

# Samfundsøkonomiske cost-benefit-analyser for løsninger til håndtering af terrænnært grundvand



Udarbejdet for DANVA og KL

---

November 2020

**Udarbejdet til:** DANVA og KL

**Udarbejdet af:** Realise ApS og Kouno P/S

**KOUNO**

**REALISE**

## INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	Sammenfatning.....	1
2.	Indledning.....	2
3.	Samfundsøkonomisk model og afgrænsning.....	3
4.	Sunds .....	7
4.1.	Projektbeskrivelse .....	7
4.2.	Samfundsøkonomisk beregning.....	9
5.	Odense .....	16
5.1.	Projektbeskrivelse .....	16
5.2.	Samfundsøkonomisk beregning.....	19
6.	Herlev .....	24
6.1.	Projektbeskrivelse .....	24
6.2.	Samfundsøkonomisk beregning.....	26
7.	Aarhus .....	31
7.1.	Projektbeskrivelse .....	31
7.2.	Samfundsøkonomisk beregning.....	34
8.	Bilag A - Ikke kvantificerede effekter .....	41
9.	Bilag B - FølsomhedsAnalyse .....	42
10.	Bilag C - Effekten på ejendomsværdier .....	49
11.	Bilag D - Begrebsdefinitioner.....	51
12.	Kilder .....	53

## 1. SAMMENFATNING

Nærværende samfundsøkonomiske analyse omfatter løsninger til håndtering af terrænnært grundvand i Sunds i Herning Kommune, Erhvervs kvarteret, Eventyrkvarteret og Musikkvarteret i Herlev Kommune, det kloakerede opland i Odense Kommune og en del af Risskov i Aarhus Kommune.

Den samfundsøkonomiske analyse er beregnet for tre løsnings scenarier for hvert af de ovennævnte områder:

- Grundejerløsning 25 %
- Grundejerløsning 75 %
- Selskabsløsning

Grundejerløsningerne er udtryk for, at hhv. 25 % og 75 % af grundejerne i de berørte områder vælger at beskytte sig med drænløsninger mod terrænnært grundvand. Selskabsløsningen er udtryk for, at spildevands selskaberne etablerer en fælles løsning til håndtering af terrænnært overfladenært grundvand i de berørte områder.

Resultaterne af de samfundsøkonomiske beregninger viser entydigt, på tværs af de fire områder, at den samfundsøkonomiske rentabilitet er størst, når spildevands selskaberne etablerer løsninger.

Dette ses i form af, at de løsninger med den største Nettonutidsværdi<sup>1</sup>, Intern rente og Cost-Benefit forhold pr. investeret kr. er udtryk for de løsninger med den største samfundsøkonomiske forrentning. Dette betyder, at værdien af de samlede gevinster overstiger værdien af de samlede omkostninger.

Løsningernes effekt på ejendoms værdien er ligeledes beregnet. Her gør det samme billede sig gældende, så spildevands selskabernes løsninger har den største effekt på ejendoms værdierne.

Nedenfor er resultaterne af de samfundsøkonomiske beregninger i Sunds, Herlev, Odense og Aarhus sammenfattet.

---

<sup>1</sup> Grundejerløsningerne og selskabsløsningerne i Sunds, Odense og Herlev har positive nettonutidsværdier, hvilket er ensbetydende med positive samfundsøkonomiske resultater. Grundejerløsningerne i Aarhus har negative nettonutidsværdier mens selskabsløsningen i Aarhus har positiv nettonutidsværdi.

Sunds	NNV (mio. kr.)	Intern Rente (%)	CB- Forhold	Effekt på ejendomsværdi (mio. kr.)
25 % Grundejerløsning	2,6	5,0 %	1,3	3,0
75 % Grundejerløsning	22,4	9,8 %	2,4	9,0
Selskabsløsning	36,8	29,2 %	7,5	9,1

Odense	NNV (mio. kr.)	Intern Rente (%)	CB- Forhold	Effekt på ejendomsværdi (mio. kr.)
25 % Grundejerløsning	643	18,4 %	4,1	440
75 % Grundejerløsning	1.930	18,4 %	4,1	1.319
Selskabsløsning	3.161	25,5 %	5,4	1.583

Herlev	NNV (mio. kr.)	Intern Rente (%)	CB- Forhold	Effekt på ejendomsværdi (mio. kr.)
25 % Grundejerløsning	15,0	7,6 %	1,7	25,1
75 % Grundejerløsning	44,9	7,6 %	1,7	75,3
Selskabsløsning	115,3	20,0 %	4,6	100,4

Aarhus	NNV (mio. kr.)	Intern Rente (%)	CB- Forhold	Effekt på ejendomsværdi (mio. kr.)
25 % Grundejerløsning	-50	-	-	93
75 % Grundejerløsning	-67	-	-	278
Selskabsløsning	172	8,9 %	2,2	312

## 2. INDLEDNING

DANVA og KL har igangsat projektet "National indsats imod terrænnært grundvand". Projektets fokus er, at løse problemerne med terrænnært grundvand i bebyggede områder og nye udstykninger, hvor et spildevandselskab har ansvaret for vand- og spildevandshåndtering.

Projektet omfatter fire cases med identificering af mulige løsninger imod terrænnært grundvand:

1. Sunds i Herning Kommune
2. Eventyrkvarteret, Musikkvarteret og Erhvervsvarteret i Herlev Kommune

3. Det kloakerede opland i Odense Kommune
4. Dele af Risskov i Aarhus Kommune

Den samfundsøkonomiske analyse er beregnet for tre løsningsscenarier for hvert af de ovennævnte områder:

- Grundejerløsning 25 %
- Grundejerløsning 75 %
- Selskabsløsning

Grundejerløsningerne er udtryk for, at hhv. 25 % og 75 % af grundejerne i de berørte områder vælger at beskytte sig med drænløsninger mod terrænnært grundvand. Selskabsløsningen er udtryk for, at spildevandselskaberne etablerer en fælles løsning til håndtering af terrænnært grundvand i de berørte områder.

Beregningerne har til formål at vise, hvilken samfundsøkonomi der er forbundet med de konkrete grundejerløsninger og selskabsløsninger. Herunder en identificering af de enkelte grundejerløsninger og selskabsløsninger samlede omkostninger og gevinster og dermed svaret på om løsningerne er en god forretning for samfundet.

Realise og Kouno har gennemført de samfundsøkonomiske beregninger i løbet af sommeren og efteråret 2020.

