til en 50 års hændelse ved

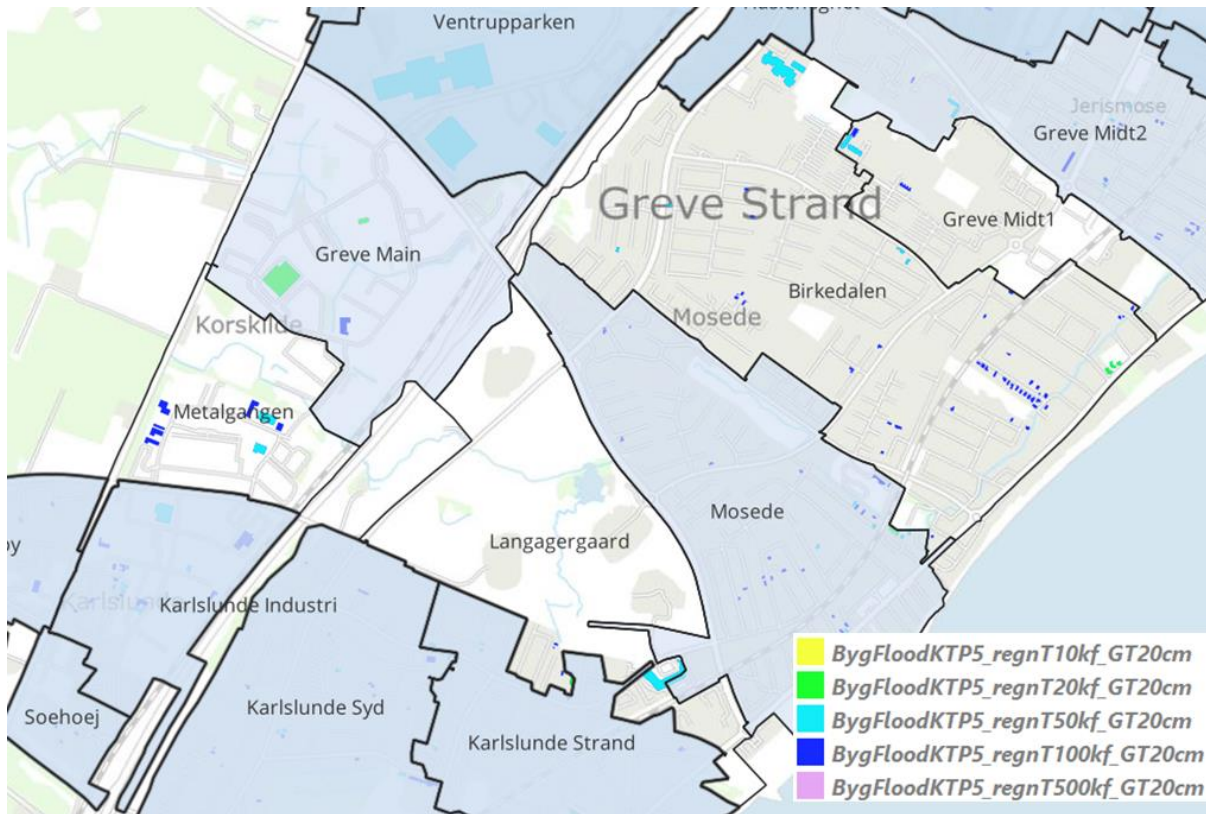
forsinkelse af afstrømningen, så der opnås samme serviceniveau i oplandet, men så der ikke ledes mere vand ned til rådhuset.

I Metalgangen er der mange og store bygninger, som er i oversvømmelsesrisiko efter klimatilpasning af afløbssystemet. Der opnås et skybrudssikringsniveau på en 20 års hændelse ved klimatilpasning af afløbssystemet til en 10 års hændelse.

Løsningsomkostningerne er relativt små og nettogevinsten er højest for en 50-100 års-hændelse. Bygningerne ligger tæt og det vil formentlig være hensigtsmæssigt at gennemføre en skybrudssikring samlet for bygningerne. Omkostningerne til skybrudssikring ligger væsentlig over 5% af omkostningen til klimatilpasningen (5% af 18 mio. nutidskroner = 0.8 mio. nutidskroner mod 2.7 mio. nutidskroner for sikring til T=100 år). Derfor anbefales det, at der arbejdes efter at opnå et serviceniveau for vand på terræn på 50-100 år i Metalgangen.



Figur 23: Skadesreduktion, løsningsomkostninger og nettogevinst i mio. nutidskroner for Metalgangen



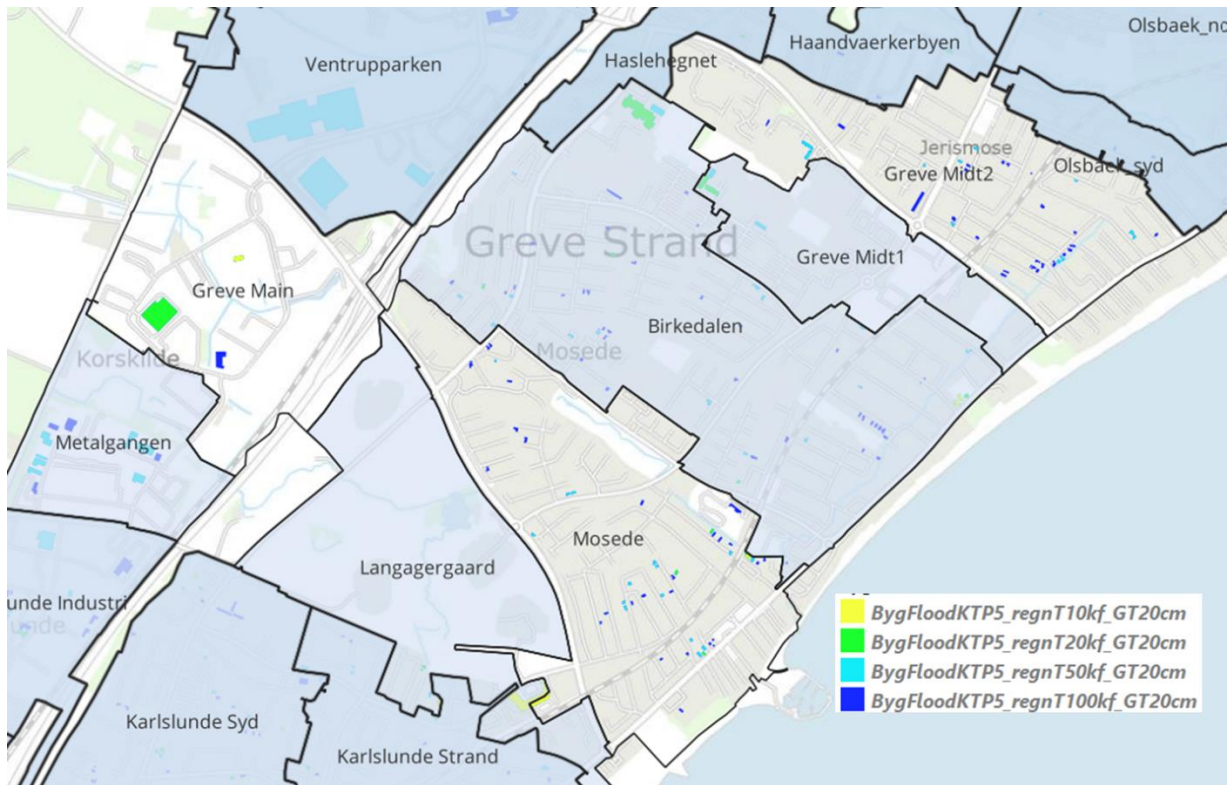
Figur 24: Bygninger som oversvømmes med mere end 20 cm efter klimatilpasning til en 10 års hændelse i Metalgangen, Langagergaard, Greve Midt 1 og Birkedalen

6.3.2 Greve Midt 2, Greve Main og Mosede (udgangspunkt klimatilpasning til 5 år)

Oplandene opnår et skybrudsniveau ved klimatilpasning af afløbssystemet til en 5 års hændelse på 10 – 20 år. Ved beregning af nettogevinsten ses der et hensigtsmæssigt niveau på 50-100 år.

I Greve Main ligger bygningerne som er oversvømmelsestruede meget spredt og skal derfor klimatilpasses lokalt. Det vurderes at omkostningen til sikringen ligger væsentligt under 5% af klimatilpasningen af afløbssystemet, så det vil være hensigtsmæssigt at anvende reglen om supplerende tiltag.

I Greve Midt 2 og Mosede ligger bygningerne i oplandet generelt set rimelig spredt, men omkring Streget Åvangsvej og Bækager Alle som tidligere har været oversvømmede, ser det ud til, at det kan blive nødvendigt at gennemføre en samlet klimatilpasning. Ud fra omkostningsbetragtningerne, ser det umiddelbart ud til at kunne gennemføres indenfor reglen om supplerende tiltag (5%-reglen), men i praksis vil det formentlig være svært at øge Stregets kapacitet, da det vil kræve en udvidelse af traceet som ligger omgivet af bygninger og der vil formentlig skulle etableres en større pumpe for at øge kapaciteten til Køge Bugt, hvilken er relativt dyr.



Figur 25: Bygninger som oversvømmes med mere end 20 cm efter klimatilpasning til en 5 års hændelse i Greve Main, Mosede og Greve Midt2.

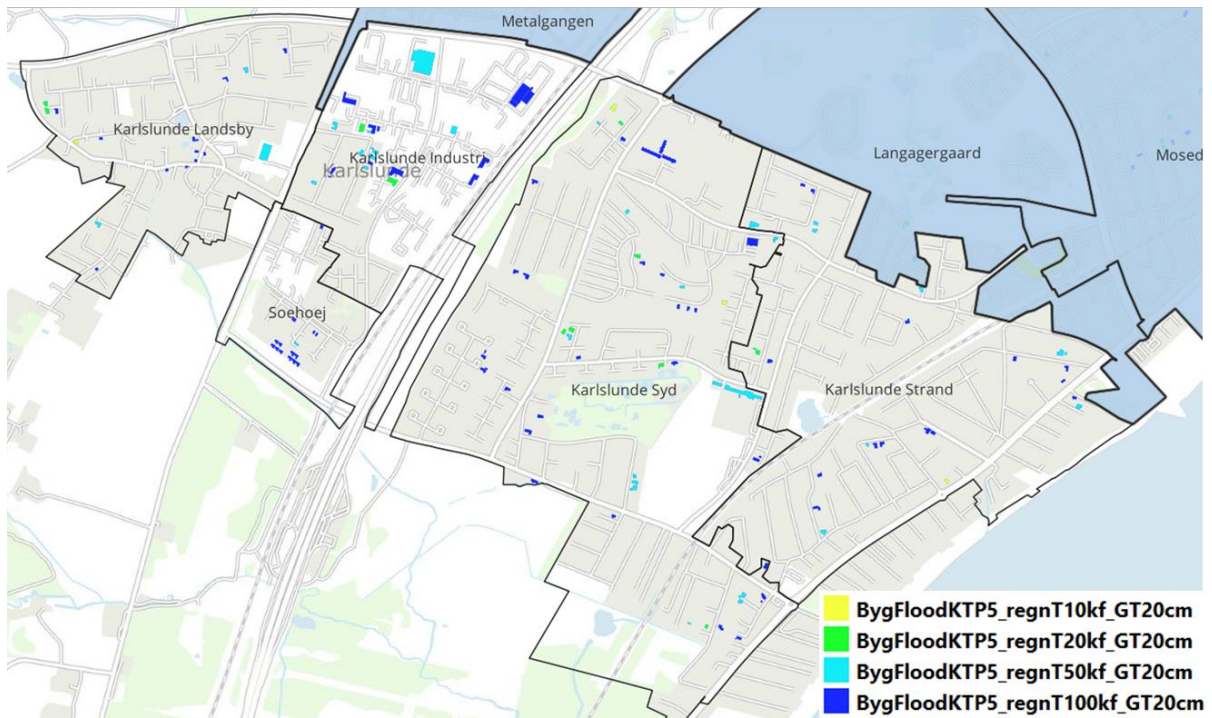
6.4 Møllebæksystemet

Afløbssystemet i alle oplande til Møllebækken skal klimatilpasses til en 5 års hændelse.

Efter klimatilpasning af afløbssystemet opnås der et skybrudsniveau på en 10 års hændelse i alle oplande på nær Søhøj som opnår en 20 års hændelse.

Nettogeinsten for alle oplande er højest for en 50 års hændelse, men som det fremgår af Figur 26 og BILAG 3 ”Resultat af screeningen, så er bygningerne relativt få og ligger spredt i områderne, og det forventes ikke, at omkostningen til sikring af bygningerne overstiger 5% af omkostningerne til klimatilpasningen af afløbssystemet.

Derfor anbefales det, at reglen om supplerende tiltag anvendes i alle oplandene.



Figur 26: Bygninger som oversvømmes med mere end 20 cm efter klimatilpasning til en 5 års hændelse

6.5 Tune (MR)

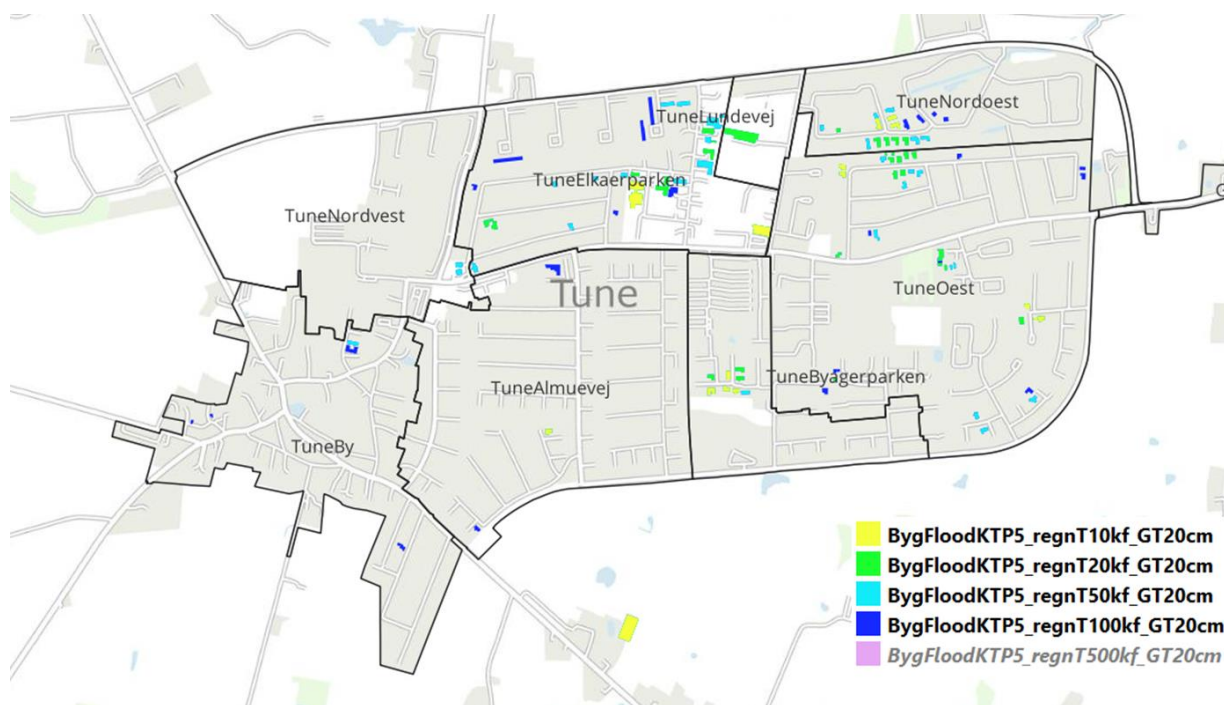
Samtlige oplande i Tune skal, hvis de skal separatkloakeres, dimensioneres til en 5 års hændelse i fremtiden.

I dette afsnit om Tune (MR) er det antaget, at de oversvømmelseskort som ligger til grund for den samfundsøkonomiske beregning er retvisende, hvilket ikke nødvendigvis er korrekt, som også anført tidligere. En endelig screening kan foretages når der er valgt afløbssystem for Tune.

Efter klimatilpasning af afløbssystemet opnås der et skybrudsniveau på mellem en 10 års og en 20 års-hændelse.

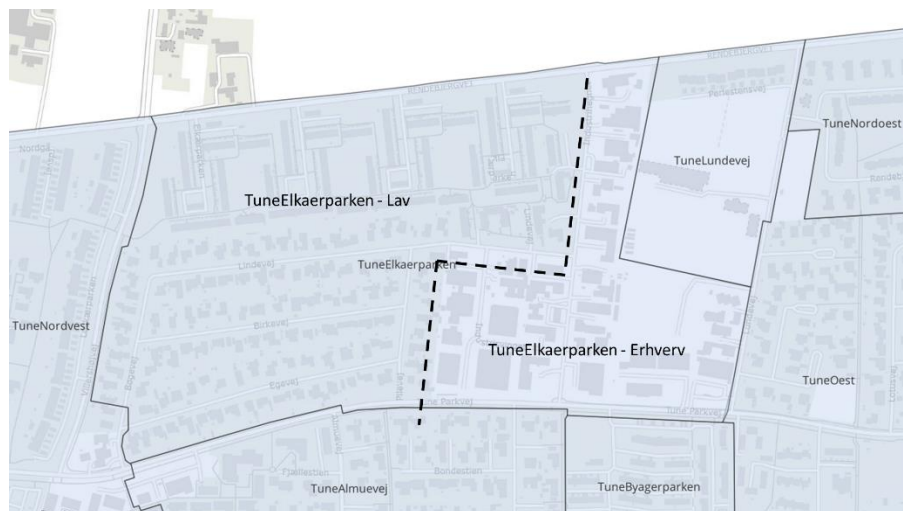
Screeningen viser, at der er positiv nettogevinst for et serviceniveau for vand på terræn for oplandene på 20-100 år.

Figur 27 viser bygninger, som oversvømmes med mere end 20 cm efter klimatilpasning til en 10 års hændelse.



Figur 27: Bygninger som oversvømmes med mere end 20 cm efter klimatilpasning til en 5 års hændelse.

Risikoen i **TuneElkærparken** ligger primært i erhvervsområdet. I resten af området med boliger er restrisikoen efter klimatilpasning af afløbssystemerne relativt lille. Det foreslås derfor, at Tune Elkærparken opdeles efter arealtypene ”lav” og ”erhverv”, Figur 28.

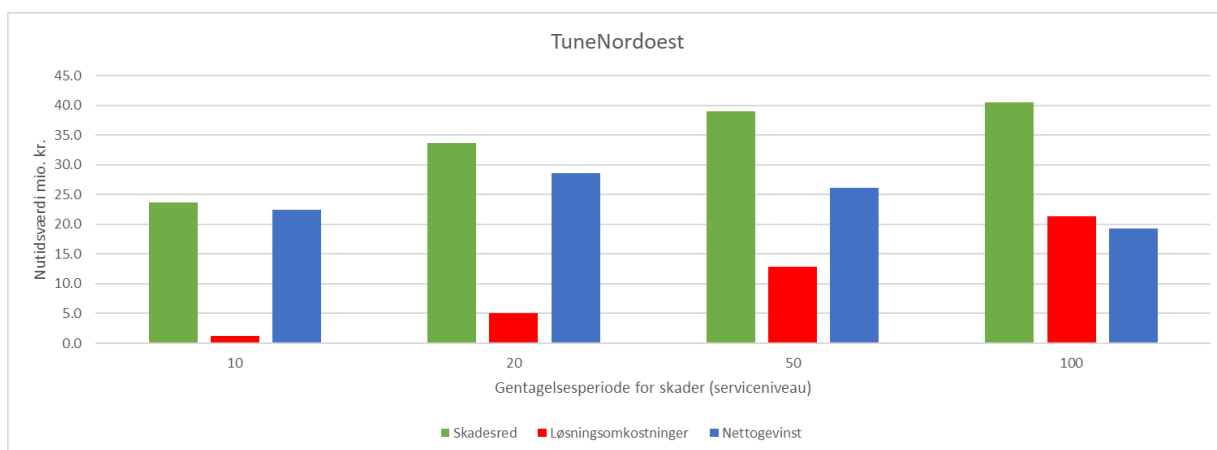


Figur 28: Forslag til ny inddeling af oplandet TuneElkærparken i to: ”lav” og ”erhverv”. Opdelingen er vist med en stiplede linje.

TuneElkærparken-Lav skal ikke have et højere serviceniveau for vand på terræn, men kan evt. analyseres for anvendelse af reglen om supplerende tiltag (5% -reglen). TuneElkærparken-Erhverv skal ifølge analysen skybrudssikres til en 100-årshændelse. Det anbefales derfor, at man i forbindelse med

klimatilpasning/separatkloakering gennemfører en analyse af hvilket serviceniveau for terræn der skal etableres i området.

Det nye byggeri i **Tune Nordøst** er separatkloakeret og tilpasset en 10 års hændelse. Alligevel sker der store oversvømmelser i området, som følge af afstrømningen fra oplandene som løber ind mod TuneOest. Serviceniveauet med den højeste nettogevinst er 20 år, som vist på Figur 29, men reglen om supplerende tiltag vil kunne anvendes i området jf. tabellen BILAG 3 ”Resultat af screeningen ”.



Figur 29: Nettogevinst for Tune NØ for forskellige serviceniveauer.

Oversvømmelsesrisikoen i **TuneOest** er meget begrænset bortset fra området i nord, som grænser op til Tune NordOest. Screeningen viser, at der bør skybrudssikres til en 20 års hændelse, men det ses også, at reglen om supplerende tiltag formentlig vil kunne anvendes i stedet for at hele oplandet skal analyseres (omkostningen til opnåelse af 20 års serviceniveauet er lavere end omkostningen til skadesreduktionen jf. tabellen i BILAG 3).

Pga. sammenhængen mellem oversvømmelser i Tune Nordøst og TuneOest anbefales det, at oplandsgrænsen ændres, sådan at bygningerne i risiko i TuneOest og som ligger inden for samme afstrømningsopland som TuneNordøst tilføjes Tune NordøstØ, som vist Figur 30.

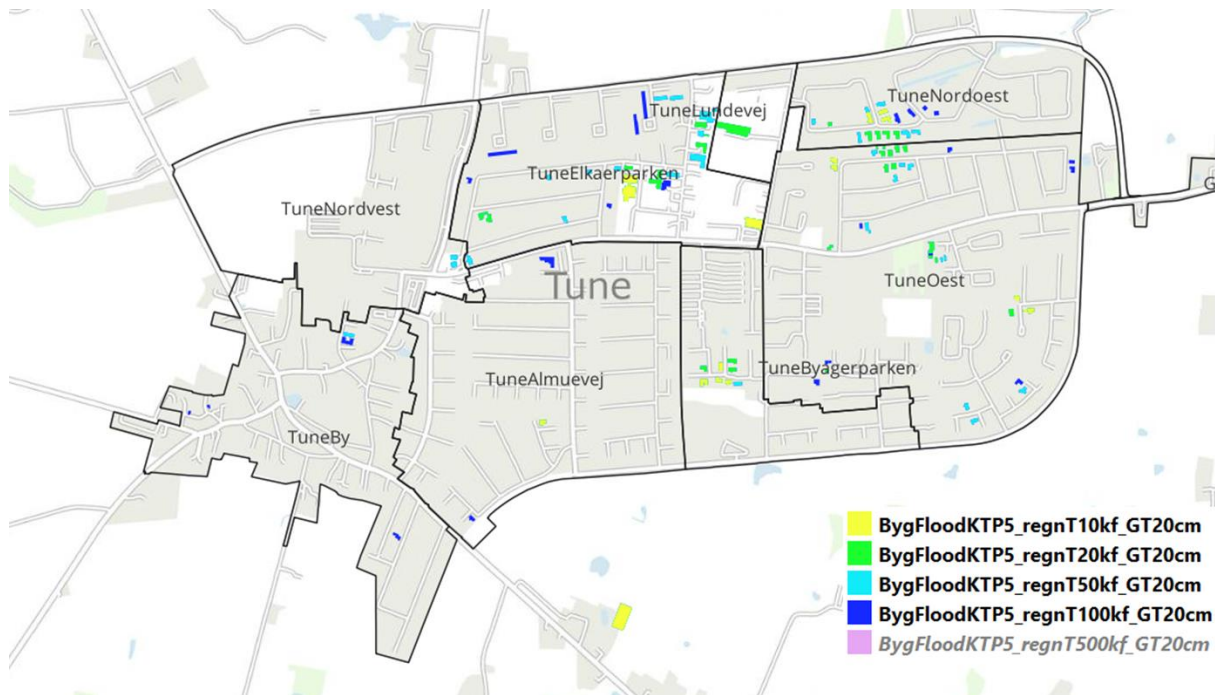


Figur 30: Forslag til ny oplandsafgrænsning mellem TuneNordøst og TuneOest

Det anbefales at der gennemføres en analyse af serviceniveau for vand på terræn på den nye afgrænsning af Tune NØ når den tidligere del af TuneOest skal klimatilpasses.

TuneByagerparken – den nordlige del - er ikke regnvandskloakeret, men leder regnvand til faskiner i området med et nødoverløb placeret lige syd for byområdet Byagerparken som leder vand til afløbssystemet. Den midterste del af Byagerparken har tidligere været ramt af skadevoldende oversvømmelser. Samme område er fortsat i risiko efter klimatilpasning af afløbssystemet i området. Screeningen viser da også, at oplandet bør skybrudssikres til en 100 års-hændelse. I den sydlige del af oplandet **TuneByagerparken** viser analysen ikke tegn på risiko for oversvømmelser.

TuneAlmuevej, Tuneby og TuneNordvest er alle stort set uden risiko efter separatkloakering af afløbssystemet. Der er ganske få bygninger i områderne som oversvømmes, og det vurderes, at der bør ses på anvendelse af reglen om supplerende tiltag i forbindelse med klimatilpasningen eller separatkloakeringen. Af BILAG 3 "Resultat af screeningen" fremgår det da også, at 5% af omkostningerne til klimatilpasning af afløbssystemet rigeligt vil kunne dække omkostningen til lokale skybrudssikring.



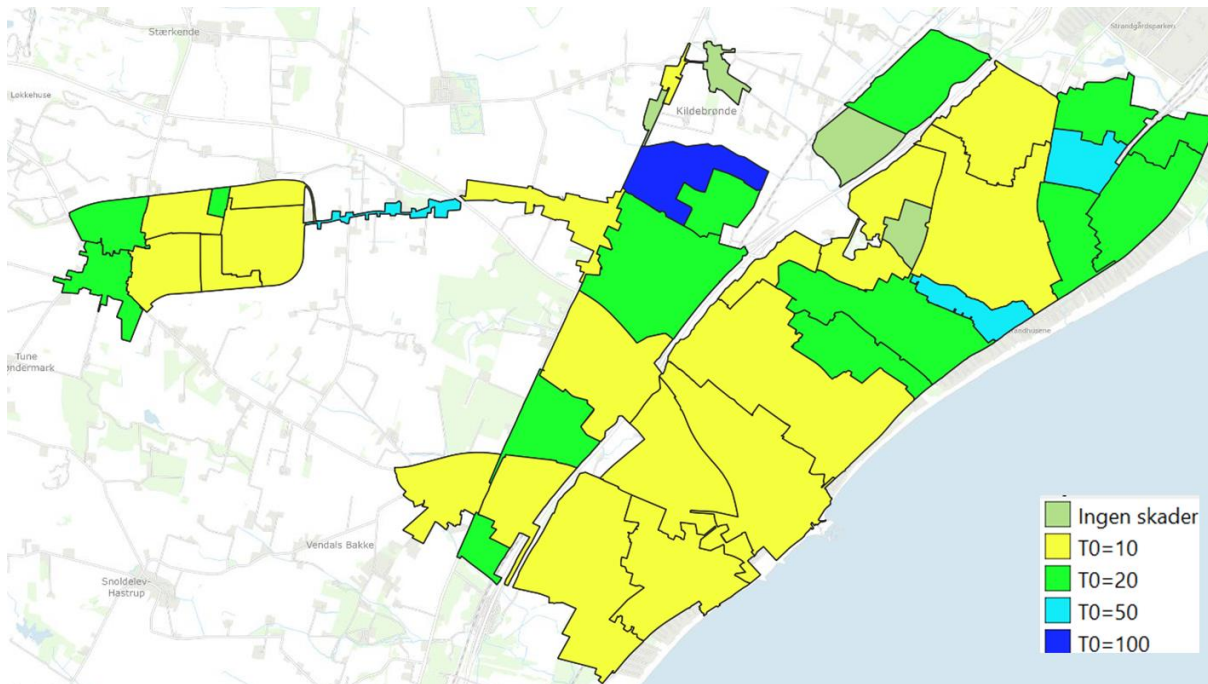
6.6 Følsomhed på resultatet

Anvendelse af en konstant skadespris på 1257 kr/m² vil ikke ændre på konklusionerne i de foregående afsnit.

6.7 Konklusion

Efter klimatilpasning af afløbssystemet opnås der et skadesniveau svarende til en 10-50 års hændelse. Figur 31 viser oplandenes specifikke niveauer (To).

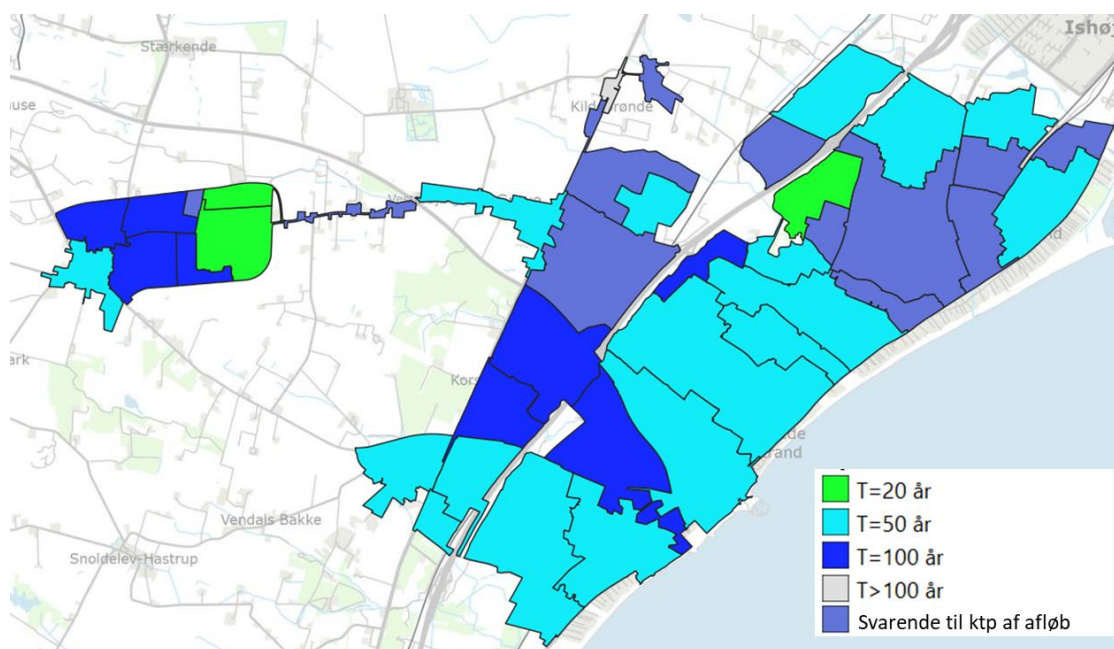
Her foreslås det, at Tune Elkjærparken og Tune NØ deles op i to mindre oplande. Det skal bemærkes, at der ikke er regnet på, om det skal være 5 eller 10 år og hvilket serviceniveau for vand på terræn der skal etableres i de nye oplande, da forslaget til opdeling er kommet til i slutningen af projektet.



Figur 31: Opnået skadesniveau ved klimatilpasning af afløbssystemet.

De fleste oplande opnår en højeste positiv nettogevinst, som er højere end serviceniveauet for klimatilpasning af afløbssystemet. Det skyldes dels at man for serviceniveau for vand på terræn regner uden sikkerhedsfaktor, sådan at et 5 års serviceniveau for afløbssystemet svarer til en 9 års hændelse for skybrud og en 10 års hændelse svarer til en 20 års hændelse uden sikkerhedsfaktor. Dels skyldes det, at klimatilpasningen af afløbssystemet reducerer skaderne markant og at de koster forholdsvis lidt at fjerne disse skader.

Figur 32 viser serviceniveauet for den højeste nettogevinst i oplandene. Der hvor de ikke er angivet er kan det ikke betale sig at sikre ud over klimatilpasningen af afløbssystemet.



Figur 32: Service niveauet svarende til den højeste nettogevinst

Det ses, at det for stort set alle oplande vil kunne betale sig at tilpasse oplandene til en 50 års hændelse, hvis det kan gøres for 5000 kr/m³. Det skyldes at der er en relativt lille vandmængde der skal håndteres, idet der kun skal fjernes vand ned til 20 cm vanddybde, (da det er det fastsatte kritiske niveau). Det ses også ved at prisen for det skærpede serviceniveau er meget lav mellem 14000 nutidskr og 6 mio nutidskr pr. opland. Udgiften er i de fleste oplande under 1 mio. nutidskr.

Resultaterne viser dog, at det i næsten alle oplandene er sådan, at omkostningerne til klimatilpasningen er meget lille og skaderne spredt over oplandene, så det formentlig bedst kan betale sig at gennemføre lokale tilpasninger. Det understøttes af, at omkostningerne til skybrudssikring i langt de fleste tilfælde ligger under 5% af omkostningen til klimatilpasningen af afløbssystemerne.

BILAG 3 "Resultat af screeningen" viser, at det kun er i oplandene: Metalgangen, Tune NØ, Tune Elkærparken, Tværhøjgård 2 og Greve Landsby, reglen om supplerende tiltag ikke kan anvendes. De to sidstnævnte er allerede klimatilpassede.

På denne baggrund er det kun i tre oplande, at det anbefales at etablere et minimumserviceniveau: i Metalgangen til et niveau på 50-100 år og i Tune Øst og Tune Elkærparken til 20 år.

I resten af oplandene anbefales det, at der i forbindelse med klimatilpasning af afløbssystemet anvendes reglen om supplerende tiltag til at reducere skaderne lokalt ved de skaderamte bygninger.

7 Prioritering af klimatilpasning af afløbssystemet (uden Tune)

Prioriteringen af klimatilpasningen blev tidligere gennemført i forbindelse med Klimatilpasningsplanen 2014, og indarbejdet i Greve Kommunes kommuneplan. Prioriteringen var baseret på de daværende oversvømmelseskort beregnet med en ikke kvalitetssikret model.

Her er der gennemført en detaljeret oversvømmelsesberegning med en opdateret og kvalitetssikret hydraulisk model for statussituationen og for et klimatilpasset system. Det giver bl.a. mulighed for at prioritere klimatilpasning (og evt. skybrudssikring) ud fra, hvor man får mest skadesreduktion for pengene og/eller hvor skaderne er størst.

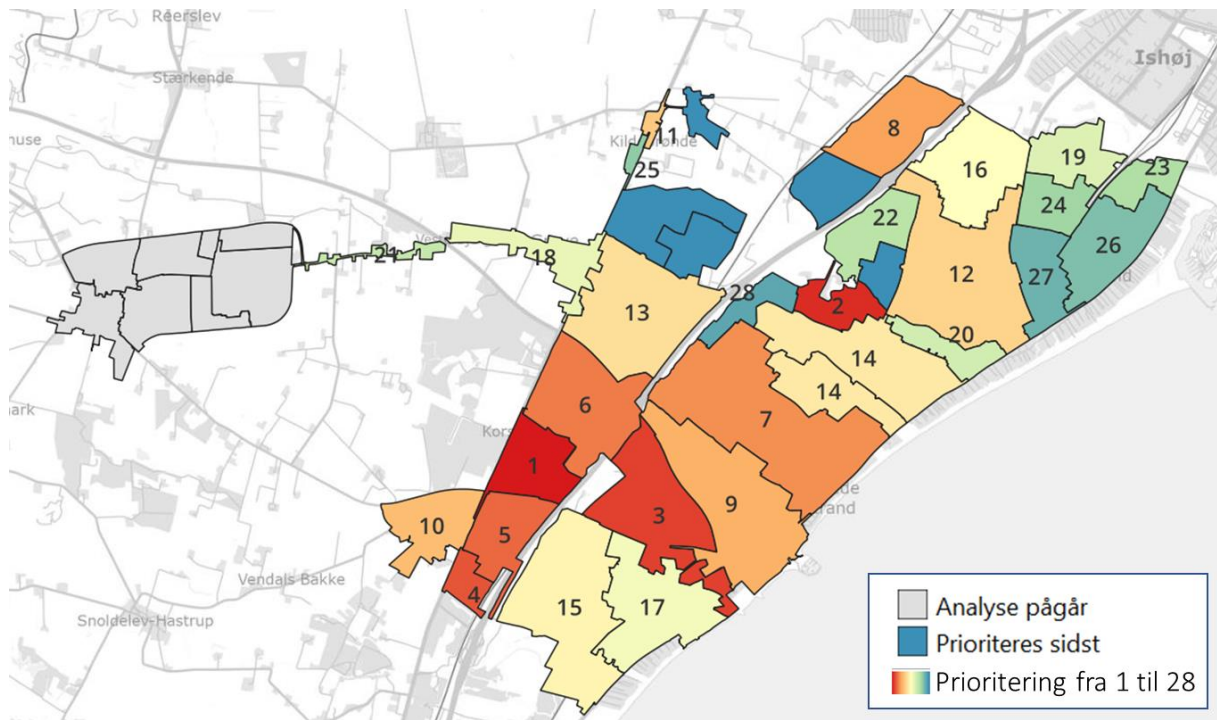
Oversvømmelseskortene i Tune afhænger af, hvilket afløbssystem der vælges i de forskellige oplande og dermed hvilket serviceniveau for afløbssystemet der skal beregnes skader og løsninger for. Derfor medtages oplandene i Tune ikke i denne delprioritering, men kan inddrages når fremtidens afløbssystem i Tune er valgt.

Greve Kommune og KLAR Forsyning har aftalt, at der i prioriteringen også skal indgå andre elementer, men som en delprioritering er skadesreduktionen i forhold til løsningsomkostningerne beregnet. Sættes oplandene i rækkefølge ved at prioritere oplandet med det største forhold før, det næste største som nummer to osv. får man en prioritering som giver størst skadesreduktion for pengene først. Resultatet for alle oplande ses i Tabel 13 og Figur 33.

Gevinsten ved klimatilpasning i form af bygningsskadesreduktion og løsningsomkostningerne for klimatilpasning af afløbssystemerne, som er beregnet i afsnit 5 ved brug af metoderne beskrevet i BILAG 2 "Metodebeskrivelse – samfundsøkonomisk beregning", er anvendt til at beregne skadesreduktion divideret med løsningsomkostninger.

Hvis man kun skulle prioritere efter, hvor man får mest skadesreduktion for pengene, skulle man starte klimatilpasningen af afløbssystemet i erhvervsområderne Metalgangen, Håndværkerbyen, Karlslunde Industri, Greve Main, Kildebrønde Industri og herefter beboelsesområder, hvor der også tidligere har været udfordringer med oversvømmelser: Mosede (samentænkt med Langagergård), Birkedalen, og Karlslunde Landsby.

Birkedalen, Greve Midt1 og Greve Landsby ligger ikke så højt i delprioriteringen, hvilket måske kan undre, fordi der tidligere har været oversvømmelser. Det skyldes, at de lavthængende frugter, i form af klimatilpasning i oplandene, allerede er høstede, og at der dermed er opnået en betydelig skadesreduktion. Hvis man så på skadesbilledet før klimatilpasningen, ville de rangere højere, så derfor bør det stadig prioriteres højt at færdiggøre klimatilpasningen til T=10 år i disse oplande.



Figur 33: Delprioritering (uden Tune) af oplandene ud fra forholdet mellem skadesreduktion og løsningsomkostninger

Tabel 13: Skadesreduktion i forhold til løsningsomkostninger ved klimatilpasning af afløbssystemet i sidste kolonne findes prioriteringen. 999 angiver at forholdet er nul og at oplandet derfor ikke kan delprioriteres.