### 3. SAMFUNDSØKOMISK MODEL OG AFGRÆNSNING

Jf. Finansministeriets vejledning til samfundsøkonomiske cost-benefit-analyser følger de samfundsøkonomiske beregninger til løsning af terrænnært grundvand de tre trin opstillet nedenfor:

1. Definition af formål, basisscenarie, tidshorisont og alternative tiltag
2. Identifikation og kvantificering af fordele og ulemper ved de enkelte løsninger
3. Opgørelse af fordele og ulemper for hver løsning

Trin	Væsentlige forhold
<b>Trin 1:</b> Definition af formål, basisscenarie, tidshorisont og alternative tiltag.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formålet med løsningen defineres og beskrives.</li> <li>• Basisscenariet defineres og beskrives som den fremtidige situation, hvor der ikke gøres noget eller medtaget de tiltag som under alle omstændigheder vil blive realiseret.</li> <li>• Identifikation af skadesområde og skadesomfang.</li> <li>• Tidshorisonten fastlægges (som udgangspunkt er det 100 år)</li> <li>• Alternativer til løsningen defineres og beskrives.</li> </ul>
<b>Trin 2:</b> Identifikation og kvantificering af fordele og ulemper ved de enkelte løsninger.	Fordele: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation af sparede materielle skader (markedsomsatte goder) f.eks. bygninger, infrastruktur m.v.</li> <li>• Effekt på ejendomsværdier.</li> </ul> Ulemper: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investeringsomkostninger, inkl. byggetid, levetid og reinvestering.</li> <li>• Årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger.</li> <li>• Finansiering af tiltagene/løsninger.</li> </ul>
<b>Trin 3:</b> Opgørelse af fordele og ulemper for hver løsning.	Fordele: <ul style="list-style-type: none"> <li>• De tilbagediskonterede samlede sparede skadesomkostninger.</li> </ul> Ulemper: <ul style="list-style-type: none"> <li>• De tilbagediskonterede samlede investeringsomkostninger.</li> </ul>

Figur 3.1 De tre trin i de samfundsøkonomiske beregninger. Kilde: Finansministeriet, Realise og Kouno

Beregningerne foretages med Miljøstyrelsens PLASK-model (Klimatilpasningsværktøj til beregning og dialog), der er generelt accepteret, når der arbejdes med samfundsøkonomisk beslutningsgrundlag i tilknytning til investeringer på klimatilpasningsområdet.

PLASK retter sig mod samfundsøkonomiske beregninger af investeringer i løsninger rettet mod skybrud og stormflod. Der eksisterer, på nuværende tidspunkt ikke et særligt modul i tilknytning til terrænnært grundvand i PLASK. Indtil dette modul er udviklet, vurderes PLASK at være det bedste værktøj til samfundsøkonomiske beregninger af investeringer i løsninger i tilknytning til terrænnært grundvand.

PLASK opererer med en række enhedspriser for skader på bygningers kældre og stueetage, erhvervsejendomme og veje, som er anvendt i nærværende samfundsøkonomiske analyser. Enhedspriserne er bl.a. baseret på information om skadesdata fra forsikringselskaberne eller på en vurdering af de forventede skadesomkostninger ved oversvømmelser.

De samfundsøkonomiske beregninger af grundejerløsninger og selskabsløsninger i Sunds, Herlev, Odense og Aarhus opgøres jf. tabellen nedenfor.

#### Samfundsøkonomisk resultat i nettonutidsværdi over 100 år, mio. kr.

Omkostninger	Nettonutidsværdi (mio. kr.)
Tiltagsomkostninger: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investering</li> <li>• Reinvestering</li> <li>• Drift og vedligehold</li> </ul>	
<b>Gvinster</b>	
Sparede skadesomkostninger: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bebyggelse</li> <li>• Infrastruktur</li> </ul>	
Merværdier: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effekten på ejendomsværdier</li> </ul>	
<b>Samfundsøkonomisk gevinst i mio. kr. med og uden effekt på ejendomsværdier</b>	

Figur 3.2 Opstilling af samfundsøkonomiske resultater. Kilde: Realise og Kouno

Estimering af omkostninger, reinvestering og drifts- og vedligeholdelsesomkostninger for grundejerløsninger og selskabsløsninger baserer sig på beregninger fra spildevandsselskaberne Herning Vand, Vandcenter Syd, HOFOR og Aarhus Vand. For grundejerløsningerne er der desuden hentet gennemsnitspriser på drænløsninger fra <https://bygga.dk/omfangsdræn/>.

Ibrugtagingsåret er 2028 for grundejerløsningerne og selskabsløsningerne i Sunds, Herlev og Aarhus. Ibrugtagingsåret er 2053 for grundejerløsninger og selskabsløsning i Odense.



Der tages udgangspunkt i en skadesopgørelse for perioden 2050-2060, da dette svarer til et gennemsnit for en middel grundvandsstand på tværs af de fire cases.

Reduktion af uvedkommende vand som følge af grundejerløsninger og selskabsløsninger er oplyst i m<sup>3</sup> af spildevandsselskaberne, og er beregnet ved anvendelse af enhedspriser fra Miljøstyrelsen (Bedre viden om uvedkommende vand, 2018). Reduktion af uvedkommende vand modregnes i drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne.

Estimering af sparede skadeomkostninger for grundejerløsninger og selskabsløsninger baserer sig på opgørelser fra Realise og Kouno, som er baseret på vandkort fra spildevandsselskaberne samt BBR-data fra Herning Kommune, Odense Kommune, Herlev Kommune og Aarhus Kommune.

For så vidt angår sparede skadesomkostninger på infrastruktur, gælder dette kun for selskabsløsningerne, da det antages, at grundejerløsningerne kun fjerner skader fra de konkrete ejendomme. Selskabsløsningerne etableres med henblik på at virke grundvandssænkende for et samlet opland og vil derfor også give effekt for infrastruktur.

PLASK indeholder enhedspriser for beskadiget infrastruktur (veje), herunder typer af veje. Disse enhedspriser er sammenholdt med priser fra Sweco, som er tilvejebragt gennem et udviklingsprojekt i samarbejde med Slagelse Kommune i 2010. Der er konstateret overensstemmelse mellem Swecos anvendte priser og PLASK' enhedspriser.

Effekten på ejendomsværdier som følge af grundejerløsninger og selskabsløsninger er en samfundsøkonomisk merværdi, der beregnes som supplement til de samfundsøkonomiske beregninger i PLASK. For Aarhus, Odense og Herlev er effekten konkret beregnet. For Sunds er effekten på ejendomsværdien modelleret på grund af for få ejendomsenheder, hvilket er forbundet med en vis usikkerhed.

Metoden tager udgangspunkt i Husprismodellen<sup>2</sup> og forskningsresultater udarbejdet på Københavns Universitets Institut for Fødevarer og Ressourceøkonomi<sup>3,4,5</sup>.

Forskningsresultaterne viser, at boliger, der er udsat for skader som følge af skybrud, stormflod eller andre klimamæssige skader/risici for skader, værdisættes lavere i markedet end sammenlignelige boliger i området. Der er taget udgangspunkt i en landsgennemsnitspris pr. m<sup>2</sup> beskadiget kælder, som er vægtet i forhold til ejendomspriserne i de konkrete områder. Metoden er nærmere beskrevet i Bilag C.

<sup>2</sup> Rosen, 1974

<sup>3</sup> Verification of flood damage modelling using insurance data, DTU Orbit, 2013

<sup>4</sup> Værdisætning af bykvaliteter - fra hovedstad til provins: appendiks, Institut for Fødevarer og Ressourceøkonomi, 2013

<sup>5</sup> Adaption to extreme rainfall with open urban drainage system: an integrated hydrological cost-benefit analysis

I forhold til grundejerløsningerne er der valgt et scenarium, hvor 25 % af grundejerne etablerer løsninger og et scenarium, hvor 75 % etablerer løsninger.

Der eksisterer i dagens situation ikke viden om, hvor mange grundejere i de enkelte projektområder, der har etableret løsninger med det formål at sikre sig mod terrænnært grundvand. Dermed kan der ikke med afsæt i eksisterende viden siges noget plausibelt om, hvor mange lodsejere der har etableret løsninger i de fire projektområder. Årsagen er, at løsninger ikke registreres i BBR-registret.

Der tages udgangspunkt i PLASK' enhedspriser. Enhedspriserne er dog reduceret, da skader ved terrænnært grundvand er længerevarende og opstår over en flerårig periode. I figuren nedenfor er de anvendte enhedspriser opstillet.

Beskrivelse	Enhed	Kr. pr. enhed pr. år
Privat, kælder	m <sup>2</sup>	283
Privat, Stueetage	m <sup>2</sup>	184
Veje, Genopførelse	m	534
Erhverv, bygningsskader	Stk.	34.970

Figur 3.3 Anvendte enhedspriser. Kilde: PLASK, Realise og Kouno

Der er usikkerhed forbundet med enhedspriserne. Dette tages der højde for i forbindelse med, at der er foretaget følsomhedsanalyser i tilknytning til de enkelte beregningscases. Følsomhedsanalyserne fremgår af Bilag B.

## 4. SUNDS

### 4.1. Projektbeskrivelse

I Sunds står grundvandet generelt højt. Det medfører, at grundvandet siver ind i utætte kloakrør. Dette uvedkommende vand giver store udfordringer for forsyningen både økonomisk, men også i forhold til plads i rørene. Herning Vand anslår, at der er omkring 800.000 - 1 mio. m<sup>3</sup> uvedkommende vand, som i dag løber direkte til renseanlægget med den dertilhørende udgift til rensning af vandet.

I forbindelse med den allerede besluttede separering af fælleskloaksystemet i Sunds, vil utætte kloakker, blive udskiftet med tætte kloakker, og dermed ikke længere have en drænende effekt. Dette vil, sammen med de forventede øgede nedbørsmængder medføre, at grundvandet stiger yderligere og, at de enkelte grundejere vil opleve indtrængende vand i kældre, sumpede haver mm.

I Sunds er der i alt ca. 33 km kloakledninger med ca. 2.000 ejendomme tilsluttet kloaknettet. Forsyningen har i løbet af de sidste år gennemført separering/sanering af i

alt ca. 12 km kloakledninger (dobbelledninger), så det samlede kloaksystem i Sunds nu stort set er separatkloakeret. Der er ca. 250.000 m<sup>3</sup> spildevand fra ejendommene og i alt ca. 1,1 - 1,2 mio. m<sup>3</sup> vand, der løber til Sunds Renseanlæg. Spildevandsrensningen i Herning Kommune skal centraliseres og Sunds renseanlæg skal derfor nedlægges, og alt spildevand skal pumpes til Herning Renseanlæg.

Nedenfor er på kort vist projektområdet i Sunds.



Oversigt 1. Placering af interesseområdet ved Sunds.

Figur 4.1 Projektområdet i Sunds. Kilde: Herning Vand

### Basis

I den nedenstående tabel er de samlede skader i Sunds, uden grundejerløsninger og selskabsløsning, opgjort.

Beskrivelse	Enhed	Antal
Ejendomme med kælder	Stk.	58
Kælder med skader	m <sup>2</sup>	5.974
Vejnet med skader	Km	0,071
Samlet værdi af skadesomkostninger	Mio. kr.	33,3
Uvedkommende vand	m <sup>3</sup>	500.000

Figur 4.2 Skadesomkostninger i Sunds i en fremskrevet dagens situation uden grundejerløsninger eller selskabsløsninger. Kilde: Herning Vand, Realise og Kouno

### **Grundejerløsning - 25 % og 75 %**

Grunderejerløsningerne omfatter to scenarier, hvor henholdsvis 25 % og 75 % af grundejerne etablerer drænløsning på egen grund.

### **Selskabsløsning**

Selskabsløsningen omfatter etablering af et drænsystem til sikring af bortledning af grundvand, svarende til niveauet for den tidligere utætte fælleskloak (serviceniveauet). Dette drænsystem sikrer, at der ikke vil ske en grundvandsstigning, som følge af tætning af utætte kloakker. Den enkelte grundejer vil dermed, have en mulighed for at komme af med grundvandet.

## **4.2. Samfundsøkonomisk beregning**

I nedenstående præsenteres forudsætninger og resultater af de samfundsøkonomiske beregninger af stigende overfladenært grundvand i Sunds, for grundejerløsninger og selskabsløsning.

### **Kortmateriale**

Nærværende afsnit beskriver de forudsætninger, der ligger til grund for opgørelsen af skader i nærværende område. I forbindelse med Herning, mere specifikt Sunds, er der leveret kort og rapporter, som er baseret på den nuværende grundvandsstand, hvortil der er lagt 20 cm, som vurderes at svare til en fremtidig udvikling.

Der tages udgangspunkt i skadesopgørelse for perioden 2050-2060, da dette er den bedste mulighed, for at få et gennemsnit for den 100-årige beregningsperiode. Dette gøres for at finde en middel grundvandsstand for perioden.

### **Anlægsomkostninger - selskabsløsning og grundejerløsninger**

Der er foretaget et anlægsskøn for selskabsløsningen ved forudsætning om, at håndtering af terrænnært grundvand, vil kunne håndteres i forbindelse med den gennemførte separering i Sunds. Samgravning vil reducere, de forventede anlægsomkostninger betydeligt, og de er på den baggrund estimeret til 7.5 mio. kr.

Den forventede levetid for anlægget er 75 år. Det betyder, at de etablerede ledningsanlæg, må forventes reinvesteret i perioden. Denne reinvestering er opgjort til i størrelsesordenen 2,5 mio. kr. Drift og vedligehold af anlægget er fastsat til 1,5 % af anlægsomkostningerne, hvilket svarer til 112.500 kr. pr. år.

Det er forudsat, at drift og vedligehold ikke omfatter omkostninger til transport af uvedkommende vand. Årsagen er, at selskabsløsningen håndterer terrænnært grundvand, mens separering af fælleskloaksystemet i Sunds adresserer uvedkommende vand. Det er oplyst, at Herning Vand forventer at 500.000 m<sup>3</sup> vand i projektet, vil kunne fjernes. Dette betyder en gevinst på 1 mio. kr. pr. år på driftsomkostningerne. Det er estimeret, at drift og vedligehold antager 112.500 kr. pr. år. Med reduktionen i omkostningerne til håndtering af uvedkommende vand, falder drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne til -887.500 kr. pr. år. Det betyder, at Herning vand vil opleve en reduktion i omkostningerne til driften løbende hvert år.