Opland	KTP niveau i år	Skadesreduktion ved KTP af		Skadesred i forhold til KTP løsninger	Delprioritering
		KTP Løsninger mio. nu	afløbssystemet til KTPniveau år		
Metalgangen	10	18.29	123.25	6.74	1
Haandvaerkerbyen	5	19.23	79.92	4.16	2
Langagergaard	10	14.01	46.40	3.31	3
Soehoej	5	7.94	22.07	2.78	4
Karlslunde Industri	5	25.36	61.92	2.44	5
Greve Main	5	45.60	103.76	2.28	6
Birkedalen	10	238.16	478.15	2.01	7
Kildebroende Industri	10	69.14	129.28	1.87	8
Mosedede	5	155.74	274.82	1.76	9
Karlslunde Landsby	5	32.98	33.01	1.00	10
Kildebroende LandevejNord	5	7.98	7.88	0.99	11
Olsbaek_nord	5	109.76	75.89	0.69	12
Ventrupparken	5	48.02	24.84	0.52	13
Greve Midt	10	176.11	78.77	0.45	14
Karlslunde Syd	5	88.06	34.97	0.40	15
Hundige Parcelhuse	5	85.95	33.84	0.39	16
Karlslunde Strand	5	86.37	33.61	0.39	17
Greve Landsby	10	7.11	2.22	0.31	18
Hundige Bygade	5	21.92	6.68	0.30	19
Olsbaek_syd	5	6.10	1.67	0.27	20
Grevevej	5	15.66	3.13	0.20	21
Olsbaeksoen	5	17.85	2.76	0.15	22
Lumringsrenden	5	19.61	2.73	0.14	23
Waves	5	90.46	11.01	0.12	24
Kildebroende LandevejSyd	5	4.77	0.48	0.10	25
Hundige Oest	5	55.55	4.83	0.09	26
Gersagerparken	5	68.44	4.40	0.06	27
Haslehegnet	5	6.17	0.28	0.05	28
TuneElkaerparken	10	52.00	357.11	6.87	Analyse pågår
TuneNordoest	10	12.00	45.80	3.82	Analyse pågår
TuneByagerparken	5	12.00	28.31	2.36	Analyse pågår
TuneAlmuevej	5	124.00	44.27	0.36	Analyse pågår
TuneNordvest	5	56.00	17.90	0.32	Analyse pågår
TuneOest	5	115.00	15.13	0.13	Analyse pågår
TuneBy	5	103.00	6.41	0.06	Analyse pågår
TuneLundevej	5	0.00	0.56	0.00	Prioriteres sidst
Kildebroende Landsby	5	1.75	0.00	0.00	Prioriteres sidst
Kildebroende Vest	5	0.00	0.00	0.00	Prioriteres sidst
Kildebroende Vest2	5	0.00	0.00	0.00	Prioriteres sidst
Tvaerhoejgaard1	10	0.00	0.00	0.00	Prioriteres sidst
Tvaerhoejgaard2	10	0.00	0.50	0.00	Prioriteres sidst
Stadion	5	0.00	0.00	0.00	Prioriteres sidst

Langagergård er speciel, da området er anlagt til et serviceniveau for afløbssystemet på T=10 år. Løsningsomkostningerne ligger i området Adolf Andersensvej, som i planen kobles på Langagergård, mens skadesreduktionen primært ligger i bygningen Karlslunde Centret, som bliver oversvømmet af regnvand fra Mosede oplandet. Langagergård kan ikke prioriteres særskilt, som tidligere beskrevet i oplandsplanerne afsnit 4.5, men må ses i sammenhæng med Mosede, som også figurerer højt på listen. Hvis der laves lokal skybrudssikring af Karlslunde Centeret, vil det evt. have den effekt på resultatet at Langagergård ikke figurerer så højt på listen.

At Søhøj figurerer så højt på listen, skyldes at løsningerne her er så billige: kun en ny Ø400 ledning, som giver øget afledning mod Karlundebækken. Denne pris giver dog et lidt misvisende billede af klimatilpasningen, eftersom udledningen til Karlslundebækken med forsinkelsesbassin og rensning, og

evt. omlægning af bækken for at få plads til bassin ikke er prissat. Søhøj er ellers et højtliggende og ikke specielt oversvømmelsestruet område.

Tabel 13 viser at oplandene i Tune Elkjærparken og Tune Nordøst har de højeste forhold mellem skadesreduktion og løsningsomkostninger. Under modelleringen blev det dog klart, at der i dette hjørne af Tune ikke er helt styr på modellens kvalitet efter konvertering til SWMM. Der er også noget konkret usikkerhed om ledningsplaceringer og modeloplandene i området Lundevej, som fællesledningen fra Lundevej passerer igennem efter den netop overståede separat kloakering. Derfor skal bemærkes, at det kræver yderligere kvalitetssikring af model før der prioriteres direkte efter dette i Tune, og det omtales nærmere i rapporteringen af ”Valg af afløbssystem i Tune”, KLAR Forsyning marts 2023. Derfor er Tune helt udgået af delprioriteringen.

Delprioriteringen kan inkluderes i det videre arbejde med prioriteringen af klimatilpasningen i Greve.

8 Sammenfatning og anbefaling

Service niveauet for afløbssystemet har i Greve Kommunes blev fastsat til en 10 års hændelse efter de store oversvømmelser i 2002 og 2007. Grundlaget for fastsættelse af service niveauet i 2007 var en analyse af omkostningerne til klimatilpasning af Greve Midt (syd for Greve Centervej), da det primært var området omkring Greve Gymnasie, Rådhus samt Streget som blev oversvømmet.

Med ny lovgivning skal Greve Kommune og KLAR Forsyning vise, at det er samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt at skærpe service niveauet for det separate regnvandssystem fra 5 til 10 år for at KLAR Forsyning kan finansiere et service niveau for afløbssystemet på 10 år.

Valg af service niveau for afløbssystemet

KLAR Forsyning har derfor modelleret klimatilpasning til 5 og 10 år i de hydrauliske modeller og prissat dem. Baseret på disse modeller er det beregnet, hvilken skadesreduktion de to scenarier giver. Netto gevinsten som er skadesreduktionen fratrukket løsningsomkostningerne er beregnet. I områderne hvor netto gevinsten for en 10 års hændelse er positiv og større end for en 5 års hændelse må KLAR Forsyning finansiere et skærpet service niveau.

I områder som i væsentlig grad allerede er klimatilpasset til en 10 års hændelse, kan denne praksis fortsætte.

De fleste oplande har størst netto gevinst for en 5 års hændelse og service niveauet for afløbssystemet bør derfor fastsættes til dette jf. Skrift 27. Undtagelserne fra dette er:

- Metalgangen og Kildebrønde Industri har en netto gevinst der er højere end en 5 års hændelse og positiv for en 10 års hændelse, og bør derfor klimatilpasses til en 10 års hændelse.
- Birkedalen, Greve Midt 1 og Greve Landsby har tidligere været udsat for store oversvømmelser og er derfor allerede delvist klimatilpasset. Det er tidligere vist, at det var økonomisk hensigtsmæssigt at tilpasse disse til en 10 års hændelse, og derfor er hovedsystemerne her allerede anlagt til en T=10 års hændelse. De bør derfor klimatilpasses færdigt til dette service niveau på 10 år, da der ikke resterer så stor en andel af den samlede klimatilpasning. For Birkedalen og Greve Midt 1 er der givet forhåndsgodkendelse fra forsyningssekretariatet, hvis det anlægges inden 2027, men det er der ikke for Greve Landsby.
- Langågergård, Kildebrønde Vest, Tværhøjgård 1 og 2 er alle anlagt efter 2007, hvor service niveauet for afløbssystemet var skærpet til en 10 års hændelse i 2120 og lever derfor allerede op til dette niveau.

Der er mindre delområder i Hundige Øst og Karlslunde Syd som allerede er klimatilpasset til en 10 års hændelse. I disse delområder viser analysen at netto gevinsten er negativ og derfor fortsættes denne praksis ikke i resten af oplandet, men ændres til en 5 års hændelse.

Figur 34 viser det anbefalede service niveau for afløbssystemet for samtlige oplande og angivelse af hvilke oplande/områder, hvor der bør gennemføres mere detaljerede analyser af service niveau for vand på terræn i forbindelse med klimatilpasningen af afløbssystemet.

Når afløbssystemet er klimatilpasset, vil der i langt de fleste oplande ske skadevoldende oversvømmelser sjældnere end hver 10-20 år.

Valg af serviceniveau for vand på terræn i hvert opland

Loven giver også mulighed for at KLAR Forsyning finansierer enten et højere serviceniveau for vand på terræn i et opland eller gennemfører skadesreducerende lokale tiltag.

Der er gennemført en screening af hvilken skadesreduktion, der vil kunne opnås ud over den reduktion der opnås ved klimatilpasning af afløbssystemet. De tilsvarende løsningsomkostninger er opgjort ved en screening af oversvømmelsernes størrelse for forskellige serviceniveauer.

Nettogeinsten for hvert serviceniveau er beregnet og det niveau, som har den største positive nettogeinst, kan vælges for oplandet.

I stort set samtlige oplande findes der et serviceniveau, som ligger højere end det man opnår ved klimatilpasning af afløbssystemet. Det skyldes, at skadesreduktionerne er relativt høje og at det er relativt små vandmængder, der skal fjernes for at opnå skadesreduktionen.

Faktisk er de vandmængder, som bør fjernes for at der ikke er skader, så små, at løsningsomkostningerne i de fleste oplande udgør mindre end 5% af omkostningerne til klimatilpasning af afløbssystemerne. I disse oplande ligger bygningerne som er i risiko for skade også spredt, dvs. at det ikke vil give mening at etablere en samlet løsning for dem alle. Derfor anbefales det i disse oplande, at man ikke bruger ressourcer på at gennemføre dyre detaljerede beregninger, for at finde det optimale serviceniveau for vand på terræn. I stedet anbefales det, at man anvender reglen om supplerende tiltag, som giver mulighed for, at forsyningen finansierer op til 5% af omkostningen til klimatilpasning af afløbssystemet til lokale skadesreducerende tiltag. Supplerende tiltag kan f.eks. være at forhøje kantsten eller terræn. Anvendelsen af reglen om supplerende tiltag kræver, at omkostningen balanceres af skadesreduktionen som det er tilfældet i disse oplande.

Konklusionen på serviceniveauer i Tune kan først drages, når det er valgt, hvilket afløbssystem der skal arbejdes videre med i fremtiden. Til svarende kan Tune ikke inddrages i delprioriteringen.

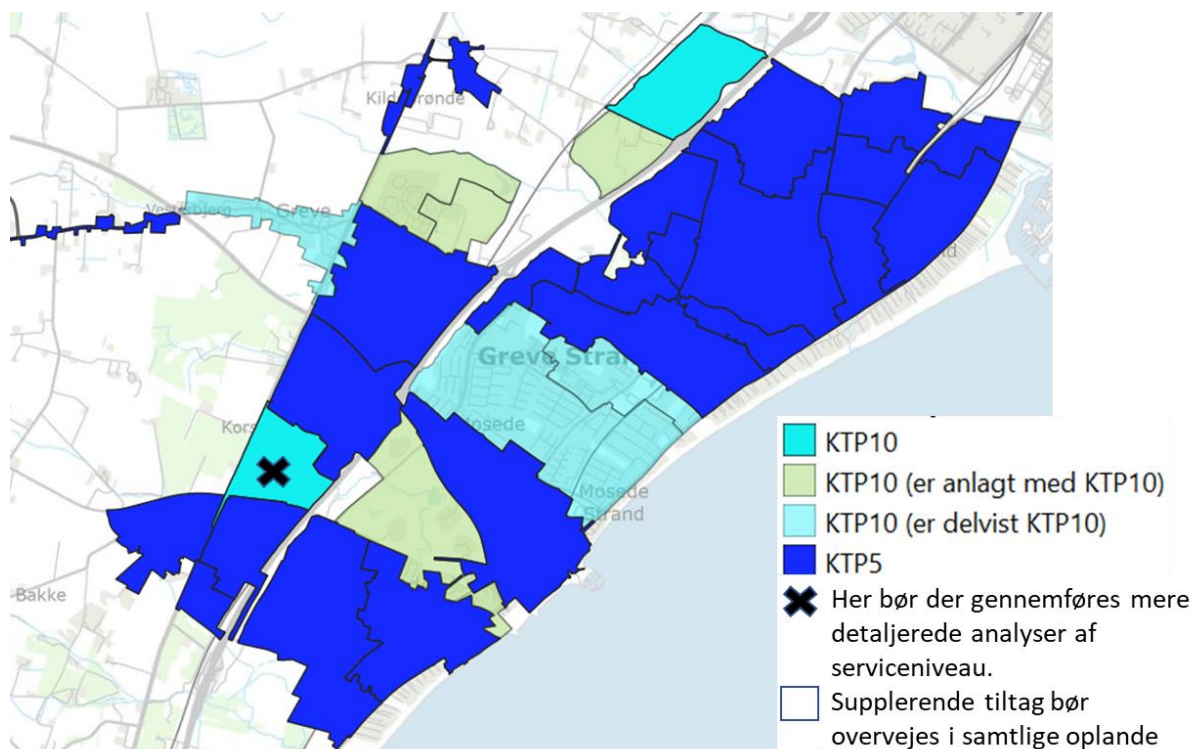
I oplandene Metalgangen, Tværhøjgård 2 og Greve Landsby, kan reglen om supplerende tiltag ikke anvendes, da omkostningen til skadesreduktionen er mere end 5% af omkostningen til klimatilpasning af afløbssystemet. Tværhøjgård 2 er anlagt med 10 års serviceniveau og Greve Landsby er allerede delvist klimatilpasset, så her vil der alligevel ikke kunne opnås nogen synergieffekt i anlægsfasen.

På denne baggrund anbefales det kun at gennemføre detaljerede beregninger af serviceniveau for vand på terræn i Metalgangen (til et forventet omtrentligt niveau på 50-100 år) se Figur 34

De detaljerede beregninger vil i princippet omfatte samme beregninger, som dem som er gennemført her, men løsninger og skadesberegninger for alle serviceniveauer, skal gennemføres med modelberegninger, og ikke kun ved at forskyde skadeskurverne og opgøre volumen på terræn, som i screeningen her. Løsningerne kan også gøres væsentligt mere konkrete når man alligevel er i gang med at klimatilpasse afløbssystemerne i de pågældende områder jf. spor B.

Det anbefales at gennemføre analyserne i forbindelse med at området skal klimatilpasses jf. prioriteringen, da man i den proces vil opnå endnu større viden om de lokale strømningsforhold og dermed kan give en væsentlig mere præcis pris på skybrudstiltag. Derfor anbefales det også, at

kommunen anvender spor B, hvor KLAR Forsyning skal/kan gennemføre den samfundsøkonomiske analyse.



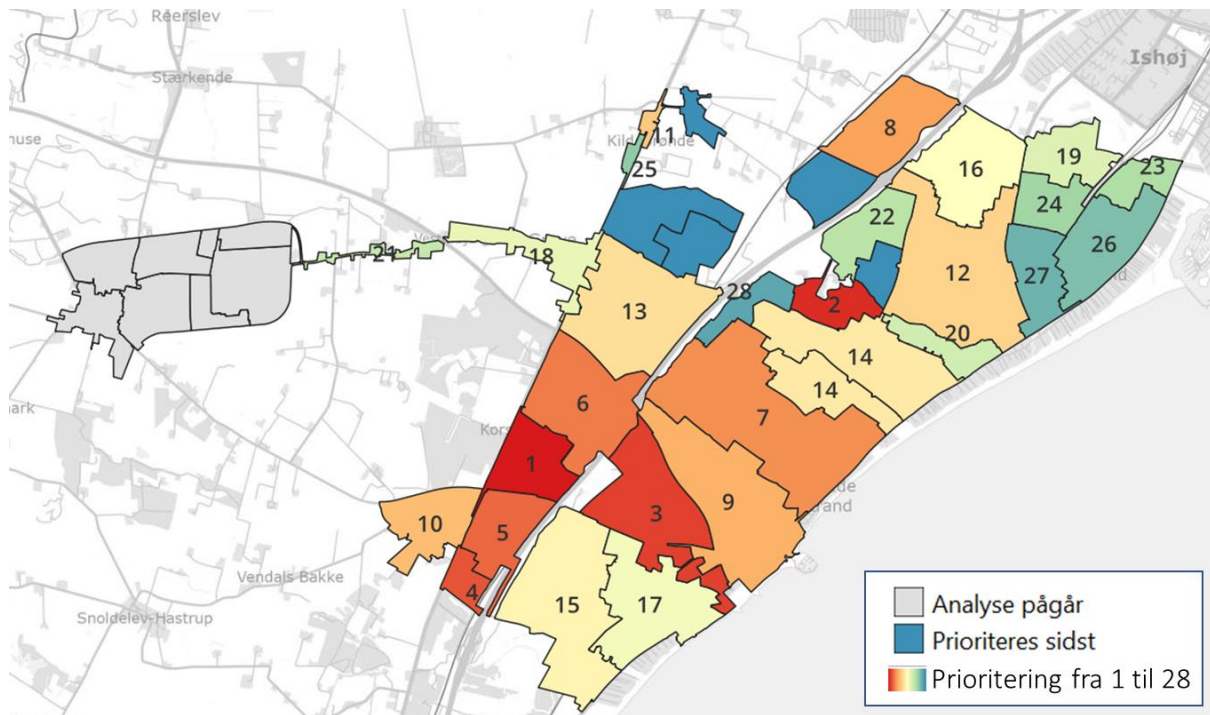
Figur 34: Anbefalet serviceniveau for afløbssystemet og angivelse af hvilke oplande (angivet med X), hvor der bør gennemføres mere detaljerede analyser i forbindelse med klimatilpasningen af afløbssystemet.

Delprioritering af klimatilpasningen

Greve Kommune og KLAR Forsyning har aftalt, at der i prioriteringen også skal indgå andre elementer, men som en delprioritering er skadesreduktionen i forhold til løsningsomkostningerne beregnet. Oplandene i Tune er i første omgang taget ud af delprioriteringen, men flettes ind blandt de øvrige oplande, når der er valgt en overordnet strategi for Tune.

Hvis man kun skulle prioritere efter, hvor man får mest skadesreduktion for pengene, skulle man starte klimatilpasningen af afløbssystemet i erhvervsområderne Metalgangen, Håndværkerbyen, Karlslunde Industri, Greve Main, Kildebrønde Industri og herefter beboelsesområder, hvor der også tidligere har været udfordringer med oversvømmelser: Mosede (sammen tænkt med Langagergård), Birkedalen og Karlslunde Landsby. Delprioriteringen er vist i Figur 35.

Birkedalen, Greve Midt1 og Greve Landsby ligger ikke så højt i delprioriteringen, hvilket kan undre. Dette skyldes at de mest lavhængende frugter allerede høstet med hensyn til skadesreduktion, pga. den delvise klimatilpasning i disse oplande. Men hvis man så på skadesbilledet før klimatilpasningen, ville de rangeres højere, så derfor bør det stadig prioriteres højt at færdiggøre klimatilpasningen til T=10 år i disse oplande.



Figur 35: Delprioritering af oplandene ved skadesreduktion i forhold til løsningsomkostninger (identisk med Figur 33).

9 Ordforklaring

Service niveau for afløbssystemet er den T års hændelse (5 eller 10 år) som ikke giver vand på terræn pga. afløbssystemets kapacitet.

Service niveau for vand på terræn er den maksimale T-års regnhændelse som ikke giver skader.

Klimatilpasning anvendes som betegnelse for at afløbssystemet bringes til at leve op til maksimal opstuvning til terræn ved en 5 eller 10 års hændelse i 2117.

Skybrud er når regnen er kraftigere end hvad klimatilpasningen kan klare.

Skybrudssikring er når der etableres anlæg, som sikrer at der ikke kommer skader (på bygninger) ved skybrud.

EAD: Expected Annual Damage er den gennemsnitlige årlige skade i kr/år.

NAF: Nettonutidsfaktoren repræsenterer moms og afgifter

Tegnsætning: I denne rapport og analyse er der anvendt international tegnsætning i tal således at ”.” anvendes som kommaseparator og ”,” som tusindtalsseparator.

”Tilpasning” anvendes som en generel beskrivelse for klimatilpasning og skybrudssikring.

10 Referencer

Reference 1. Skrift 27 Spildevandskomiteen 2005:

<https://ida.dk/media/2957/skrift27funktionspraksisforafloebssystemerunderregn.pdf>

Reference 2. Skrift 30 Spildevandskomiteen 2014: https://ida.dk/media/2994/svk_skrift30_0.pdf

Reference 3. Skrift 31 Spildevandskomiteen 2017

https://ida.dk/media/2967/svk_skrift31_22092017.pdf

Reference 4. ”Lov om ændring af lov om betalingsregler for spildevandsforsyningsselskaber m.v., lov om miljøbeskyttelse, vandsektorloven, lov om vandløb og lov om vandforsyning m.v.”

Reference 5. Vejledning om fastsættelse af serviceniveau for tag- og overfladevand efter den samfundsøkonomiske metode i serviceniveaubekendtgørelsen Bek. nr. 2276 af 29/12/20.

Reference 6. Svar til Birgit Paludan vedr. nye KTP-regler 12-11-2021. Torsten Duer, Energistyrelsen.

11 BILAG 1 ”Metoder, forudsætninger og rammer for dimensionering og tilpasning af afløbssystemer i Greve Kommune”

11.1 Indledning

KLAR Forsynings hydrauliske modeller anvendes til beregning af de hydrauliske forhold i kloakken.