Grundejerløsningerne omfatter to scenarier, hvor henholdsvis 25 % og 75 % af grundejerne etablerer grundvandssænkende foranstaltninger i form af drænløsninger.

Anlægsomkostningerne til grundejerløsningerne er estimeret af Herning Vand. For 25 % scenariet er anlægsomkostningen estimeret til 4,1 mio. kr. og for 75 % scenariet er anlægsomkostningen estimeret til 12,4 mio. kr.

Det er desuden oplyst af Herning Vand, at grundejers drænløsning er nødsaget til at indeholde fælles ledningsanlæg, da lodsejerne ikke kan håndtere vandet på egen grund. Det betyder at 25 % og 75 % scenariet skal tillægges en ekstra omkostning på 7,5 mio. kr.

I tabellen nedenfor er anlægsomkostninger (og drifts- og vedligeholdelsesomkostninger) fordelt på grundejerløsninger og selskabsløsning. For både grundejerløsninger og selskabsløsning er ibrugtagningssåret forudsat til at være 2028.

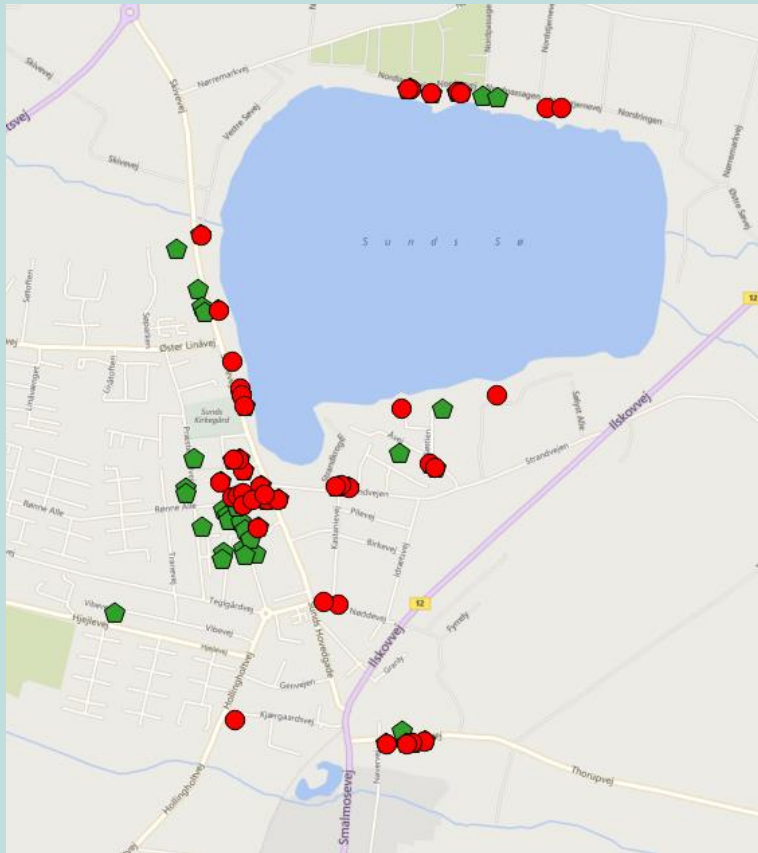
Beskrivelse (mio.kr.)	25% Grundejer	75% Grundejer	Selskabsløsning
<b>Anlægsomkostninger</b>			
Forsyningselskab	-	-	7,5
Drænløsning - grundejer	4,1	12,4	-
Øvrige anlægsomkostninger - grundejer	7,5	7,5	-
Drift og vedligehold	0,17	0,30	0,11
Reduktion af uvedkommende vand	-0,35	-1,05	-1,39
Drift og vedligehold uden uvedkommende vand	-0,17	-0,75	-1,28
Nutidsværdien af anlægsomkostninger	5,6	1,0	-11,6

Figur 4.3 Anlægsomkostninger for grundejerløsninger og selskabsløsning. Kilde: Herning Vand, Realise og Kouno

### Skader på kældre

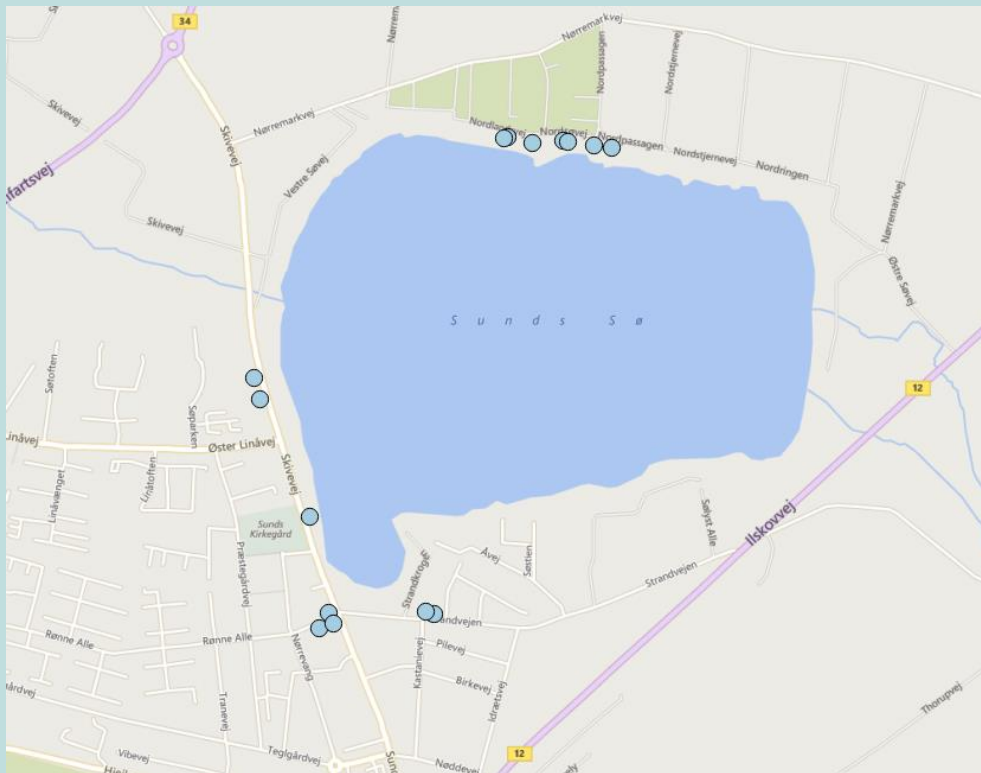
Vurderingen af skader på kældre tager udgangspunkt i kortene fremlagt i "*Geological and Hydrological model for Sunds - Preventive measures for lowering the groundwater table now and in a future climate (2020)*".

Nedenfor ses de ejendomme, som i øjeblikket og ved en efterfølgende separering af kloakkerne vil have skader som følge af forhøjet grundvand i kælderen. De røde (runde) markering er dagens situation. De grønne markering er ejendomme, som får et problem med overfladenært grundvand, som følge af en renovering og separering af kloakkerne jf. projektbeskrivelsen.



Figur 4.4 Oversigt over ejendomme med skader som følge af terrænnært grundvand i basis. Kilde: Herning Kommune, Realise og Kouno

I basissituationen er der 58 berørt ejendomme. Det har tilsammen 5.974 m<sup>2</sup> kælder. I det tilfælde, at der etableres drænrør jf. projektbeskrivelsen, reduceres antallet af ejendomme fra 58 i basissituationen til 15 ejendomme.



Figur 4.5 Oversigt over ejendomme med skader som følge af terrænnært grundvand i basis. Kilde: Herning Kommune, Realise og Kouno

De ejendomme som oplever den mindste effekt er feriehusene nord for Sunds Sø.

Antallet af m<sup>2</sup> kælder, som er berørt, reduceres fra 5.974 m<sup>2</sup> til 1.450 m<sup>2</sup>. Dette svarer til en gevinst på 4.524 m<sup>2</sup> færre skadede kælderarealer.

De to alternativer med 25 % og 75 % scenarierne tager udgangspunkt i at de 5.974 m<sup>2</sup>, der er i basis, reduceres med henholdsvis 25 % og 75 %.

### Effekt på ejendomsværdien

Nedenstående tabel indeholder de beregnede effekter på ejendomsværdierne for hvert af de tre scenarier i Sunds, der kan forventes, som følge af reduktioner på skader på ejendommene.



Beskrivelse	25 % Grundejer	75 % Grundejer	Selskabsløsning
Vægtningsfaktor	0,81	0,81	0,81
Nøgletal (kr.)	3.390	3.390	3.390
Vægtet effekt (kr.)	2.741	2.741	2.741
Antal. m <sup>2</sup>	1.494	4.481	4.524
Gevinst på ejendomspris (mio. kr.)	4,1	12,3	12,4
Nutidsværdi (mio. kr.)	3,0	9	9,1

Figur 4.6 Effekt på ejendomsværdier. Kilde: Realise og Kouno

### Skader på infrastruktur

Der er begrænsede effekter på infrastrukturen. I Sunds får 54 meter vej fjernet skader, som følge af selskabsløsningen. Fjernelse af skader på vej værdisættes til nutidsværdi på 429.000 kr. over 100 år.

### Resultat

Resultatet af de samfundsøkonomiske beregninger fremgår af figuren nedenfor. Resultaterne er opgjort i prisniveau 2020.

	Sunds 25% Grundejer (mio. kr.)	Sunds 75% Grundejer (mio. kr.)	Sunds Selskabsløsning (mio. kr.)
<b>Omkostninger</b>			
Tiltagsomkostninger	5,6	1,0	-11,6
Investering	8,5	14,5	5,5
Reinvestering	0,5	1,0	0,2
Drift og vedligehold	-3,4	-14,5	-17,2
<b>Gevinster</b>			
Sparede skadesomkostninger	8,2	24,6	25,2
Skadesomkostning ved direkte indtastning	0,0	0,0	0,0
Bebyggelse	8,2	24,6	24,8
Infrastruktur og trafik	0,0	0,0	0,429
Hotspots	0,0	0,0	0,0
Landbrug	0,0	0,0	0,0
Brugerdefinerede	0,0	0,0	0,0
<b>Samfundsøkonomisk resultat:</b>	<b>2,6</b>	<b>23,5</b>	<b>36,8</b>

Figur 4.7 Samfundsøkonomisk resultat for Sunds. Kilde: Realise og Kouno

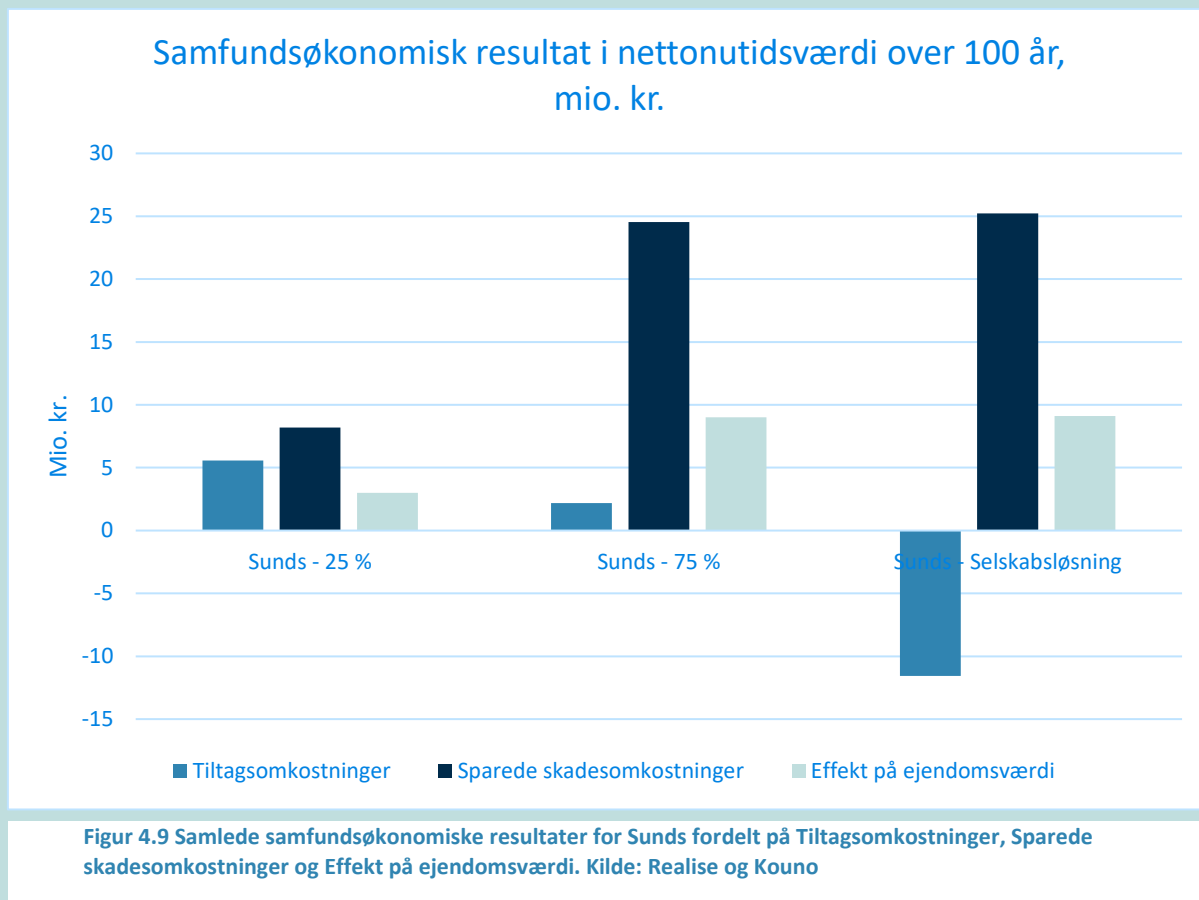
Den samfundsøkonomiske beregning for Sunds viser en nettonutidsværdi på 2,6 mio. kr. for 25 % grundejerløsning, 23,5 mio. kr. for 75 % grundejerløsning og en nettonutidsværdi på 36,8 mio. kr. for selskabsløsningen.