Modelberegningerne af klimatilpasningen opdeles i to hydraulisk adskilte dele, som blev håndteret i hvert sit beregningssoftware af to forskellige modellører (se initialer):

- Tune som er fælleskloakeret blev regnet i Mike Urban 2019 (MFR, KLAR Forsyning) og i PCSWMM 2D EU (ABB, KLAR Forsyning)
- De andre regnvandsoplande i Greve Kommune blev regnet i PCSWMM 2D EU (ABB, KLAR Forsyning)

Forudsætninger og randbetingelser for de to modeller er dog det samme og gennemgås i følgende afsnit. Modellerne giver også sammenlignelige ens resultater

11.2 Nedbør

Til beregningerne anvendes der CDS regn (den regionale regnrække version 4.1 i skrift 30) med gentagelsesperiode 2, 5, 10, 20, 50, 100 og 500 år.

Ved dimensionering af bassiner anvendes der CDS regn med gentagelsesperioden 10 år p.t. (det kan evt. ændre sig i forbindelse med analysen af serviceniveau for vand på terræn). Når anlægget er dimensioneret/klimatilpasset gennemføres en beregning af anlægget med en tidsserie fra 1979 - med den nærmeste SVK måler 30451 Mosede Renseanlæg, for at sikre, at dimensioneringen også er korrekt med koblede hændelser.

11.3 Faktorer og scenarier

Der anvendes følgende **klima- og reduktionsfaktorer**:

Gentagelsesperiode	Klimafaktor (2110 SVK30)	Hydrologisk reduktionsfaktor
Status	1,00	-
T<=1	1,00	0,80
T=2	1,20	0,90
T=5	1,24	1,00
T=10	1,30	1,00
T=20	1,31	1,00
T=50	1,34	1,00

T=100	1,40	1,00
T=500	1,53	1,00

Klimafaktorerne stammer fra Skrift 30, mens reduktionsfaktorerne er en vurdering af for hvilke hændelser de befæstede overflader ikke alle når fuldt ud at afstrømme til kloakken.

Der antages en lineær fremskrivning af klimafaktoren fra nu til 2120. Klimafaktoren for gentagelsesperioden T=500 år er lineært fremskrevet til 1.53. 500 års hændelsen har dog lille indflydelse på det samlede resultat.

Når der skal kalibreres og gennemføres analyser for statussituationen (nutid) skal der anvendes en fortætningsfaktor på 1,0 og en sikkerhedsfaktor 1,0.

Til dimensionering for fremtidige forhold anvendes sikkerhedsfaktoren 1,2 i henhold til skrift 27, da der ikke er gennemført omfattende kalibrering af modellerne.

I projektet serviceniveau for vand på terræn i Greve anvendes der følgende faktorer:

Ved dimensionering af det klimatilpassede system (2122): klimafaktorer som i tabel, fortætningsfaktor 1.0 og sikkerhedsfaktor 1.2

Ved beregning af oversvømmelseskort

Nutid 2023: klimafaktor=1.0, fortætningsfaktor=1.0 og sikkerhedsfaktor 1.0 (i første omgang status model).

Fremtid 2123: med klimafaktor som i tabel og sikkerhedsfaktor 1.0.

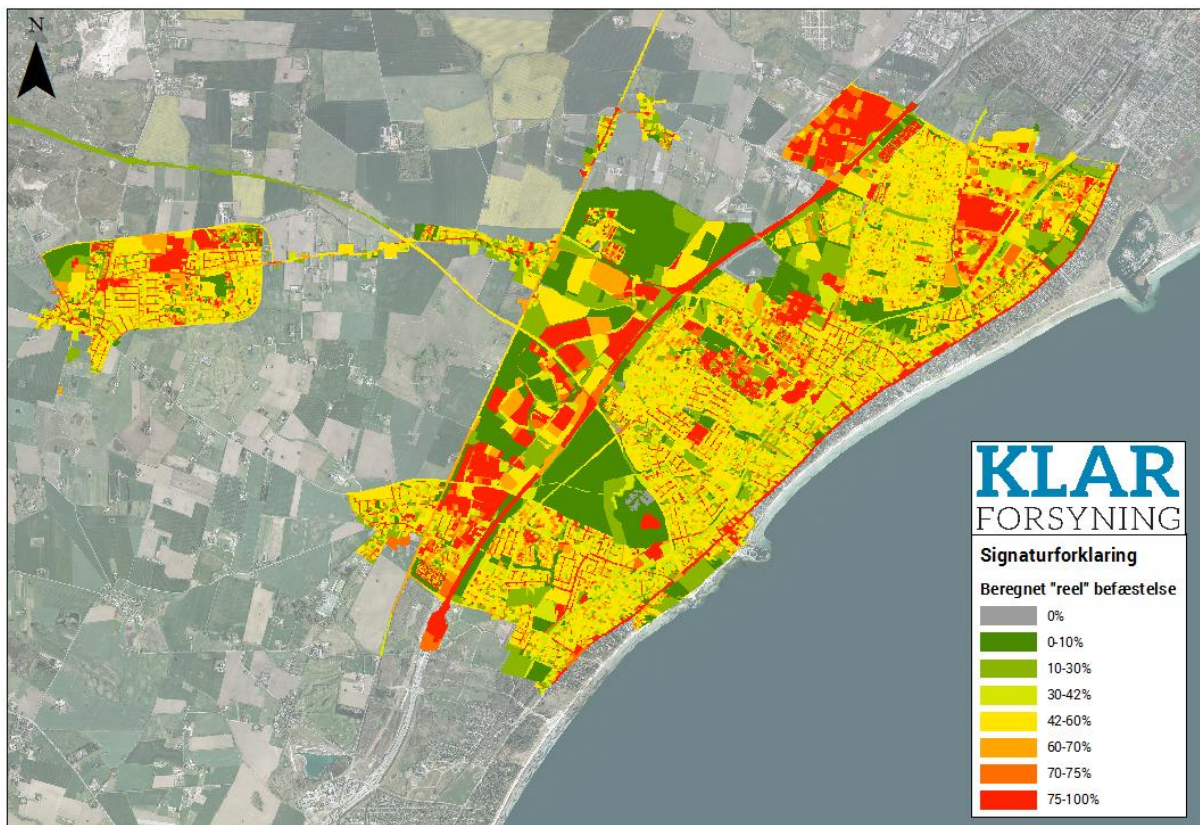
Der køres oversvømmelsesberegninger for følgende scenarier, med klimafaktorer svarende til år 2123:

- Status
- Klimatilpasset system til T=10år
- Klimatilpasset system til T=5år

Det klimatilpassede afløbssystem dimensioneres i første omgang til en gentagelsesperiode på 10 år, hvorefter rør- og bassin-dimensioner nedskaleres til T=5 år. Med undtagelse af Tune, der er dimensioneret for en gentagelsesperiode på 10 år for fællessystemet, en gentagelsesperiode på 5 år for det separate system og opskaleres til T=10 år for det separate system. Se mere her om i afsnit 4.2.2.

11.4 Areal der skal håndteres- beregning af befæstet areal

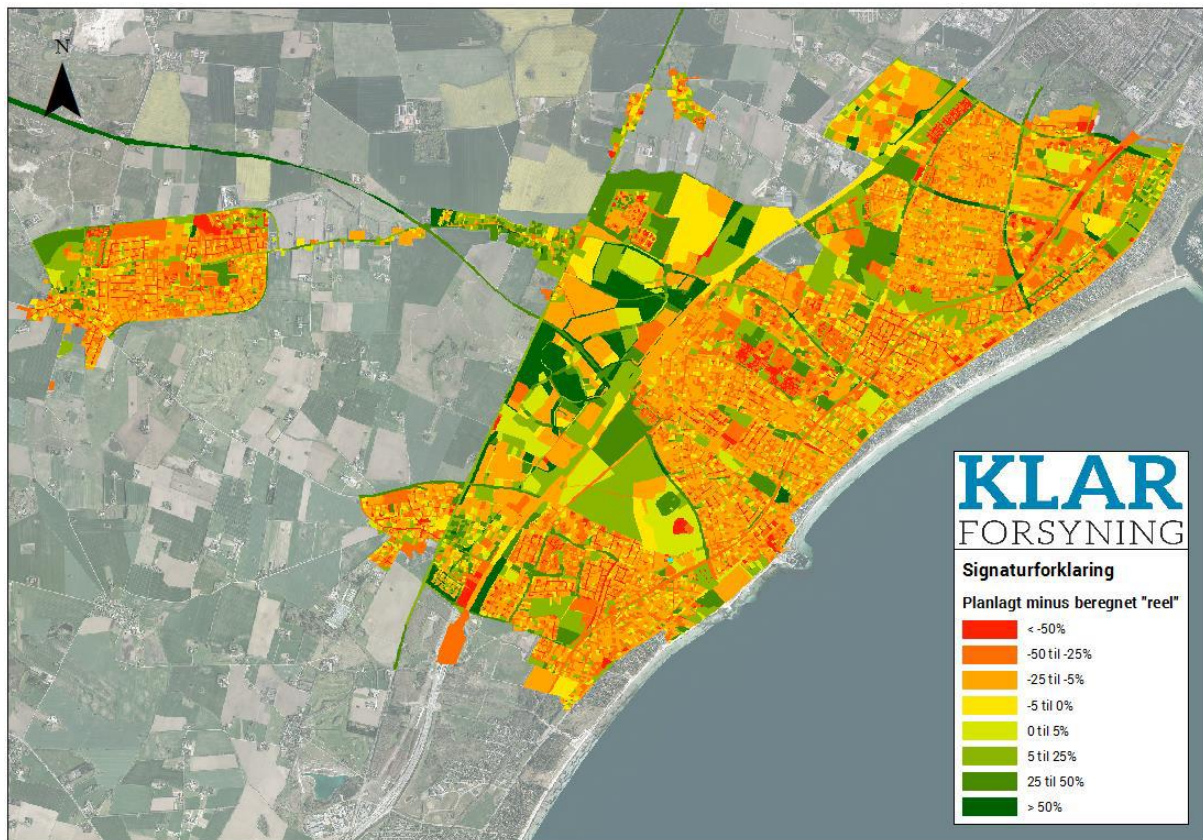
Når der skal findes (befæstet) areal som bidrager til regnafstrømningen anvendes opgørelsen af befæstet areal på matriklerne som er udført i Greve ved en NDVI analyse af overfladen i 2016 (figur 28).



Figur 36: Befæstelsesgrader i Greve Kommune. Opgjort i 2016.

Når der klimatilpasses i detaljen, skal det i de aktuelle områder undersøges, hvilke matrikler der går på hvilke brønde (der findes registreringer af stik i ledningsdatabasen som evt. kan anvendes til dette). Særligt bør der fokuseres på de store matrikler, som kan have betydning for ledningsdimensionen dvs. matrikler større end 2000 m² og befæstede arealer større end 400 m².

Der anvendes ikke fortætningsfaktorer ved dimensioneringen, da en analyse som KLAR Forsyning har foretaget viser, at der ikke er potentiale for fortætning.



Figur 37: Forskellen mellem den planlagt og beregnede befæstelse på matrikelniveau. De gule områder i figuren er der hvor der er en nogenlunde overensstemmelse mellem planlagt og beregnet befæstelse. De grønne områder er underbefæstede og de rødlige områder er overbefæstede.

Der anvendes følgende afstrømningsgrader (fi-værdi) for de forskellige kortlagte arealtyper i modellen. De grønne arealer og marker håndteres med en konstant afstrømning i vandløbsknuderne jf. afsnit 4.5

MOPS areal navn	Areal type	Tilhørende Fi-værdi (%)
A_Class_001	Bygninger	100
A_Class_002	Søer	100
A_Class_003	Vandløb	100
A_Class_004	Parkeringspladser	100
A_Class_005	Vej (kørevej)	100
A_Class_006	Vej (anden vej*, intern vej* og indkørselsvej*)	100
A_Class_007	Vej (cykelsti*, hovedsti*, sti diverse* og vej diverse*)	100

A_Class_008	Vådbassin	100
A_Class_009	Tørbassin	10
A_Class_010	Jernbane, sporareal	60
A_Class_011	Jernbaneskråning	20
A_Class_012	NDVI andet befæstet- inden for 13m buffer af nedløbsrist	100
A_Class_013	NDVI andet befæstet	10
A_Unclassified	Beregner automatisk restarealet (grønt)	0

Som oplandsafstrømning (runoff) genererer MOPS nu automatisk nogle tidsserier som input til SWMM, følgende ModelA med tidsareal-kurve. Koncentrationstiden for oplandene er som standard sat til 15min, og i tilfælde af meget store oplande opjusteret.

11.5 Vandstande i recipienter – hav og søer

Vandstanden i Køge Bugt sættes til 1 m for 2121, hvilket er regnet ud fra følgende:

- DMIs klimatlas viser en 83 cm stigning i gennemsnits havvandstand
- 14.7 cm landhævning trækkes fra
- 30 cm højvandsstillæg (ift. til kote 0 som i dag)
- Resultat : 0.98 m dvr.

For 2022 anvendes hav=0.3 m som i landvæsenskommissionens kendelser.

Tidligere har man anvendt 0.67 m som randbetingelse.

Undersøgelser har vist, at der i nutidens klima ikke er væsentligt sammenfald mellem ekstrem nedbør og stormflod.

Vandstandsmåleren i Hundige Havn kan anvendes ved kalibrering og validering af modellen i områder nær kysten mm.

For Lille Vejleås udløb i Hundige Havn sættes vandstanden lig med 0.5 m, da det antages at der etableres en pumpe bag slusen i fremtiden. I Lille Vejlesø (strandparksøen) i umiddelbar nærhed sættes vandstanden for et fiktivt udløb til 0.3m, der er en overløbskant i kote 0.42m imellem sø og Hundige Havn, så randbetingelsen bliver stadig 0.5 m for Lille Vejleå, men på den måde kan strandparksøens buffervolumen indregnes.

11.6 Arealreduktionsfaktorer i Stregets opland

Regnvandskanalen Streget afvander et meget stort areal (totalt 578ha) bestående af oplandene Greve Midt, Birkedalen og Mosede. Når regnoplande er over 200 ha begynder det at være meget usandsynligt, at den højintense regn (f.eks T=5-10 år) opleves samtidig i hele oplandet.

Derfor er der her fulgt en særlig metodik, nemlig at anvende en arealreduktionsfaktor (AFR) som ganges på regnen, når vandstande og afstrømning i selve kanalen Streget skal beregnes.

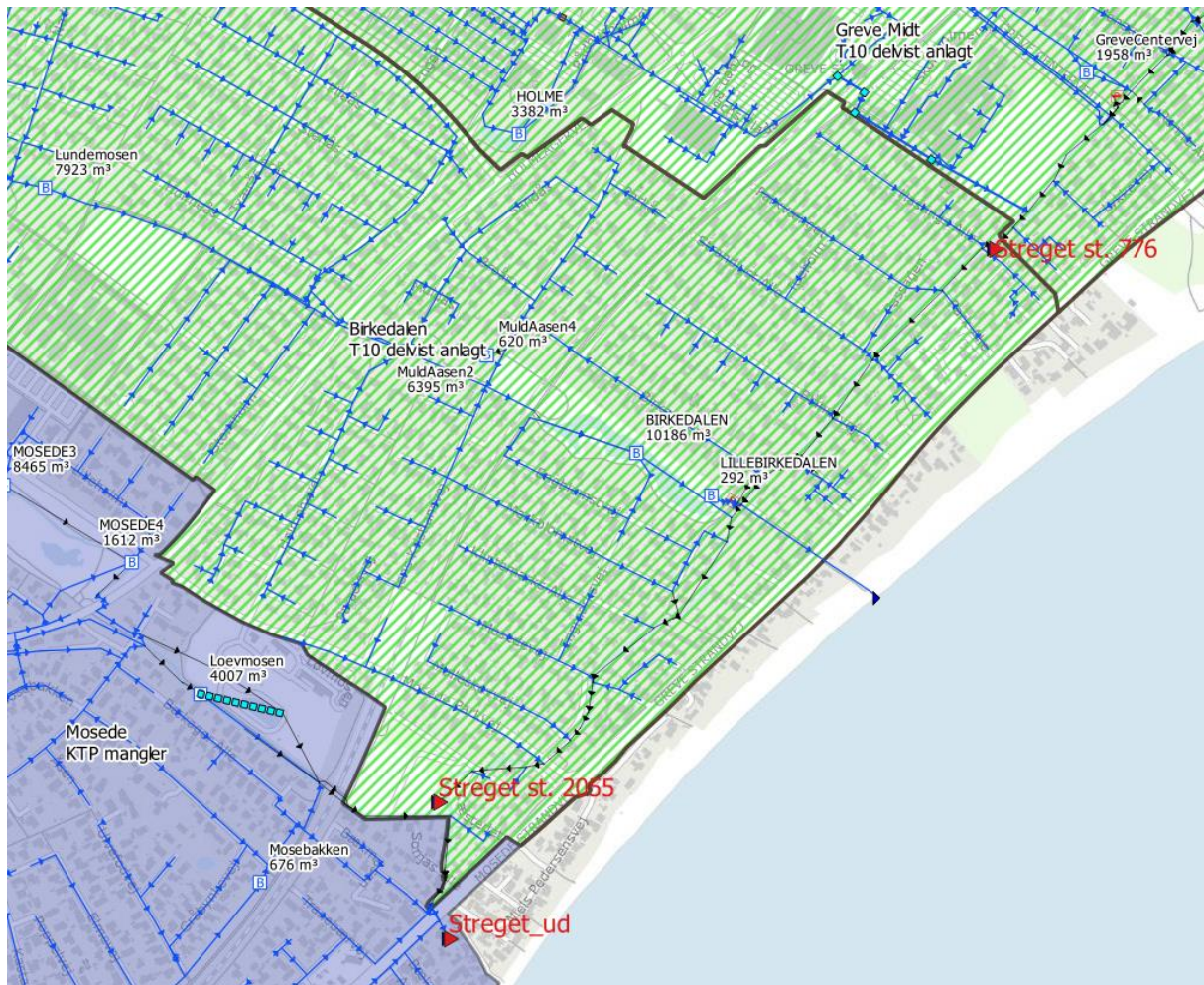
Faktoren varierer med regnvarighed og oplandsstørrelse, som vist i Tabel 14, og vil således være forskellig afhængig af hvilket punkt i den 2 km lange kanal man ser på. Dette besværliggør anvendelsen, så der antages en fast ARF på 0.62 for de tre angivne punkter i Streget svarende til en kritisk varighed på 30 min.

Sted	Hastings alle	Læstedet	Stregets udløb
areal ha	168	382	578
streget st.	776	2055	02CA002Z
Varighed	ARF (1.68 km²)	ARF (3.82 km²)	ARF (5.78 km²)
5	0.51	0.43	0.39
10	0.58	0.5	0.46
30	0.67	0.6	0.57
60	0.73	0.66	0.63
180	0.81	0.75	0.72
360	0.85	0.8	0.77
720	0.88	0.84	0.81

Tabel 14: Arealreduktionsfaktorer for forskellige varigheder og punkter i Streget (regnvandskanal).

Selvom der er meget forskel på oplandsarealer for de tre punkter, viser skemaet, at faktoren kun spænder fra 0.57 til 0.67 (0.62 er middelværdien), hvilket kun er en lille fejl at introducere og indenfor den fejlmargen der normalt findes i hydrauliske modeller. Fejlen accepteres for at undgå risikoen for manuelle fejl hvis modelløren skulle skal holde styr på tre eller flere modelkørsler. I 2010- 2011 blev der gennemført en målekampagne i oplandet, og kalibreringen viste tilsvarende hydrauliske reduktionsfaktorer på ca. 0.6 for Streget store regnhændelser, hvilket er påfaldende tæt på 0.62.

Der er ikke udgivet en anbefaling med et skrift fra spildevandskomiteen om AFR endnu, men arbejdet forventes at blive opstartet i den nærmeste fremtid. Dvs. KLAR Forsyning kan ikke endnu underbygge etablering af projekter i mio.kr's klassen med ARF, men det vurderes at det kunne bruges til en helt indledende analyse af statusforholdene i Streget.



Figur 38: Fiktiv opdeling af Stregets opland i tre delmodeller i den sekundære modelkørsel, hvor resultaterne fra den primære model benyttes som randbetingelser i de røde punkter.

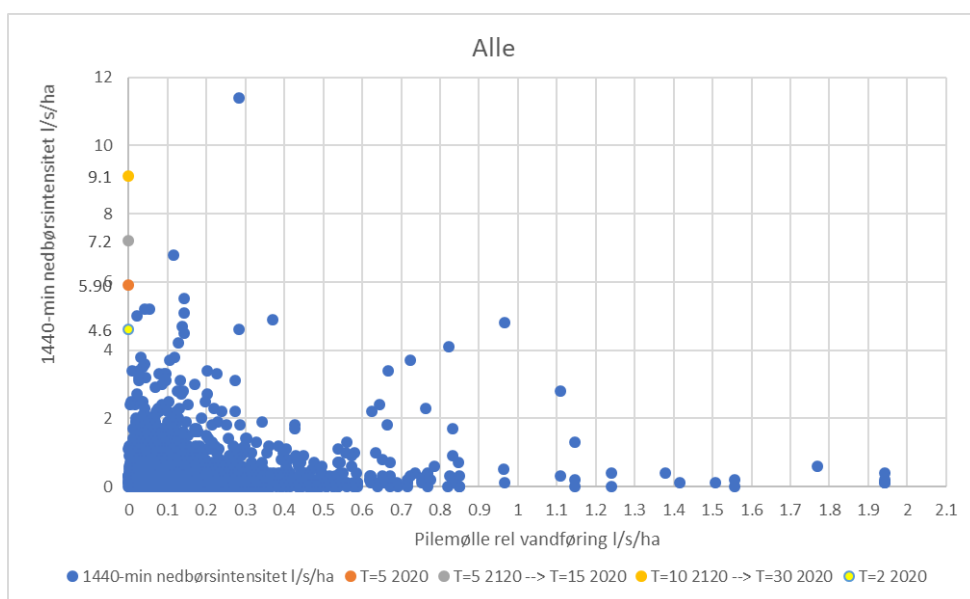
For at kunne anvende AFR til beregninger af dimensionering og oversvømmelseskort i oplandene, følges følgende metodik:

- **Primær model.** Der køres indledende modelkørsel hvor ARF ganges på regnen for T=2, 5, 10, 20, 50, 100 og 500 års CDS regn. Resultater for vandstande og vandføringer, udtrækkes som tidserie for de tre punkter, som vist på Figur 38. I alt 21 tidsserier.
- **Sekundær model.** Modellen opsplittes i tre dele som vist på Figur 38, med vandføring og vandstandsrande i de tre røde punkter som udtrækkes fra den primære model. Regnen som sættes på modellen er nu uden AFR. Dette anvendes til oversvømmelsesberegninger og dimensionering.

Da selve Streget allerede er klimatilpasset med hævede brinker og pumpestationer, vurderes det at være en brugbar fremgangsmåde at sætte en randbetingelse i Streget, når man skal klimatilpasse og lave oversvømmelsesberegning i regnvandsoplandene Mosede, Birkedalen og Greve Midt1 og 2, som løber til Streget. Den beregnede vandstand i Streget er da også markant lavere end uden anvendelse af AFR (cirka en sænkning på 30 cm langs hele Streget for T=10 år).

11.7 Afstrømning i vandløb

Det antages, at vandløbsvandføringen i hændelserne svarer til sommermedianmaksimum (T=2 år), idet det er om sommeren, der er risiko for skybrud. Højintense regnhændelser (T=10 år) og de kritiske vandløbshændelser har ikke statistisk sammenfald (se Figur 39). Sommermedianmaksimum i Lille Vejleå er 0.2 l/s/ha. Der sættes den konstante vandføring 0.2 l/s/ha fra marker og andre grønne arealer. Med dette opnås en vandstand i vandløbene, som udgør en randbetingelse for afstrømningen fra regnvandsledninger.



Figur 39: Målte værdier af vandføring ved Pilemølle og nedbør målt ved Ishøj Vandværk.

11.8 Fysiske antagelser for vandløbene- vandbremsere, online-bassiner og reguleringsprojekter

11.8.1 Hederenden/Grevebækken:

Tune Y fællesbassin har mulighed for at aflaste til Hederenden med op til 500 l/s for en dimensionsgivende regn jf. udledningstilladelsen.

Længere nedstrøms på Hederenden er der mulighed for at nedsætte et spjæld ved produktionsskolen og ved Greve Landevej i forbindelse med beredskab under koblet regn. Det antages at spjæld ved produktionsskolen og ved Grevelandevej vil kunne lede 500 l/s under en dimensionsgivende hændelse.

I Grevelandsby er Grevebækken ført gennem Vestergårdsbassinet med en vandbremse på 800 l/s. Det antages, at der er et overløb som bypasser vandbremsen, når bassinet er tæt på fyldt i kote 15.72 m dvr. Dette overløb indgik i projektet, men man har glemt at udføre det. Det antages i modellen, at det er etableret i status.

Længere nedstrøms løber Grevebækken igennem bassin Haslehegnet (online bassin), men der er også en funktion af regnvandsforsinkelse i det.

11.8.2 Olsbækken

Ca. 1.5 km fra udmundingen på stranden kan Olsbækken ved højvandstand aflaste til en stor hovedledning i Randtoftevej, der leder både regnvand og vandløbsvand til Køge bugt. Denne aflastningsledning er en vigtig forudsætning for klimatilpasningen i området, for at holde vandstanden i Olsbækken nede.

11.8.3 Hulbækken/ Karlslundebækken

Nedstrøms Karlslunde Landsby anlægges et bassin, som skal drosle regnvandet fra byen, inden det ledes videre ad Karlslundebækken. Udfordringen er dog, at der også går en del vand fra grønne arealer på, som er svære at lede udenom bassinet fordi vandstrømmene er blandet sammen gennem landsbyen. Karlslundebækken ledes ind igennem bassinet og der sættes en vandbremse på vandløbet beregnet til 333 l/s i følgende skema og et større udløb 700 l/s fra kote 15 m, som kan komme i spil under større koblede regnhændelser. Den totale vandføring i sådan en hændelse er derfor ca. 1 m³/s før bassinet går i uforsinket overløb til Karlslundebækken i kote 15.9 m.

	Ha	afstrømning l/s	type
Nord Hulbækken	440	88	grøn afstrømning 0.2 l/s/ha
Tune separering	107	107	Byafstrømning 1 l/s/ha
Kirkegårdsdræn	97	19.4	grøn afstrømning 0.2 l/s/ha
Syd drivhuse	12	2.4	grøn afstrømning 0.2 l/s/ha
Karlslunde landsby	58	116	Byafstrømning 2 l/s/ha
SUM	714	332.8	
Vandbremse på Karlslundebæk		333	
Forøget udløb fra kote 15m		700	Ca. 1 l/s/ha fra totale opland - Ø600
Overløb kote 15.9 m		uforsinket	

11.8.4 Lille Vejleå

Det forestående reguleringsprojekt på Lille Vejleå lægges ind i som statusmodellen. Den vigtigste kapacitetsændring i reguleringsprojektet er, at vandløbets bundbredde nedstrøms S-banen udvides til 6.5 m. Der er indsat miljøbassiner opstrøms Ishøj Sø (plan), som forsinket regnvandsafstrømningen til vandløbet til 2 l/s/ha med overløb for T = 5 år med klimafaktor 1.24.

11.8.5 Generelt miljøbassiner før vandløb

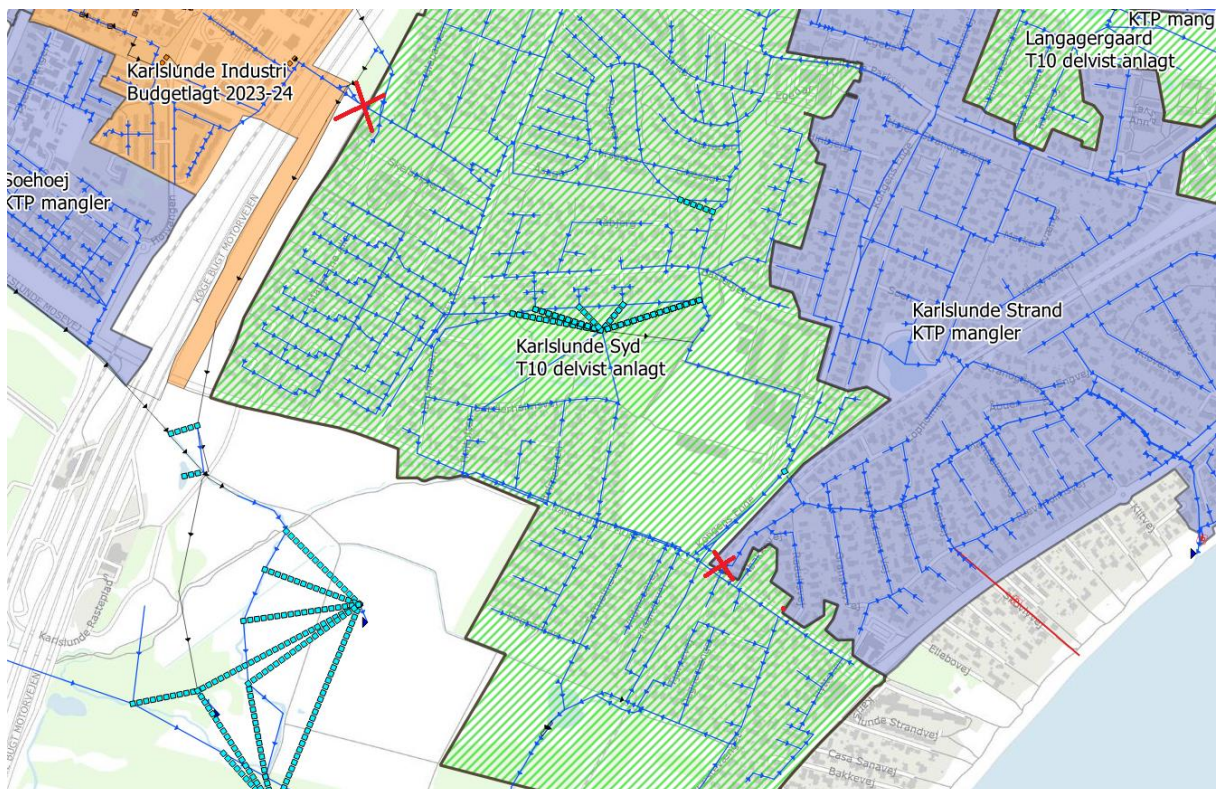
Overløb fra planlagte miljøbassiner til vandløb sættes til T=5 år med en udledning på 2 l/s/red ha, hvis der ikke er byområder nedstrøms, som påvirkes af overløbet fra opstrøms bassiner. Der anvendes en klimafaktor på 1.24 på miljøbassiner.

11.9 Antagelser i regnvandssystemet

I dette afsnit listes ændringer(projekter) som er udført for nyligt eller som er meget nært forestående, som i nogen tilfælde også har påvirket afgræsningen af prioriteringsoplandene.

Følgende antagelser er medtaget både i statusmodellen og i den klimatilpassede model, og er derfor ikke prissat i denne rapport

- Lumringsrenden afskæres ved stioverføring ved Grønnegården (ca. midt på ved station 550):
- Det udvidede Vangeleddet bassin sættes til et volumen på 12.000 m³ under kote 1.8m
- Oplandet Karlslunde Syd afskæres fra Karlslunde Strand, og der etableres en overløbsfunktion i kote 2.3m. Se rødt kryds Figur 40
- Oplandet Karlslunde Industri afskæres fra Karlslunde Syd. Der etableres en 800m lang Ø1000 ledning samt forøget bassinkapacitet inden udledning til Karlslunde Mose. Se rødt kryds Figur 40



Figur 40: Afskæringer i Karlslunde. Se røde kryds.

11.10 Ændret modelarbejdsgang i SWMM

Ved overgangen fra Mike Urban til at anvende SWMM til hydrauliske beregninger, blev det klart at der er visse arbejdsgange, som hidtil er blevet fulgt i modelarbejdet, som er problematiske i SWMM. Enten fordi det blev klart, at visse indstillinger ikke giver fysisk mening, eller fordi SWMM ikke helt har samme funktionalitet og formler til beregning af alle modelementer.

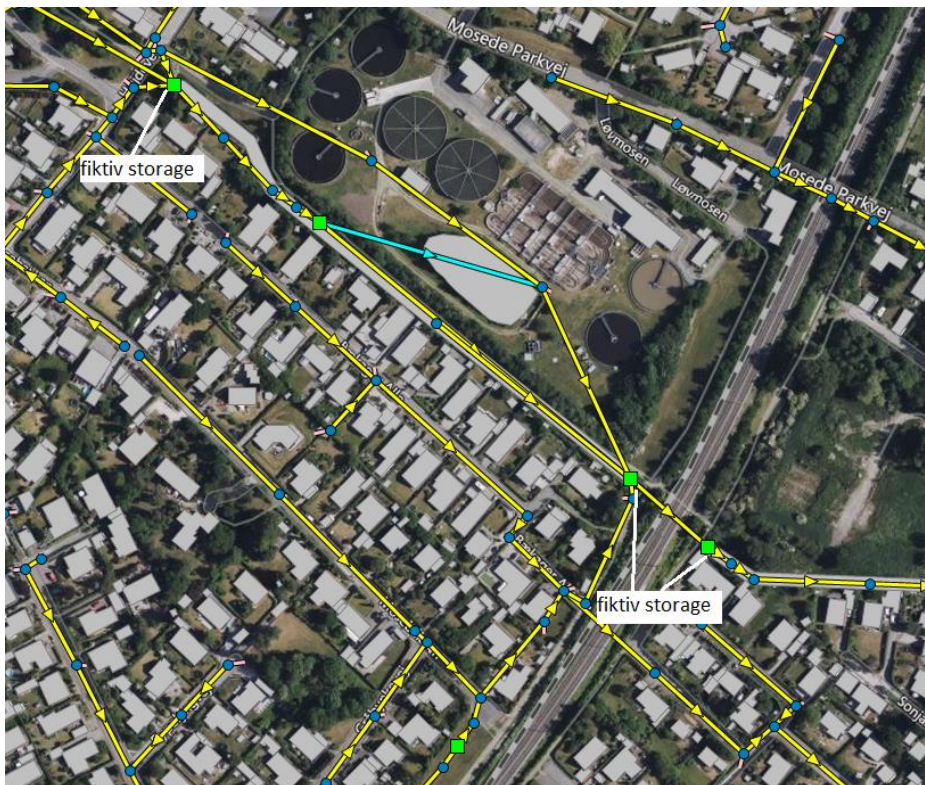
Følgende ændringer er gennemført:

1. Overløbskanter (weirs) anvendes med omtanke. Hidtil har skiftende modellører anvendt weir-elementet alle mulige steder, hvor man vil simulere en hydraulisk forbindelse, som til forskel fra ledninger ikke har en længde og et volumen. Erfaringen viser at SWMM bedst kan håndtere weirs de steder, hvor de repræsenterer rigtige fysiske overløb, fx fra et bassin til et

vandløb hvor der er frit på nedstrøms side. SWMM giver typisk en kraftig instabilitet, når der står vand på begge sider af en weir (drowned weir), hvis elementet fx anvendes som bundudløb fra et bassin, hvor Mike Urban har nogen metoder til at udglatte dette fænomen, og få beregningen til at køre glat.

Det blev valgt, så vidt muligt, at undgå drowned weir, fx ved at forlænge ledningselementer hen til bassin og slette indløbsbrøndknuden fra registreringen. Eller, hvis dette ikke var muligt, at anvende link typen rectangular open eller closed. Et firkantet rør med en vis brede og højde og længden så kort så muligt=10m, for ikke at introducere en masse falsk volumen.

2. Orifice defineret ud fra CRS (type 2) findes ikke i SWMM. De laves om til links med CRS definition og længde så kort så mulig 10m
3. Formlerne til beregning af Orifice er ikke sammenlignelige fra Mike Urban til SWMM. Der er ikke blevet fundet en fornuftig konvertering.
4. Ved overgang mellem rør og kanal, kan der ofte opstå instabilitet. Dette kan modvirkes ved at lave nodes i overgangen mellem rør og kanal om til små bassiner (type= storage) med 2-5 m² i areal. Bare det at det er storage og ikke junction (brønd) hjælper meget mod instabilitet.



Figur 41: Eksempel på indsatte bassinknuder i overgange mellem rør og kanal ved Mosede.

11.11 Enkelttab og vægfriktion i ledninger i SWMM

I SWMM defineres brøndtab ikke på brønden (node) som i Mike Urban, men på ledningerne opstrøms/nedstrøms brønden svarende til den kontraktion og ekspansion, der sker i brønden, som giver hydraulisk enkelttab.

MOPS genererer pt. automatisk et enkelttab for ledningerne i modellen, og det er valgt at bruge disse koefficienter i beregningerne:

- Entry loss coefficient = 0.25 (kontraktion)
- Exit loss coefficient = 1 (ekspansion)

Dette er lidt mindre end det tab man får hvis brøndtabet er sat til MOUSE (Engelund classic) i Mike Urban, men lige præcis denne setting ser også ud til at overestimere tabet.

For de knuder som er sat til "No cross section changes" i Mike Urban. Skriver MOPS Inlet loss og Outlet loss = 0.

Der er for nuværende ikke indregnet tab som følge af retningsændring i brønde i SWMM, som Mike Urban gør det.

Da formelen for beregning af tabet også er defineret ud fra hastigheden i ledningen, har valgt af enkelttabskoefficient større indflydelse i oplande med store hældninger end i flade områder. Derfor er det mere relevant at få valgt realistiske enkelttabs koefficienter i Tune, end i de andre regnvandsoplande i Greve, hvis der skal arbejdes videre med en SWMM model af Tune.

Vægfriktionen i ledninger og kanaler er defineret ud fra en materialetype som refererer til hvert sit Manningtal.

- Betonledninger: Der vælges typisk Concrete (Normal) $M=75$
- PVC og strømpeforede ledninger: Plastic $M=80$

Der er lidt forskellige definitioner for regnvandskanaler og vandløb som tager højde for årstiden og at de ikke oprenses/grødeskæres lige ofte. Til beregningerne anvendes sommer manningtallet i vandløbene, hvor der ikke altid kan forventes optimal gennemstrømning pga. vegetation.

- KLAR Vandløb (sommer) $M=15$
- KLAR Vandløb (vinter) $M=20$
- KLAR Vandløb fliser (sommer) $M=25$
- KLAR Vandløb fliser (vinter) $M=30$
- KLAR Vandløb rorunderfor $M=60$
- KLAR Vandløb CRS_underfor $M=40$
- KLAR Aaben regnvandsledning $M=20$
- KLAR Aaben regnvandsledning fliser $M=30$
- KLAR Groeft $M=10$

I SWMM indsættes manningtallet som den reciprokke værdi, hvilket sker automatisk fra MOPS

11.12 Forsinkelsesvolumen på private matrikler

Som en konsekvens af afledningsretten i spildevandsplanen, bliver grundejere i forbindelse med kommunale byggesager pålagt at tilbageholde en del af regnvandet, hvis deres befæstelsesgrad overstiger den i spildevandsplanen angivne f_v -værdi.

Disse lokale volumener er kun medtaget i modellen, i de tilfælde de indgår i KLAR Forsynings ledningsregistrering. Da befæstelsesgraden i modellen er opgjort tilbage i 2016, vil den nyere og planlagte overbefæstelse for nybyggerier, ikke komme til udtryk i for stor afstrømning i ledningerne selvom de lokale volumener/faskiner ikke er med i modellen. Når befæstelsesgraderne engang opdateres, kan man overveje at medtage lokale volumener fra byggesagsarkivet, eller blot begrænse oplandenes befæstelsesgrad til den fi-værdi, der er angivet i spildevandsplanen.

11.13 Tune-modellen

Klimatilpasningen af Tune modellen tager udgangspunkt i en valideret version af Tune Status modellen. Hvor følgende forudsætninger gælder:

- "Oplandsledningen" med drænvand fra marker nord for Rendebjergvej (50ha) er afkoblet Lundevejsbassinet og er i stedet for tilsluttet direkte til Hederenden.
- Vandbremsen på fællesledningen til Mosede er på 120 (l/s).
- Drænvand fra golfbanen syd for Tune (10ha) er frakoblet Bassin Tune Syd og afvander direkte til Hulbækken.
- Vejafvandingen af Rendebjergvej sker til nedsivning via kubelriste.
- Vejafvandning af Tinggårdsvej er sluttet på fællessystemet/regnvandssystemet.
- Drænledning fra markafvandning i Tune Syd Øst (10ha) – ved Tinggårdsvej – er fortsat sluttet på fællesledningen/regnvandssystemet i Tinggårdsvej.

11.14 Simuleringsindstillinger

Følgende indstillinger er anvendt i SWMM's simuleringseditor:

	Dimensionerings beregninger T5/T10	Oversvømmelsesberegninger
Routing timestep	1 sek	0.5 sek
Reporting timestep	2min	5min
Duration of simulation	24 timer	18 timer
Force Main equation	Harzen Williams	Harzen Williams
Inertia terms	Dampen	Ignore
Normal flow criteriaon	Slope & Froude	Slope & Froude
Surhage Method	Slot	Slot
Ponded Area (junctions)	1250 m ²	0 m ²
Minimum nodal surface area	1.23 m ²	0.1 m ³

Anvendt version af bagvedliggende kode fra EPA var SWMM 5.1.015.