I figuren nedenfor ses de samlede samfundsøkonomiske resultater for Sunds fordelt på grundejerløsninger og selskabsløsning med Nettonutidsværdi, Intern rente, Cost-Benefit-forhold og effekten på ejendomsværdier.

Beskrivelse	25 % Grundejer	75 % Grundejer	Selskabsløsning
NNV (mio. kr.)	2,6	23,5	36,8
Intern rente (%)	5 %	10,1 %	29,2 %
CB-forhold (forhold)	1,29	2,51	7,50
Ejendomsværdi (mio. kr.)	3,0	9,0	9,1

Figur 4.8 Samfundsøkonomiske nøgletal for Sunds. Kilde: Realise og Kouno

I figuren nedenfor ses det samfundsøkonomiske resultat for grundejerløsninger og selskabsløsning fordelt på tiltagsomkostninger og sparede skadesomkostninger.



## 5. ODENSE

### 5.1. Projektbeskrivelse

I Odense er der en række kvarterer med store udfordringer som følge af højtstående terrænnært grundvand. Oprindeligt er Odense anlagt i et "delta" skabt af Odense Å, Odense Fjord og den afvandede Næsby Hoved Sø. Historisk vides det, at op mod 75% af de frie vandflader er forsvundet siden Middelalderen.

Landmændene har gennem tiden udrettet, uddybet og rørlagt vandløb, drænet vådområder og sænket grundvandsspejlet. Siden kom byudviklingen med vandindvinding, kloakering og fjernelsen/omdannelsen af vandløb og dræn til spildevandstekniske anlæg. Siden den hurtige byudvikling i 1960-1980'erne, er det overfladenære grundvand steget med ca. 1 meter. Samtidig er mængden af "uvedkommende vand" på renseanlæggene steget væsentligt, og udgør i dag, ifølge Vandcenter Syd, den største fraktion af den hydrauliske belastning på renseanlæggene.

I mange byområder er de nuværende aldrende kloakledninger utætte og fungerer utilsigtet som dræn. Tættes de, som spildevandselskaberne i mange tilfælde arbejder på, stiger grundvandet yderligere og mange grundejere, vil herefter, ifølge Vandcenter Syd, skulle bruge 75-150.000 kr. pr. ejendom til omfangsdræn samt tilslutning til kloak.

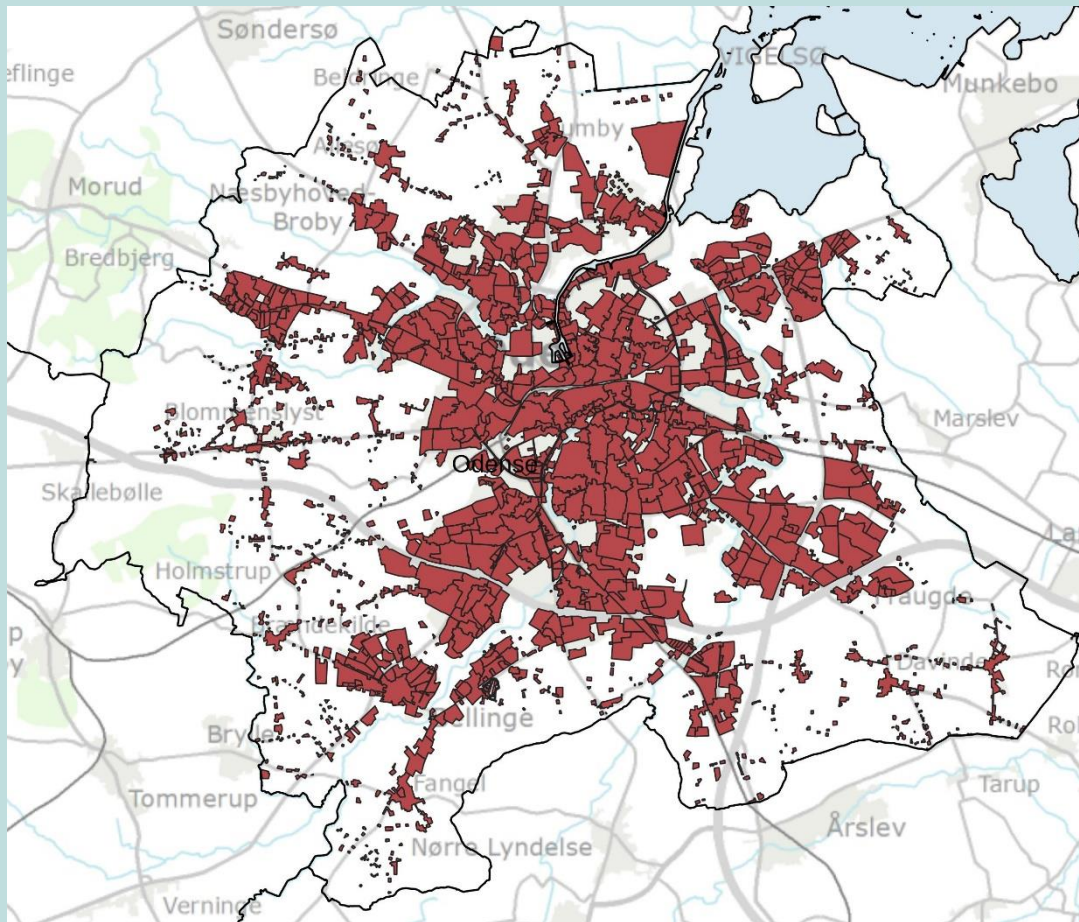
De bynære vandindvindinger reduceres ligeledes i disse år, hvilket også vil bidrage til yderligere stigning af det overfladenære grundvand. Klimaændringerne med mere vinternedbør bidrager også med stigning af grundvandspejlet.

Projektområdet i Odense omfatter samtlige kloakerede oplande indenfor kommunegrænsen. Dette er muligt, fordi Odense har en detaljeret kortlægning af det overfladenære grundvand for hele kommunen. Denne kortlægning er udviklet i forbindelse med den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi (FODS6.1 og HIP4+), og gør det muligt at modellere sandsynligheden for at grundvandspejlet står mindre end 2 meter, 1 meter og 0,5 meter under terræn. Samtidig har Odense Kommune et omfangsrigt datagrundlag for kældre både under private og offentlige bygninger, hvilket gør det muligt, at ret præcist kortlægge, hvordan den nuværende og fremtidige dynamik i grundvandet påvirker ejendomme og infrastruktur i Odense.

Hvis der ikke investeres i tiltag til at standse/mindske stigningen af det terrænnære grundvandsniveau, vil de ældre bydele i Odense, opleve mærkbare og et stigende antal skader på både infrastruktur, offentlige og private bygninger. Dette forværres af, at flere steder er vandløb fuldstændig fortrængt grundet byvækst (omdannet til spildevandstekniske anlæg), hvilket har medført lavere vandføring ud af byområder.

Udover ”manglen på vandføring” ud af dele af byen, vil det overfladenære grundvand forventes at stige yderligere grundet lavere indvending. Gennem de senere år, er der kommet stort fokus på grundvandskvaliteten. Drikkevandet skal være rent, hvilket betyder, at flere og flere grundvandsindvindinger flyttes ud af byen, hvor grundvandskvaliteten som regel er højere. Når indvindingerne inde i byen falder, stiger grundvandspejlet, og områder, som tidligere har været vådområder, vil derfor vende tilbage til at være våde. Et eksempel på dette er området omkring travbanen i Odense, der før grundvandsindvindingerne tog fart, var et engområde. I løbet af 1960-1970’erne, drænedes man engområdet, som følge af den høje indvinding af grundvand til drikkevandsproduktion. I dag, hvor grundvandsindvindingerne er flyttet ud af centrum og vandforbruget er faldet, stiger grundvandet nu til det oprindelige niveau, og medfører skader på de mange ejendomme og den infrastruktur, der er bygget i området.

Nedenfor er på kort vist projektområdet i Odense.



Figur 5.1 Det kloakerede opland i Odense Kommune. Kilde: Vandcenter Syd

### Basis

I den nedenstående tabel er opgjort de samlede skader i Odense uden grundejerløsninger og selskabsløsning.

Beskrivelse	Enhed	Antal
Ejendomme med kælder	Stk.	4.360
Kælder med skader	m <sup>2</sup>	1.509.451
Vejnet med skader	Km	335,4
Samlet værdi af skadesomkostninger	Mio. kr.	4.283
Uvedkommende vand	m <sup>3</sup>	4.795.200

Figur 5.2 Skadesomkostninger i en fremskrevet dagens situation i Odense uden Grundejerløsninger eller Selskabsløsninger. Kilde: Vandcenter Syd, Realise og Kouno

### Grundejerløsning - 25 % og 75 %

Grunderejerløsningerne omfatter to scenarier, hvor henholdsvis 25 % og 75 % af grundejerne etablerer sig i fælles drænlag, der skal planlægge, ansøge, udføre og drive et fællesprivat drænsystem.

### Selskabsløsning

VandCenter Syd og Odense Kommune har opstillet et løsningsforslag for en dræning af det overfladenære grundvand med gravitering til vandløb, med det formål at håndtere overfladenært grundvand

Selskabsløsningen udgør en struktur af vandkorridorer med reetableret overflade med asfalt kombineret med mindre drænledninger fra de sideveje, hvor kortlægningen viser overfladenært grundvandsspejl mindre end 2m under terræn.

Vandcenter Syd skal i de kommende år investere massivt i klimatilpasning og skybrudstilpasning, og det er forudsat der kan sammentænkes investeringer og udføres samgravning, hvorved der spares opgravning, mandetimer, ressourcer, CO2 mm.

## 5.2. Samfundsøkonomisk beregning

I det nedenstående præsenteres forudsætninger og resultater af de samfundsøkonomiske beregninger af stigende overfladenært grundvand for projektområderne i Odense.

### Kortmateriale

Nærværende afsnit beskriver de forudsætninger, der ligger til grund for opgørelsen af skader i nærværende område. I forbindelse med Odense er der leveret opgørelser og rapporter, som er baseret på den nuværende grundvandsstand og de fremtidige grundvandsstande. Der er i den samfundsøkonomiske beregning taget udgangspunkt i 2050 grundvandsstand, hvilket er tæt på projektets ibrugtagningsår i 2053 samt midt i investeringsperioden.

### Anlægsomkostninger - selskabsløsning og grundejerløsninger

Der er foretaget et anlægsskøn for selskabsløsningen til 1.888 mio. kr., som dækker over de, i projektbeskrivelsen, beskrevne tiltag.

Den forventede levetid for anlægget er 100 år, hvilket betyder, at reinvesteringer ikke er omfattet ved denne investeringsanalyse.

Drift og vedligehold af anlægget er, fra Vandcenter Syd, opgjort til 28,3 mio. kr. pr. år. Der forventes dog en reduktion i behandling af uvedkommende vand til renseanlægget. Beløbet er oplyst til 2,1 mio. kr. pr. år. Den samlede drift- og vedligeholdelse andrager derfor 26,2 mio. kr. pr. år.

Grundejerløsningerne omfatter to scenarier, hvor henholdsvis 25 % og 75 % af grundejerne etablerer grundvandssænkende foranstaltninger i form af drænløsninger. Anlægsomkostningerne til grundejerløsningerne er estimeret af Vandcenter Syd. For 25 % scenariet er anlægsomkostningen estimeret til 538 mio. kr. og for 75 % scenariet er anlægsomkostningen estimeret til 1.6 mia. kr.

I figuren nedenfor er anlægsomkostninger (og drifts- og vedligeholdelsesomkostninger) fordelt på grundejerløsninger og selskabsløsning.

For både grundejerløsninger og selskabsløsning er ibrugtagningsåret forudsat til at være 2053.

Beskrivelse (mio.kr.)	25% Grundejer	75% Grundejer	Selskabsløsning
<b>Anlægsomkostninger</b>			
Forsyningsselskab	-	-	1.888
Drænløsning - Grundejer	538,7	1.616	-
Øvrige anlægsomkostninger - Grundejer	-	-	-
Drift og vedligehold	8,1	24,2	28,3
Reduktion af uvedkommende vand	-0,6	-1,8	-2,2
Drift og vedligehold uden uvedkommende vand	7,5	22,5	26,2
Nutidsværdien af anlægsomkostninger	207	622	726

Figur 5.3 Anlægsomkostninger for grundejerløsninger og selskabsløsning. Kilde: Vandcenter Syd, Realise og Kouno

I PLASK beregnes nutidsværdien af det samlede anlægsomkostninger for selskabsløsningen til 726 mio. kr. og for grundejerløsningerne til 207 mio. kr. for 25 % scenariet og 622 mio. kr. for 75 % scenariet.<sup>6</sup>

### Skader på kældre

Vurderingen af skader på kældre er beregnet af Vandcenter syd.

Nedenfor ses en tabel for berørte kælderarealer i Odense, der vil have skader, som følge af forhøjet grundvand i kælderen, med og uden selskabsløsning. Ydermere er der beregnet samlet gevinst i forhold til skadesreduktioner.

m <sup>2</sup> - kælder	2015	2050	2100
<b>Basis</b>	1.272.653	1.509.451	1.700.243
<b>Selskabsløsning</b>	121.261	137.974	227.066
<b>Gevinst</b>	1.151.392	1.371.478	1.473.177

Figur 5.4 Berørte kælderarealer i Odense. Kilde: Vandcenter Syd

I de samfundsøkonomiske beregninger er der anvendt de berørte antal m<sup>2</sup> kælder i 2050. I PLASK er reduktionen af skadesomkostninger på kælderarealer beregnet til en nutidsværdi på 3.091 mio. kr. over 100 år.

<sup>6</sup> De relative lave nutidsværdier sammenholdt med investeringens størrelse skyldes at PLASK regner fra etableringsåret i 2053.