11.15 Oversvømmelsesberegninger

Oversvømmelsesberegningerne er udført med softwaren PCSWMM 2D EU og det var også nødvendigt at anvende flere forskellige funktioner i Qgis for at opnå det ønskede setup. Her dokumenteres valg af forskellige indstillinger i brugerfladen og principperne i den anvendte arbejdsgang. En detaljeret beskrivelse kan ses i dokumentet "Anvendt arbejdsgang ved 1D-2D beregninger i PCSWMM."

Oversvømmelsesmodellen består ud over selve afløbsmodellen under jorden (1D) af en højdemodel (2D), hvoraf begrebet 1D2D beregninger kommer. I PCSWMM håndteres både 1D og 2D i samme beregningsmodul, ved at generere et overfladegrid bestående af elementer kendt fra afløbsmodeller: knuder og ledninger, til forskel fra Mike Flood der er opbygget af to beregningsmoduler med en kobling imellem.

At håndtere det hele i én beregningsmodel giver nogle fordele rent beregningsteknisk, når først simuleringen er skudt i gang, men kan i større områder også give en meget stor modelfil, der er tung at arbejde med og visualisere for computerens hukommelse (RAM). Da der blev arbejdet med hele Greve Kommune i én fil, er det på forskellige måder forsøgt at begrænse detaljegraden på de steder, hvor detaljer ikke var nødvendige. I 2D brugerfladen skal man specificere en række input lag, som beskrives en for en i de følgende afsnit.

11.15.1 Højdemodel

Datagrundlaget for beregningerne er Danmarks højdemodel fra 2021 (DHM 2021), som er udtrukket fra SCALGO i en version der hedder Terræn/bygninger/regn. Det indebærer, at træer er fjernet fra målte højdedata, og at der er fortaget hydrologiske justeringer, fx ved stiunderføringer og broer og andre kendte vandveje, som er skåret ned i højdemodellen, så vandet kan strømme under disse forhindringer. Bygninger er vist i DHM 2021 med en stor overhøjde, for at de skal fremstå tydeligere på kort, men dette er også hensigtsmæssigt i mesh-genereringen senere hen i processen. Der laves et workspace i Scalgo, hvor diverse huller som skyldes anlægsprojekter i kommunen i 2021 fyldes op, og herefter downloades en rasterfil i fineste opløsning af DHM 2021, det vil sige der er et datapunkt for hver 0.4 m gange 0.4 m på overfladen. Herefter arbejdes der videre med højdemodellen som input til PCSWMM.

11.15.2 Bounding-lag

Bounding-laget fortæller PCSWMM en afgrænsning indenfor hvilken der skal genereres et beregningsgrid (mesh). Man kan således have at en højdemodel er større end boundinglaget, så man ikke behøver at klippe i raster-laget. Bounding-laget er en polygon-fil, der gives nogen attributter der afgør hvordan mesh laves. Det er også muligt at definere mange polygon-elementer i bounding-laget, og således give områderne forskellige indstillinger for hvordan mesh skal laves.

Som bounding lag til analysen er valgt de prioriteringsoplande, der allerede er optegnet plus diverse randarealer enge, bane og motorvej.

I bebyggede områder vælges adaptivt mesh med en høj opløsning (min. resolution 6.4 m), hvilket giver en tilstrækkelig opløsning omkring bygningerne.

De valgte attributter i bounding laget fremgår af følgende tabel:

	Prioriteringsoplande	Udenfor byområde
Mesh Style	Adaptiv	Adaptiv
Resolution style	high	low
Min. Resolution m	6.4	20
Sampling factor	10	10
Distance tolerance m	8	8
Elevation tolerance	1	1
Roughness (manning)	25	25
Edge	YES	YES

Adaptiv giver en variabel gridstørrelse med polygonale elementer. Man kunne også have valgt rektangulært eller hexagonalt grid, men her er adaptiv en fordel. Det er indbygget i adaptiv at gridstørrelsen bliver mindre ved store terrænforskelle og større på flade arealer. At bygningerne er med overhøjde i DHM 2021 tvinger adaptiv-mesh til at forfine griddet lige netop her, selvom terrænet egentligt er fladt, hvorfor denne fremgangsmåde er interessant. Forskellen i meshstørrelse tæt på og væk fra bygninger er illustreret på Figur 42, hvor bygninger er lagt ind som obstructions.

På ubebyggede arealer udenfor byområde vælges en lav opløsning (min. resolution 20m), fordi vi her er mindre interesserede i detaljen. Minimum resolution betyder at det er den mindste gridstørrelse generatoren kan vælge, så hvis området er meget fladt kan griddet godt gå hen og være større.

Det blev tilstræbt lægge støjvolde og andre mindre vigtige forhøjninger/fordybninger udenfor byområdet ind som bounding polygoner med lav opløsning. For støjvolde ville det give alt for mange gridpunkter med adaptiv 6.4m, som alligevel aldrig vil komme i spil i beregningen.

Der er selvfølgelig også volde, diger, og spundsvæge, som det er relevant at få opløst. Hvis de er tyndere end Min. Resolution i området, kan de medtages ved at lægge dem ind i breakline-laget.

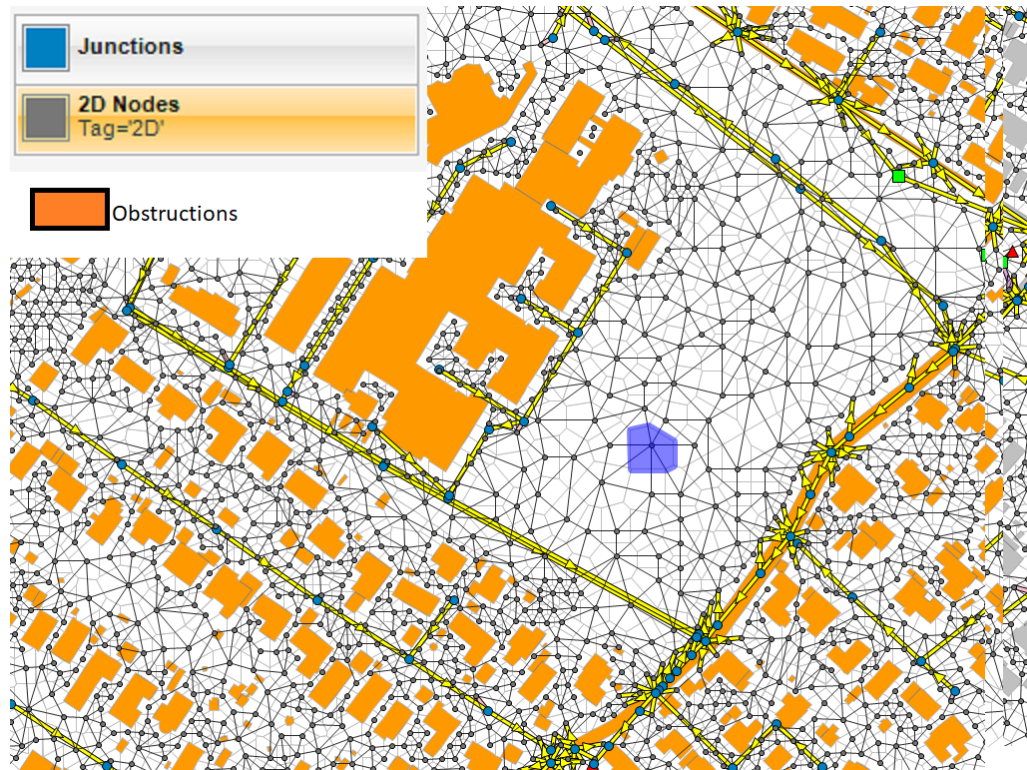
11.15.3 Obstruction-lag

Med denne input polygon-fil kan man definere arealer i højdemodellen, som man ikke vil have med i beregningsgriddet (mesh), det vil sige at obstructions bare fungerer som et sort hul beregningsgriddet, hvor vand ikke kan løbe ind. Obstruction giver derfor en mulighed at skære dele af 2D modellen væk, hvor man enten ikke tror på data, eller hvis man ønsker at modellere disse arealer fuldt ud i 1D-modellen. Dette sker for at undgå at indregne det samme volumen to steder. Når man gør dette, skal man bare huske optegne de rigtige forbindelser mellem 2D udenfor obstructions og 1D indenfor.

Det er valgt at lade følgende elementer indgå i obstruction laget:

- Bygninger- Da data er 10m over omkringliggende terræn, ville det få for stor indflydelse på 2D nodes på omkringliggende terræn, hvis de indgik i genereringen med adaptiv-mesh da der er valgt en relativt stor minimum gridstørrelse
- Eksisterende bassiner med omrids ca. til kronekant
- Vandløb og kanaler indenfor bounding-laget. Der er genereret en buffer ud fra vandløbsmidten.

Et eksempel på hvordan de valgte obstructions kommer til at se ud sammen med beregningsgriddet er vist på Figur 42.



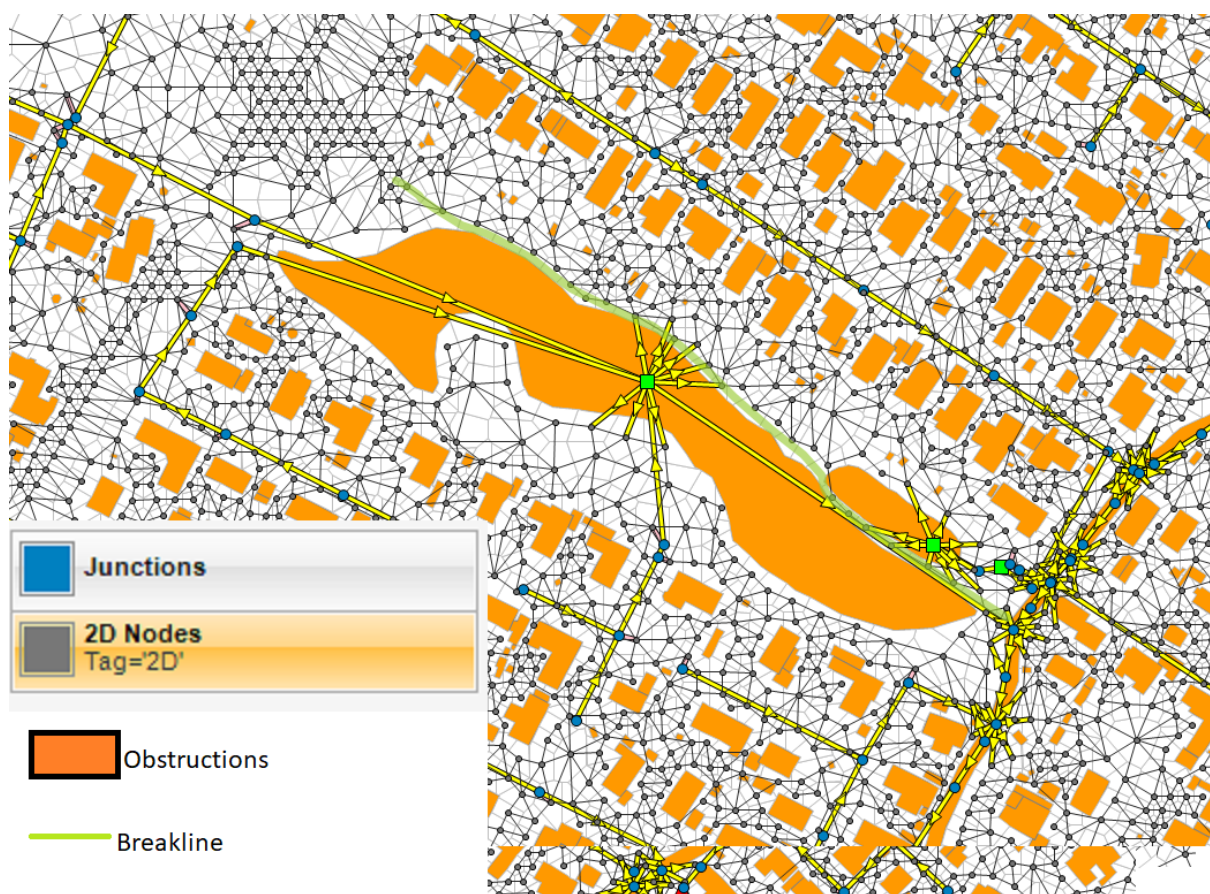
Figur 42: Eksempel på obstructions og hvordan gridstørrelsen i mesh er mindst tæt ved bygningerne.

For at undgå at volumen optræder både i 1D og 2D modellen er man ofte nødt til at fylde bassiner og vandløb op til en vis kote i højdemodellen. Med metoden her er det ikke nødvendigt, da voluminet i overfladen skæres væk. Det var en lettelse at slippe for det manuelle arbejde, der ligger i at fylde bassiner og vandløb op til en vis kote i højdemodellen.

11.15.4 Breakline-lag

Følgende kendte volde og diger medtages i breakline-laget, sådan at gridstørren for hele området ikke skal hives for at opløse disse relativt smalle forhindringer:

- Godsparken 2.6m dvr
- Langagergård 4.2-4.8m dvr
- Birkedalen 1.6m dvr



Figur 43: Eksempel på hvordan en Breakline indsat ved Birkedalens bassin, tvinger mesh-genereringen til at ligge beregningspunkter lige på breakline, dvs. volden i kote 1.6m, som man ønsker at have med i sin beregning.

11.15.5 Generering af 2D nodes og mesh

Første skridt i processen er at generere 2D nodes på baggrund af DHM 2021, og det tager sin tid. Disse 2D nodes kan dog heldigvis genbruges i alle modelkørsler, både for at spare tid, men også for at få de samme ID'er i resultatfilen.

Næste skridt er at generere et mesh, hvilket gøres for hver modelkørsel på baggrund af de 2D nodes, der allerede er genereret. Her laves junctions og rektangulære links til beregningen af overfladen. Alle disse overflade-junctions og conduits får Tag='2D' så de kan udvælges, plottet og kendes fra de rigtige brønde.

11.15.6 Automatisk kobling af knuder indenfor bounding-lag

Der er et tool der hedder "Connect 1D to 2D" som skal køres. Inden det køres skal brugeren ved hjælp af en forespørgsel have udvalgt de knuder, man vil koble til et Tag= 'connect2D'. Her huskes det også at sætte Pounded area= 0 m² for disse knuder, sådan at der ikke regnes volumen i ponding før det kan komme over i beregningsgriddet.

Der vælges en metode som genererer bottom-orifices fra hver koblingsknode til overfladen, i en kote dikteret af nærmest liggende 2D node. Når disse orifices er genereret sættes de til dimensionen 2m i diameter og et cirkulært hul, svarende til at vand kan komme uhindret op på overfladen. Hullet skal

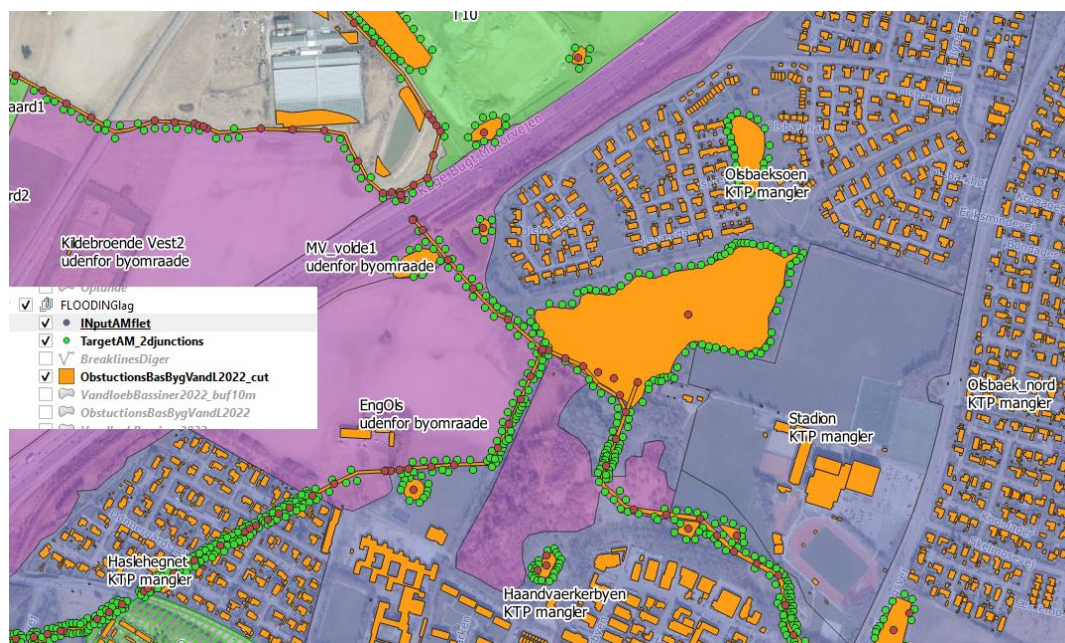
dog heller ikke være for stort: default for disse orifices var rectangular med 10x30m åbning, hvilket er givet instabilitet pga. numerisk chok i overflademodellen som ikke kan håndtere, når der udveksles vand for hurtigt.

11.15.7 Tilknytning af bassiner og knuder indenfor obstruction-lag

I qgis under processering/værktøjskasse findes funktionen afstandsmatrice, som kan generere en tabelmatrice af punkter i et lag og deres afstand til punkter i et andet lag.

- **Input AM:** vælg alle knuder som ligger indenfor obstructionpolygoner- dvs. bassiner og vandløbsknuder fra SWMM storages og junctions (husk MOPS lægger ekstra vandløbsknuder ind, når man kører SWMM ud). De ekstra skal med, så de vælges i PCSWMM med select by locations
- **Target AM:** Udvalg alle Junctions med 2D tag i en 10 m buffer fra Obstruction-laget (kun vandløb og bassiner). Så får man kun de knuder, der er relevante at knytte -> gem dette lag.

Hvis der er lidt langt mellem meshet og vandløbet (Lille Vejleå) skal man lige hjælpe manuelt med at få valgt de rigtige knuder.



Figur 44: Eksempel på hvordan værktøjet afstandsmatrice i qgis kan gives et input lag (obstructions) og et target lag (2D knuder udenfor obstructions).

I værktøjet afstandsmatrice: indtastes InputAM og TargetAM. Vælg Liniær (N*K*3 matrice. Og vælg de 9 nærmeste knuder.

Det er nødvendigt at gennemgå sin InputAM og TargetAM visuelt inden afstandsmatrice køres. Hvis der er små bassiner eller områder med lav opløsning i 2D griddet, og hvert inputAm-punkt derfor ikke har 9 Target-punkter i umiddelbart nærhed, vil Afstandsmatrice begynde at knytte til punkter der ligger langt væk, og man får nogen helt uvirkelige forbindelser i sin model. Til gengæld kan man så genbruge sin afstrandsmatrice i alle modelkørsler.

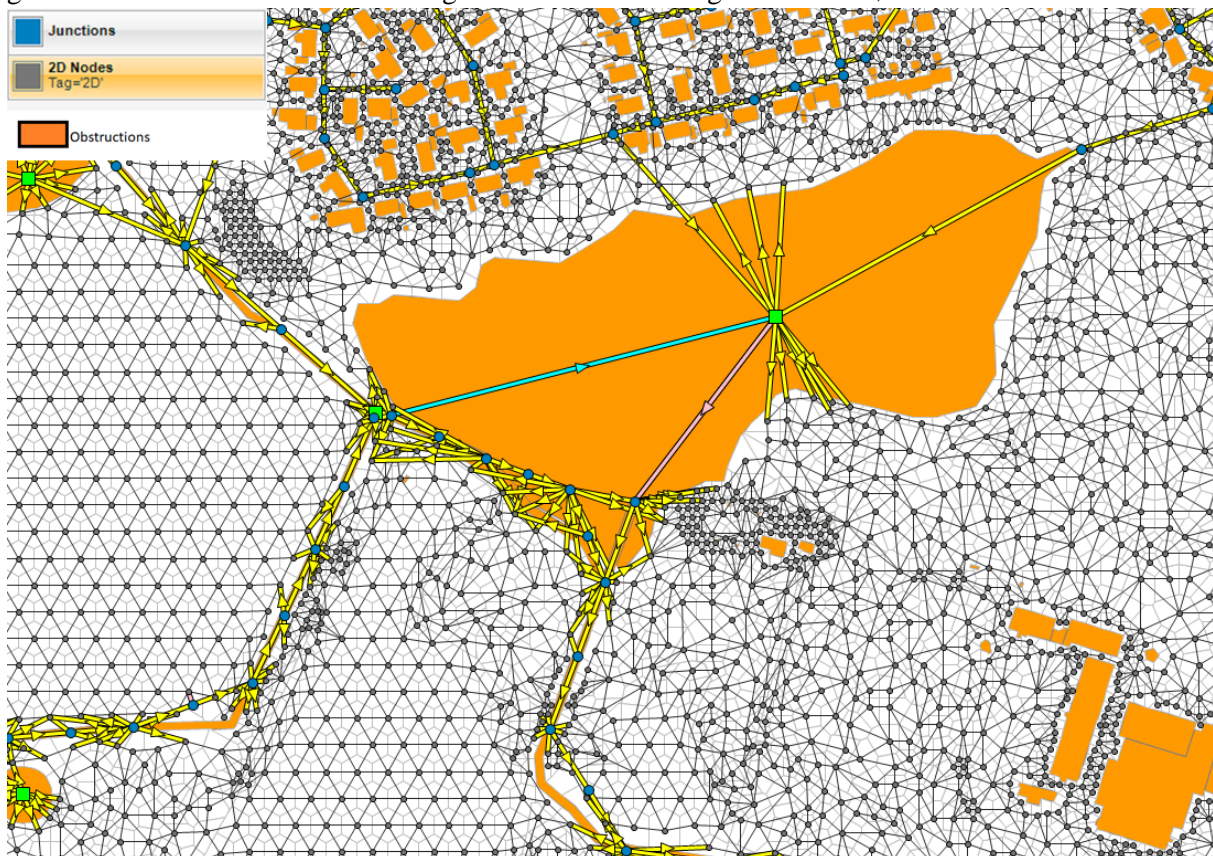
Når man er tilfreds med sin afstandsmatrice, tilføjes følgende felter før import i PCSWMM:

- NavnID
- Length=10m
- Type = RECT_OPEN,
- geo1=30m dvs ubegrænset højde.
- geo2=10- dvs bredden
- barrels=1, der skal kun være et link
- roughness 0.04(eller Manningtal 25).
- Uplevel = rimelevation for InputAM i vandløbsknuderne

Der er selvfølgelig nogen lidt grove antagelser i dette, men der er ikke noget vand der bliver forhindret i at strømme til at fra vandløb og bassiner overfladisk.

Husk at sætte et felt med Uplevel (=rimelevation for Input vandløbsknuderne), hvis omkringliggende terræn ligger lavere end brinkkoten på vandløbet. Hvis man glemmer dette, vil oversvømmelsen fra vandløb ske for tidligt, på steder hvor brinken er hævet ift. det omkring liggende terræn fx streget.

I PCSWMM skal man stå på conductions, herefter vælges import i toppen. Offset skal være sat til elevation (ikke depth) for at få Uplevel rigtigt ind. Der linkes til den producerede afstandsmatrice, og feltimporten sættes så det passer. Dette er gjort for hver modelkørsel, hvor processen på den måde genererer ca. 9000 links til udveksling mellem overfladen og bassin/vandløb.



Figur 45: Eksempel fra Olsbæksøen på tilknytning af bassin og vandløbsknuder indenfor obstructions til 9 nærmeste 2D knuder.

Et eksempel på dette er vist på Figur 45 for Olsbæksøen, og det antyder at afstandsmatrice ikke er et perfekt værktøj til alle bassiner, da de genererede links langt fra når hele vejen rundt i kanten af dette store bassin (for små bassiner går det bedre). Metoden muliggør dog, at man kan køre en hel kommune af gangen og knytte alle vandløb og bassiner uden for meget manuelt arbejde.

På den måde kan man så skabe forbindelse til de bassiner og vandløb man har blokeret i obstruktion, og lave oversvømmelsesberegninger på et niveau der er præcist nok til planlægning.

11.16 Myndighedskrav og -forudsætninger - Overløb- og Udløbskrav

For at sikre recipienterne stiller myndighederne krav til udløb fra regnvandssystemer. Følgende krav til udløb anvendes ved dimensionering:

Ved den indledende klimatilpasning- og skybrudsberegning anvendes 2 l/s/ha, som kan revideres sammen med størrelsen af bassiner ved vandløbene, når der skal søges endelig myndighedsgodkendelse, hvor de lokale forhold (for vandløb, søer og hav) dokumenteres nærmere efter aftale mellem kommune og forsyning.

Regnvandsbassiner har overløb maksimalt hvert 5. år.

I tilfældet hvor bassinet Tune Syd som leder til Hulbækken skal dimensioneres anvendes 1 l/s/ha. Analysen af Hulbækken viste at der ikke var plads til meget mere end 1 l/s pr. fulde ha fra et potentielt separeret opland på 107 ha fra Tune.

I tilfældet Lille Vejleå anvendes 2 l/s pr. fulde ha. opstrøms Ishøj Sø, og de eksisterende fysiske udløb nedstrøms Ishøj Sø, dvs. ingen forsinkelsesbassiner nedstrøms Ishøj Sø. Robusthedsanalysen viste, at der hverken er udfordringer med kapaciteten eller erosion, trods flere uforsinkede regnvandstilledninger på den nederste del af vandløbet.

I statusberegningerne anvendes de eksisterende fysiske udløb som begrænsende randbetingelse.

12 BILAG 2 ”Metodebeskrivelse – samfundsøkonomisk beregning”

I dette bilag beskrives metoderne, forudsætningerne og rammerne, som er anvendt i screening-analysen af serviceniveau for vand på terræn i Greve. Metoden til beregning af nettogevinst er også anvendt til at finde det mest fordelagtige serviceniveau for afløbssystemet.

12.1 Indledning

I den ideelle situation bør der gennemføres modelberegninger med en hydraulisk kloak- og overflademodel, for at beregne hvor meget vand på terræn, der kan forventes i 2020 og 2120 med de forskellige skybrudsløsninger. Af hensyn til at afklare hvor eller i hvilket omfang Greve Kommune skal kræve at KLAR Forsyning gennemfører detaljerede analyser af serviceniveau for vand på terræn, gennemføres der her en screening-metode, som kan danne grundlag for denne beslutning.

Den mere simple og erfaringsbaserede metode er anvendt her.

Der anvendes oversvømmelseskort, som viser skaderne efter afløbssystemet er klimatilpasset, i kombination med antagelsen om, at skadesreduktionen kan beregnes ved at forskyde skadesprofilerne (inspiration: Skrift 31 bilag B), som er valideret med erfaringer fra Helsingør.

Ved beregning af skadesreduktion og omkostninger til tilpasning til forskellige niveauer for skybrudssikring findes nettogevinsten for de forskellige niveauer for skybrudssikring efter følgende proces:

1. Beregning af skadesprofil ud fra oversvømmelseskort og skadesværdier
2. Beregning af gennemsnitlig årlige skader under forskellige forhold (EAD)
3. Beregning af skadesreduktion
4. Beregning af løsningsomkostninger
5. Beregning af nettogevinst

I de følgende afsnit er der redegjort for metoden, der er anvendt i de forskellige trin.

Processen svarer til den proces som beskrives i Vejledningen til Serviceniveaubekendtgørelsen Reference 4.

12.2 Beregning af skadesprofil

For hver bygning beregnes den potentielle maksimale skade og sandsynligheden (gentagelsesperioden) for skader ved brug af oversvømmelseskortene.

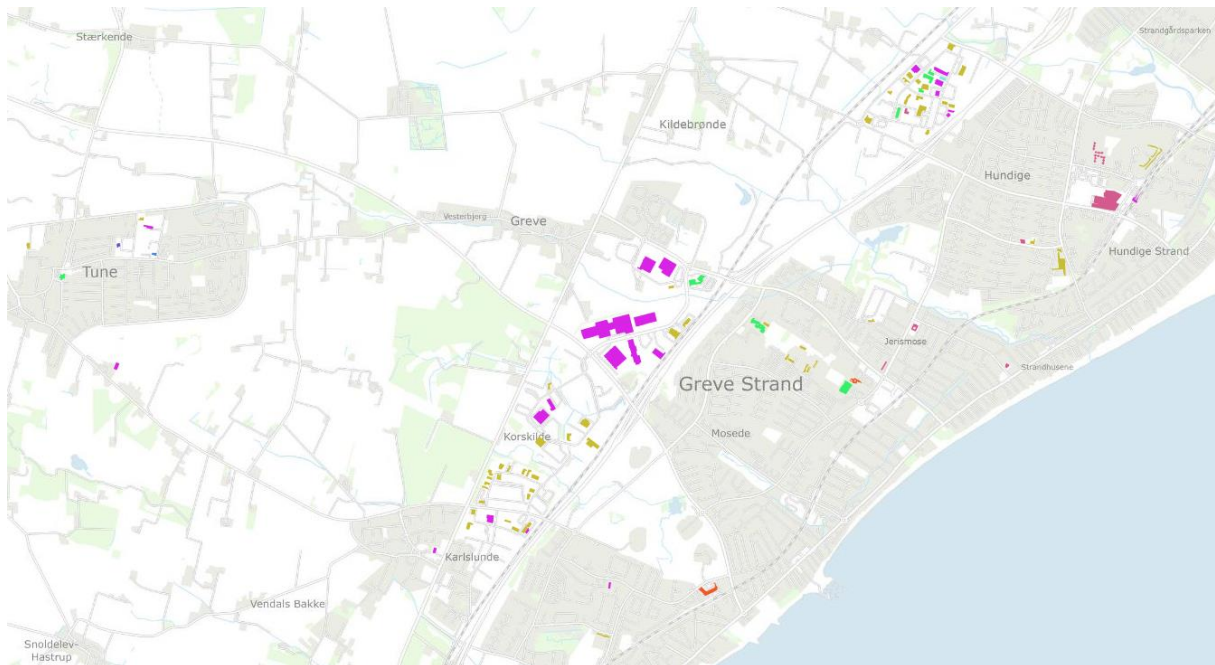
Der anvendes en dybdeifferentieret skadesværdi for bygningerne som er fundet af Greve Forsyning efter oversvømmelserne i Godsparken i 2007 ved hjælp af Forsikring og Pensions skadesdata fra denne hændelse.

Analysen viste af bygningsskader ved oversvømmelser på mere end 20 cm gav skader for 2500 kr/m² og for skader over 40 cm øgedes omkostningen til 6500 kr/m². Disse lokale skadestørrelser er anvendt i analysen. Kælderskader blev beregnet til 500 kr/m² når de oversvømmes via terræn, dvs. når der er mere en 0 cm vand på terræn.

Der medtages kun bygninger, som er større end 50 m², da det er grænsen for byggetilladelser og bygninger mindre end 50 m² er for størstedelens vedkommende skure og garager uden tilslutning til kloakken.

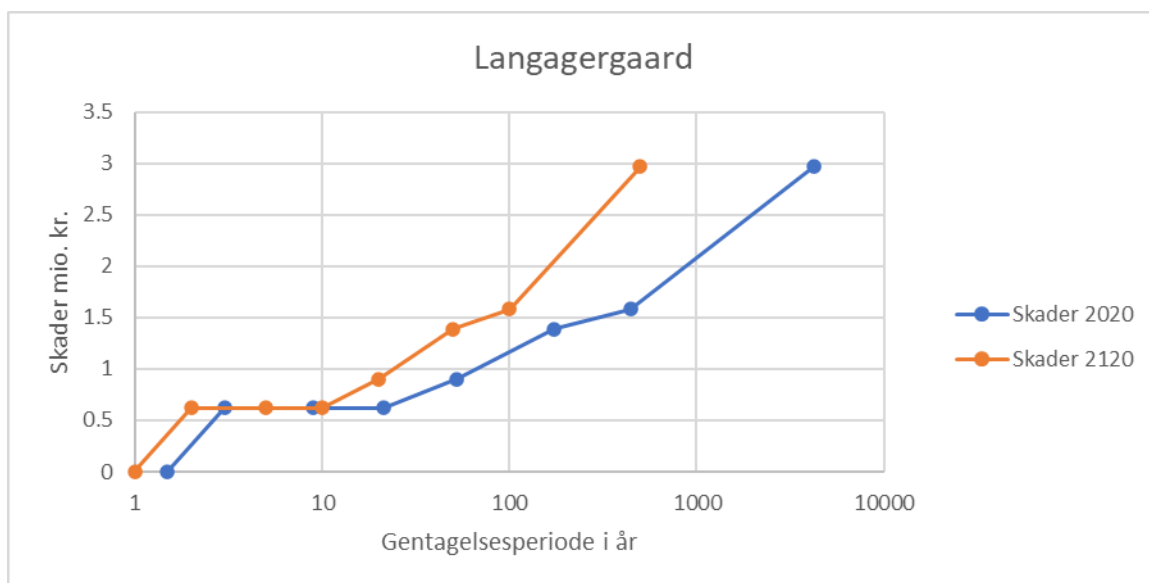
Ligesom løsningsomkostningerne er prisen fremskrevet, er skadesomkostningerne også fremskrevet med 30%.

Bygninger som er større end 1000 m² har en meget markant indflydelse på skadesberegninger. Derfor er de gennemgået manuelt, for at vurdere om den simulerede vandstand giver reelle skader af disse bygninger. På Figur 46 er vist de bygninger som er gennemgået. De karrygule er ikke justerede, mens resten er nedjusteret i skade efter et subjektivt skøn baseret på en manuel gennemgang, som giver et indtryk af om gulvniveauet i stueetagen ligger højere end omkringliggende terræn. Bygningsskader er typisk justerede eller fjernede, hvis det ved tilsynet var tydeligt, at der var nedkørselsramper eller kælderskakter som giver en urealistisk stor skade.



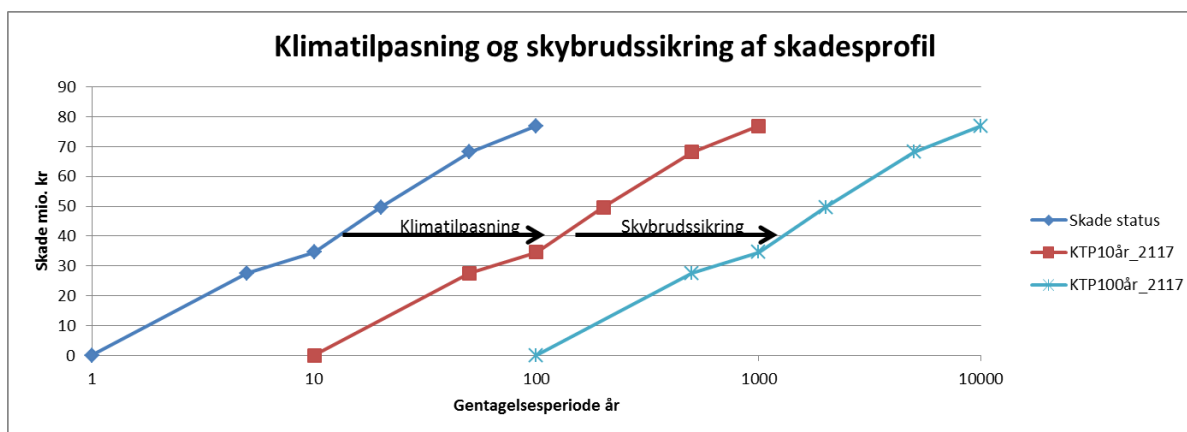
Figur 46: Oversigt over bygninger som er gennemgået manuelt. Karrygule er ikke justerede.

For alle gentagelsesperioder opsummeres skaderne nu og i fremtiden (som illustreret i Figur 47) og danner ”skadesprofilen”.



Figur 47: Illustration af skadesprofil: Skadesomkostningen som funktion af gentagelsesperioden.

Der er ikke gennemført hydrauliske beregninger for at vise hvilken effekt tilpasning af afstrømningssystemet vil have på skadesprofil. Erfaringer fra Helsingør, hvor der er anvendt detaljerede beregningsmodeller, viser, at effekten på skaderne ved tilpasning af afstrømningssystemerne (med traditionelle løsninger) ses ved en parallelforskydning af skadesprofil, svarende til at kurven har samme hældning, men skærer x-aksen i et nyt nulskadeniveau (svarende til niveauet for skader som ønskes opnået). Dette er illustreret på Figur 48.



Figur 48: Illustration af metode til at finde skadesprofil for klimatilpasning til T = 10 år (rød) og skybrudssikring til 100 år (om 100 år) ved parallelforskydning. Gentagelsesperioden vises logaritmisk.

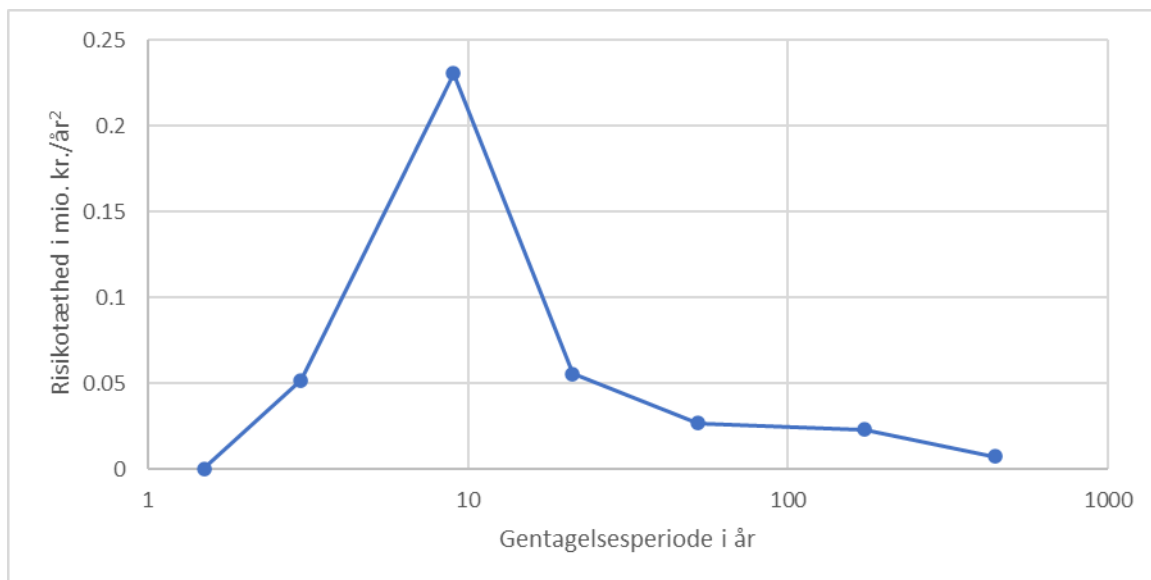
Således findes skadesprofilerne svarende til tilpasninger til T = 10, 20, 50, 75 og 100 år i nutid og fremtid.

Det skal bemærkes, at med denne metode, svarer restskaderne til, at der er gennemført tilpasning med traditionelle metoder, og da restskaden afhænger af løsningen, giver det anledning til usikkerhed. F.eks. kan der vise sig større restskader, hvis der klimatilpasses ved brug af større grad af tilbageholdelse f.eks. i form af LAR frem for at transportere vandet ud af området.

12.3 Beregning af gennemsnitlig årlig skade (EAD)

For at beregne den gennemsnitlige årlige skade (Expected Annual Damage, EAD) nu og i fremtiden og med og uden tilpasning, omregnes skadesprofilerne til risikotætheden.

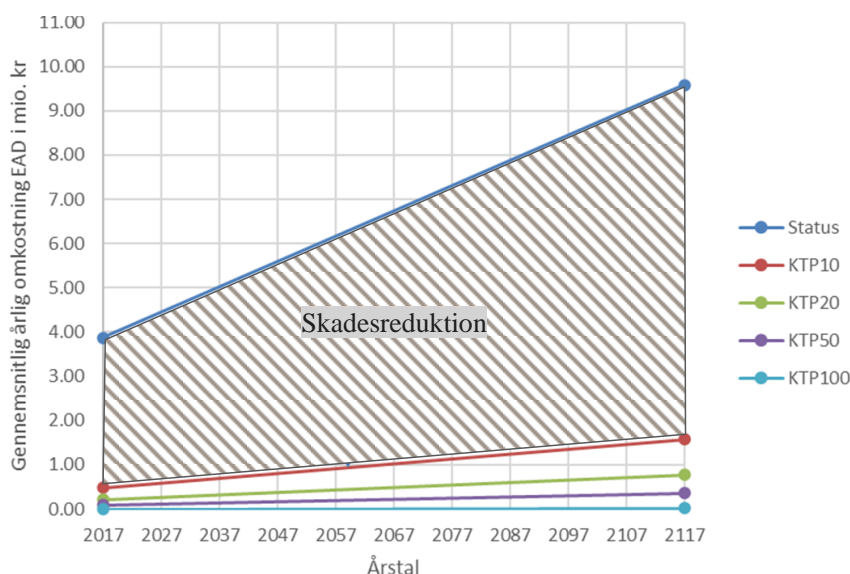
Risikotætheden kombinerer information om skadens størrelse med sandsynligheden for at skaden indtræffer. EAD i kr./år findes ved at integrere (dvs. finde arealet) under kurven. Et eksempel er vist på Figur 49.



Figur 49: Risikotætheden kombinerer information om skadens størrelse med sandsynligheden for at skaden indtræffer (den årlige skadesrisiko). EAD i kr./år findes ved at integrere (dvs. finde arealet) under kurven.

12.4 Beregning af skadesreduktion

Den gennemsnitlige årlige skade beregnes for hver af de ønskede situationer: det eksisterende system nu og i fremtiden, samt for de forskellige niveauer for skybrudssikring nu og i fremtiden. Differencen mellem skaderne (beregnet for eksisterende forhold og for klimatilpassede forhold over 100 år) er den gevinst, der kan opnås ved klimatilpasning i form af reducerede skader. Figur 50 illustrerer beregningen af skadesreduktionen.



Figur 50: Illustration af beregning af skadesreduktion. Arealet under kurverne giver den samlede skade over 100 år og differensen mellem dem (vist med skravering for KTP10) er skadesreduktionen.

Den samlede skade får man, ved at summere EAD over de 100 år og forskellen mellem dem er skadesreduktionen eller gevinsten ved klimatilpasning.

Før man kan summere skaderne over 100 år, skal de diskonteres, da værdien af skaderne ude i fremtiden ikke har samme værdi, som de ville have, hvis de opstod i dag. Man regner derfor EAD-værdierne om til de såkaldte nutidsværdier med en diskonteringsrente, som anbefalet af Finansministeriet.

Skadesreduktionen beregnes ud fra en tænkt ”straks-investering”. I virkeligheden kan der ikke gennemføres en fuld klimatilpasning af hele kommunen inden for få år, hvilket betyder, at der er en usikkerhed i form af en skadesreduktion i starten af perioden, som ikke burde tælles med. Usikkerheden er mindre, hvis investeringen i et opland forløber over en kort periode. Det forventes at anlægsperioden for oplandene vil ligge i størrelsesordenen 5-10 år, så der er tale om mindre usikkerheder. Derfor er det valgt at anvende ”straks-investeringer” i denne analyse. Hvis der skal gennemføres mere detaljerede beregninger af nettogevinsten, kan en bedre belyst investeringstakt for hele kommunen anvendes.

Anvendelse af ”straks-investering” betyder, at den beregnede skadesreduktion overvurderes, men det vurderes, at den ligger indenfor usikkerheden på screeningsmetoden.

12.5 Beregning af løsningsomkostninger

12.5.1 Løsningsomkostninger til klimatilpasning af afløbssystemet til 5 og 10 år i 2120

Til brug for klimatilpasning af afløbssystemet er der anvendt en detaljeret numerisk hydraulisk model til at finde løsningerne for 5 og 10 års serviceniveau.

Bassinvolumener og længde af de samlede ledningsanlæg med dimensioner opgøres pr. opland i GIS.

I bogen afløbsteknik 6. udgave anlægspriser fra 2011 aflæst og justeret med markedsindeks 30 % til 2023 priser. Der er aflæst priser for områdetypen B vej/pladsareal, hvilket er en gennemsnitlig fortætningstype af det reducerede areal, svarende til det man ser i Greve Kommune.

Dimension (mm)	Pris kr/m
200 BT	6484
250BT	6825
300 BT	7118
400 BT	7800
500 BT	8678
600 BT	9360
700 BT	10725
800 BT	12188
900 BT	13406
1000 BT	14625
1200 BT	17063
1400 BT	19500
1600 BT	23400
2000 BT	34125

For pladsstøbte betonbassiner er der på samme måde aflæst og omregnet følgende priser:

Overdækkede pladsstøbte betonbassiner	Pris kr. / m3
200 m3	19500
1000 m3	12188
3000 m3	7800
5000 m3	6825
>= 15000 m3	4875

For andre typer af regnvandsbassiner er der anvendt tal som ikke varierer med bassinstørrelse:

	Erfaringstal kr/m3	index+30%
Lukkede regnvandsbassiner/kassetter	4000	5200
Åbne regnvandsbassiner	2000	2600
Grøftebassin	2000	2600
Udnyttelse af eksisterende hul	1000	1300
Miljøbassiner med plads til jordindbygning	1000	1300

For pumpestationer er der følgende erfaringstal fra projekter i greve:

Pumper	Kap. l/s	Pris mio kr.	index+30%
Greve centervej	1000	10	13
Kildebrønde vest	240	0.5	0.65

Der regnes med en årlig driftsomkostning på 2% på lednings- og bassinanlæggene samt 0.5% i årlige driftsomkostninger.

12.5.2 Løsningsomkostninger til skybrudssikring

I en detaljeret analyse jf. serviceniveaubekendtgørelsen skal der tilsvarende anvendes en detaljeret model for at kunne finde løsninger til at opnå forskellige niveauer for skybrudssikring. Omkostningerne til at etablere sådanne løsninger, kunne da beregnes mere eller mindre detaljeret. Baseret på løsningerne skulle der ideelt set efterfølgende beregnes nye oversvømmelseskort for de forskellige tilpasninger og gentagelsesperioder og heraf nye skadesniveauer.

På dette screeningsniveau er der brugt en mere simpel tilgang, hvor det antages, at det oversvømmelsesvolumen, som ligger på terræn efter klimatilpasning til det mest samfundsøkonomisk effektive niveau, med en dybde over 20 cm og er i berøring med en bygning skal håndteres, og at omkostningerne til en løsning kan findes ved at anvende en enhedspris for hver m^3 vand der skal fjernes.

I randområderne, hvor et opland møder et naboopland, kan der være vand på terræn, som skyldes regnvand, der oprindeligt er faldet i det opstrøms opland, men som giver oversvømmelse i det nedstrøms. Sådanne steder er der særlig opmærksomhed på at sikre, at regnvandet enten håndteres i det opstrøms opland eller at det etableres transport helt til slutrecipienten (her Vandløb og Køge Bugt) gennem det nedstrøms opland. I nærværende analyse er det antaget, at udgiften til at håndtere regnvand i et opland er relateret til oversvømmelserne i det samme opland.

Erfaringsværdier fra klimatilpasning og skybrudssikring af afløbssystemer kan anvendes som et helt overordnet skøn på løsningsomkostningerne. Det betyder naturligvis, at der er store usikkerheder forbundet med resultatet, men det kan anvendes til at vurdere, om der skal foretages yderligere modelberegninger for at opnå et mere korrekt beslutningsgrundlag.

Vand og Affald har oplyst, at erfaringer indsamlet fra Svendborg viser, at omkostningerne til skybrudssikring er: 8.750 kr./ m^3 for indre by og 5.000 kr./ m^3 i forstæder. I nærværende analyse er der anvendt 5000 kr./ m^3 vand på terræn.

Man kan sammenligne disse værdier med omkostningen til etablering af åbne bassiner i byen. Regnvandsbassiner vil kunne etableres for i størrelsesordenen 2000 kr./ m^3 i grønne områder. Ofte vil det blive dyrere at etablere bassiner, hvor der ikke er grønne områder, hvis de kun kan anvendes til regnvand, men hvis det er ud over serviceniveauet for afløbssystemet (sjældnere end hvert 5. år), så vil P-pladser, fodboldbaner og lignende kunne tages i anvendelse og m^3 -prisen vil være billigere og den anvendte pris mere realistisk.

5000 kr./ m^3 anvendes derfor i analysen. Konsekvensen af dette valg undersøges med en følsomhedsanalyse, hvor løsningsprisen sættes til det dobbelte.

Priser pr. m^3 vand på terræn er beregnet af Vand og Affald ud fra gennemførte projekter i såvel Svendborg som andre steder i landet.

Løsningerne tillægges drift og reinvesterings svarende til 2.5% af anlægsprisen. Det er i nogle tilfælde meget højt, idet nogle overfladeløsninger indgår som en del af den eksisterende overflade og derfor ikke

giver ekstra drift og i andre tilfælde lavt hvis der f.eks. etableres åbne render på overfladen, som ofte skal renses, da de samler byens affald.

Staten anbefaler, at der anvendes en nettoafgiftsfaktor på offentlige cost-benefit-analyser. Nettoafgiftsfaktoren, som omfatter skatter og afgifter herunder moms, er indregnet med 32.5%, men der er ikke indregnet en skatteforvridningsfaktor, da det vil afhænge af hvem der skal betale udgifterne, skatteborgerne eller forsyningskunderne og her er det forsyningskunderne.

12.6 Beregning af Nettogevinst

12.6.1 Nettogevinst - Serviceniveau for afløbssystemet

Nettogevinsten er skadesreduktionen ved hhv. klimatilpasning af afløbssystemet til hhv. 5 og 10 år fratrukket løsningsomkostningerne og er beregnet for hvert opland.

For hvert opland afgøres det om afløbssystemet skal klimatilpasses til 5 eller 10 år ved at vælge det niveau, som har den højeste positive nettogevinst. Hvis der ikke er en positiv nettogevinst, vælges minimumsniveauet fra Skrift 27 som er $T = 5$ år.

12.6.2 Nettogevinst - Serviceniveau for skybrudssikring

Nettogevinsten for serviceniveauet for vand på terræn beregnes som differensen mellem den ekstra skadesreduktion i forhold til det serviceniveau for afløbssystemet som analysen har vist er mest hensigtsmæssigt og meromkostningen til løsningerne.

Nettogevinsten som funktion af gentagelsesperioden fortæller således, hvilket niveau for skybrudssikring, som bedst tjener sig hjem i form af reducerede oversvømmelseskader. Forsyningen må betale for klimatilpasning til det niveau for skybrudssikring, hvor man findes en største positive nettogevinst eller for omkostninger til skybrudstiltag som ligger indenfor 5% af omkostningen til separatkloakeringen.

13 BILAG 3 ”Resultat af screeningen ”

I de følgende to tabeller findes resultaterne af screeningen efter klimatilpasning af afløbssystemet til hhv. 5 års hændelse (med ”fed” er markeret de oplande som skal klimatilpasses til en 10 års hændelse) og en 10 års hændelse.

I tabellen herunder er kolonnerne i resultattabellerne forklaret:

Kolonne	GIS navn	Navn	Forklaring
1	KTP5_resul	Vandløbssystem	Vandløbssystemet som oplandet leder til
2	KTP5_re_1	Opland	Oplandsnavnet
3		Nr	Oplandets nummer i analysen
4	KTP5_re_2	Potentiel skadesreduktion ud over KTP5 mio. nutidskr.	Restskaden når afløbssystemet er klimatilpasset til hhv. en 5 og 10 års gentagelsesperiode i mio. nutidskroner
5	KTP5_re_3	KTP5 Løsninger mio. nutidskr.	Omkostningen til etablering og drift af løsningerne som sikrer klimatilpasningen af afløbssystemet i mio. nutidskroner
6	KTP5_re_4	5% af omkostninger til KTP5 mio. nutidskroner	5% af omkostningen til klimatilpasningen af afløbssystemet (forrige kolonne) i mio. nutidskroner
7	KTP5_re_5	To - serviceniveau for skybrud efter KTP5	Det serviceniveau for vand på terræn (dvs. hvor der netop ikke kommer skader) som opnås når afløbssystemet klimatilpasses i år
8	KTP5_re_6	Økonomisk hensigtsmæssigt serviceniveau for skybrud ved KTP5	Det serviceniveau som har den højeste og positive nettogevinst når afløbssystemet er klimatilpasset i år
9	KTP5_re_7	Løsningsomkostning til det hensigtsmæssige serviceniveau KTP5 mio. nutidskr	Omkostningen til at opnå det økonomisk mest hensigtsmæssige serviceniveau for skybrud i mio. nutidskroner
10	KTP5_re_8	KTP niveau (afløbssystemet)	Det anbefalede serviceniveau for afløbssystemet i år

Serviceniveauer for regnvandshåndtering og delprioritering af oplandene i Greve Kommune

Vandløbssystem	Opland	Nr	Potentiel skadesreduktion ud over KTP5 mio. nutidskr.	KTP Løsninger mio. nutidskr.	5% af omkostninger til KTP mio. nutidskr.	To - serviceniveau for skybrud efter KTP afløb	Økonomisk hensigtsmæssigt serviceniveau for skybrud ved KTPniveau	Løsningsomkostning til det hensigtsmæssige serviceniveau mio. nutidskr	KTP niveau i år
Lille Vejleå	Hundige Oest	14	2.84	55.55	2.78	20	50	0.04	5
Lille Vejleå	Hundige Bygade	15	1.27	21.92	1.10	20	50	0.16	5
Lille Vejleå	Hundige Parcelhuse	16	10.30	85.95	4.30	10	50	0.50	5
Lille Vejleå	Kildebroende Industri	19	16.05	69.14	3.46	20	50	0.02	10
Lille Vejleå	Lumringsrenden	45	0.69	19.61	0.98	20 nej	-	-	5
Lille Vejleå	Waves	60	0.69	90.46	4.52	50 nej	-	-	5
Møllebækken	Karlslunde Landsby	1	6.61	32.98	1.65	10	50	0.28	5
Møllebækken	Karlslunde Syd	11	37.55	88.06	4.40	10	50	0.65	5
Møllebækken	Soehoej	33	3.24	7.94	0.40	20	50	0.15	5
Møllebækken	Karlslunde Industri	44	25.68	25.36	1.27	10	50	0.82	5
Møllebækken	Karlslunde Strand	56	14.54	86.37	4.32	10	50	0.83	5
Olsbækken	Olsbaek_nord	5	14.99	109.76	5.49	10 nej	-	-	5
Olsbækken	Haandvaerkerbyen	6	2.72	19.23	0.96	10	50	0.11	5
Olsbækken	Ventrupparken	8	4.78	48.02	2.40	20 nej	-	-	5
Olsbækken	Greve Landsby	9	2.15	7.11	0.36	10	50	0.25	10
Olsbækken	Grevevej	10	0.25	15.66	0.78	50 nej	-	-	5
Olsbækken	Kildebroende Landsby	12	-	1.75	0.09	0 nej	-	-	5
Olsbækken	Kildebroende LandevejNord	13	1.94	7.98	0.40	10	500	0.08	5
Olsbækken	Kildebroende Vest	17	-	-	0.00	0 nej	-	-	5
Olsbækken	Kildebroende Vest2	18	-	-	0.00	0 nej	-	-	5
Olsbækken	Tvaerhoejgaard1	20	0.01	-	0.00	100 nej	-	-	10
Olsbækken	Tvaerhoejgaard2	21	2.21	-	0.00	20	50	0.28	10
Olsbækken	Kildebroende LandevejSyd	22	-	4.77	0.24	0 nej	-	-	5
Olsbækken	Olsbaeksoen	26	1.97	17.85	0.89	10	20	0.31	5
Olsbækken	Haslehegnet	27	1.05	6.17	0.31	10	100	0.11	5
Olsbækken	Stadion	32	-	-	0.00	0 nej	-	-	5
Olsbækken	Olsbaek_syd	46	0.54	6.10	0.30	50 nej	-	-	5
Olsbækken	Gersagerparken	59	3.79	68.44	3.42	20 nej	-	-	5
Streget&Roermoseløbet	Greve Midt	3	22.47	176.11	8.81	20	50	0.20	10
Streget&Roermoseløbet	Metalgangen	4	28.15	18.29	0.91	20	100	2.73	10
Streget&Roermoseløbet	Birkedalen	28	40.75	238.16	11.91	10	50	0.45	10
Streget&Roermoseløbet	Greve Main	55	11.40	45.60	2.28	10	100	0.47	5
Streget&Roermoseløbet	Langagergaard	57	3.78	14.01	0.70	10	100	0.35	10
Streget&Roermoseløbet	Mosedede	58	51.64	155.74	7.79	10	50	1.45	5
TuneMR	TuneAlmuevej	48	4.24	124.00	6.2	10	100	0.18	5
TuneMR	TuneOest	49	45.93	115.00	5.75	10	20	3.55	5
TuneMR	TuneNordvest	50	1.09	56.00	2.8	20	100	0.01	5
TuneMR	TuneLundevvej	51	0.02	-	0	20 nej	-	-	5
TuneMR	TuneNordoest	52	13.06	12.00	0.6	10	20	0.16	10
TuneMR	TuneByagerparken	53	21.46	12.00	0.6	10	100	3.19	5
TuneMR	TuneBy	54	1.77	103.00	5.15	20	50	0.01	5
TuneMR	TuneElkaerparken	61	61.72	52.00	2.6	10	100	6.06	10

14 BILAG 4 ”Gevinst i forhold til omkostninger ved klimatilpasning af afløbssystemet”

Gennemsnitlig årlig omkostning i 2120 for status og efter klimatilpasning af afløbssystemet. Med fed er angivet dem som klimatilpasses til 10 år. Skadesreduktion i forholdt til løsningsomkostninger (sidste kolonne) til brug i prioriteringen af klimatilpasningen af afløbssystemet.

Vandløbssystem	Opland	Gennemsnitlig årlig omkostning status mio. kr/år (2120)	Gennemsnitlig årlig omkostning efter KTP mio. kr/år (2120)	Skadesreduktion ved KTP af afløbssystemet til KTPniveau år	KTP Løsninger mio. nutidskr.	Skadesred i forhold til KTLøsninger
Lille Vejleå	Hundige Oest	0.44	0.17	4.83	55.55	0.09
Lille Vejleå	Hundige Bygade	0.38	0.08	6.68	21.92	0.30
Lille Vejleå	Hundige Parcelhuse	2.33	0.60	33.84	85.95	0.39
Lille Vejleå	Kildebroende Industri	7.71	0.95	129.28	69.14	1.87
Lille Vejleå	Lumringsrenden	0.18	0.04	2.73	19.61	0.14
Lille Vejleå	Waves	0.68	0.05	11.01	90.46	0.12
Møllebækken	Karlsunde Landsby	1.82	0.36	33.01	32.98	1.00
Møllebækken	Karlsunde Syd	3.92	2.11	34.97	88.06	0.40
Møllebækken	Soehoej	1.20	0.19	22.07	7.94	2.78
Møllebækken	Karlsunde Industri	4.46	1.47	61.92	25.36	2.44
Møllebækken	Karlsunde Strand	2.45	0.83	33.61	86.37	0.39
Olsbækken	Olsbaek_nord	4.62	0.86	75.89	109.76	0.69
Olsbækken	Haandvaerkerbyen	3.60	0.15	79.92	19.23	4.16
Olsbækken	Ventrupparken	1.59	0.28	24.84	48.02	0.52
Olsbækken	Greve Landsby	0.26	0.13	2.22	7.11	0.31
Olsbækken	Grevevej	0.16	0.01	3.13	15.66	0.20
Olsbækken	Kildebroende Landsby	-	-	-	1.75	-
Olsbækken	Kildebroende LandevejNord	0.41	0.10	7.88	7.98	0.99
Olsbækken	Kildebroende Vest	-	-	-	-	-
Olsbækken	Kildebroende Vest2	-	-	-	-	-
Olsbækken	Tvaerhoejgaard1	0.00	0.00	-	-	-
Olsbækken	Tvaerhoejgaard2	0.16	0.13	0.50	-	-
Olsbækken	Kildebroende LandevejSyd	0.03	-	0.48	4.77	0.10
Olsbækken	Olsbaeksoen	0.25	0.11	2.76	17.85	0.15
Olsbækken	Haslehegnet	0.07	0.06	0.28	6.17	0.05
Olsbækken	Stadion	-	-	-	-	-
Olsbækken	Olsbaek_syd	0.13	0.03	1.67	6.10	0.27
Olsbækken	Gersagerparken	0.47	0.22	4.40	68.44	0.06
Streget&Roermoseleobet	Greve Midt	5.16	1.33	78.77	176.11	0.45
Streget&Roermoseleobet	Metalgangen	7.85	1.64	123.25	18.29	6.74
Streget&Roermoseleobet	Birkedalen	21.55	2.34	478.15	238.16	2.01
Streget&Roermoseleobet	Greve Main	5.32	0.59	103.76	45.60	2.28
Streget&Roermoseleobet	Langagergaard	2.03	0.20	46.40	14.01	3.31
Streget&Roermoseleobet	Mosedede	13.90	2.74	274.82	155.74	1.76
TuneMR	TuneAlmuevej	2.42	0.23	44.27	124.00	0.36
TuneMR	TuneOest	3.11	2.43	15.13	115.00	0.13
TuneMR	TuneNordvest	0.92	0.07	17.90	56.00	0.32
TuneMR	TuneLundevej	0.03	0.00	0.56	-	-
TuneMR	TuneNordoest	2.94	0.74	45.80	12.00	3.82
TuneMR	TuneByagerparken	2.39	1.07	28.31	12.00	2.36
TuneMR	TuneBy	0.41	0.10	6.41	103.00	0.06
TuneMR	TuneElkaerparken	17.21	3.34	357.11	52.00	6.87

Kortbilag 1 Oplandsplaner_Lillevejleå

Kortbilag 2 Oplandsplaner_Olsbækssystemet

Kortbilag 3 Oplandsplaner_Streget_Rørmøseløbet

Kortbilag 4 Oplandsplaner_Møllebækssystemet