### Effekt på ejendomsværdien

Nedenstående tabel indeholder de beregnede effekter på ejendomsværdierne i Odense, der kan forventes, som følge af reduktioner på skader på ejendommene.

Beskrivelse	25 % Grundejer	75 % Grundejer	Selskabsløsning
Vægtningsfaktor	1,24	1,24	1,24
Nøgletal (kr.)	3.390	3.390	3.390
Vægtet effekt (kr.)	4.210	4.210	4.210
Antal. m <sup>2</sup>	377.363	1.132.088	1.371.478
Gevinst på ejendomspris (mio. kr.)	1.589	4.766	5.773
Nutidsværdi (mio. kr.)	440	1.319	1.583

Figur 5.5 Effekt på ejendomsværdier. Kilde: Realise og Kouno

### Skader på infrastruktur

Der er, af Vandcenter Syd, oplyst risiko eller observerede skader på veje eller anden infrastruktur som følge af terrænnært grundvand. Ifølge Vandcenter Syd, er 12 % af de kommunale veje permanent grundvandspåvirkede og det vil stige yderligere med klimaændringerne. I figuren nedenfor er vist km beskadiget vej.

Km - Vej	1996-2015	2040-2060	2080-2100
Basis	320,8	335,4	399,8
Selskabsløsning	28,6	32,5	46,9
Gevinst	292,2	302,9	353,0

Figur 5.6 Berørte km vej. Kilde: Vandcenter Syd

### Samfundsøkonomisk beregning

Resultatet af den samfundsøkonomiske beregning fremgår af tabellen nedenfor. Resultaterne er opgjort i prisniveau 2020.

	Odense 25% Grundejer (mio. kr.)	Odense 75% Grundejer (mio. kr.)	Odense Selskabsløsning (mio. kr.)
<b>Omkostninger</b>			
<b>Tiltagsomkostninger</b>	<b>207</b>	<b>622</b>	<b>726</b>
Investering	148	443	517
Reinvestering	0	0	0
Drift og vedligehold	60	179	209
<b>Gevinster</b>			
<b>Sparede skadesomkostninger</b>	<b>851</b>	<b>2.552</b>	<b>3.887</b>
Skadesomkostning ved direkte indtastning	0	0	0
Bebyggelse	851	2.552	3.092
Infrastruktur og trafik	0	0	795
Hotspots	0	0	0
Landbrug	0	0	0
Brugerdefinerede	0	0	0
<b>Samfundsøkonomisk resultat:</b>	<b>643</b>	<b>1.930</b>	<b>3.161</b>

Figur 5.7 Samfundsøkonomisk resultat for Odense. Kilde: Realise og Kouno

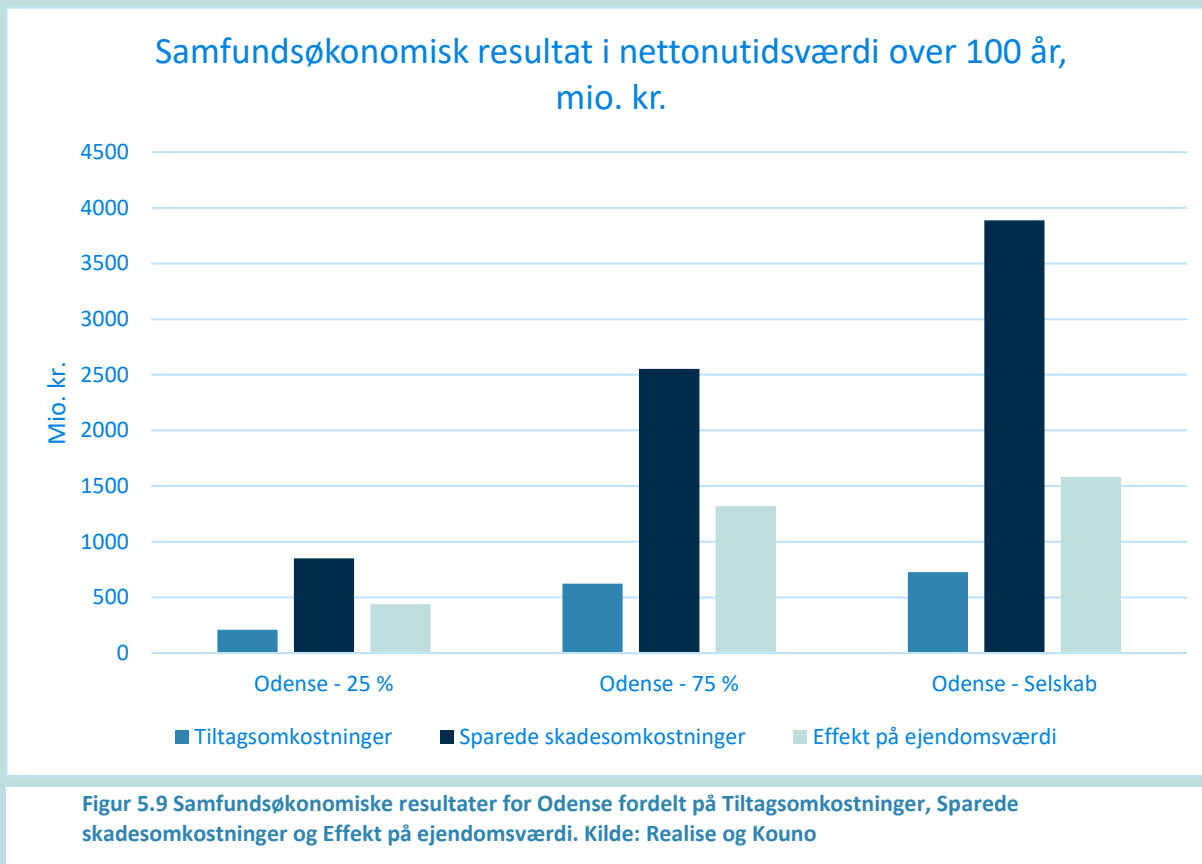
Den samfundsøkonomiske beregning for Odense viser en nettonutidsværdi på 643 mio. kr. for 25 % grundejerløsning, 1.9 mia. kr. for 75 % grundlejeløsning og en nettonutidsværdi på 3,1 mia. kr. for selskabsløsningen.

I figuren nedenfor ses de samlede samfundsøkonomiske resultater for Odense fordelt på grundejerløsninger og selskabsløsning med Nettonutidsværdi, Intern rente, Cost-Benefit-forhold og effekten på ejendomsværdier.

Beskrivelse	25 % Grundejer	75 % Grundejer	Selskabsløsning
NNV (mio. kr.)	643	1.930	3.161
Intern rente (%)	18,4 %	18,4 %	25,5 %
CB-forhold (forhold)	4,1	4,1	5,4
Ejendomsværdi (mio. kr.)	440	1.319	1.583

Figur 5.8 Samfundsøkonomiske nøgletal for Odense. Kilde: Realise og Kouno

I figuren nedenfor ses det samfundsøkonomiske resultat for grundejerløsninger og selskabsløsning fordelt på tiltagsomkostninger og sparede skadesomkostninger.



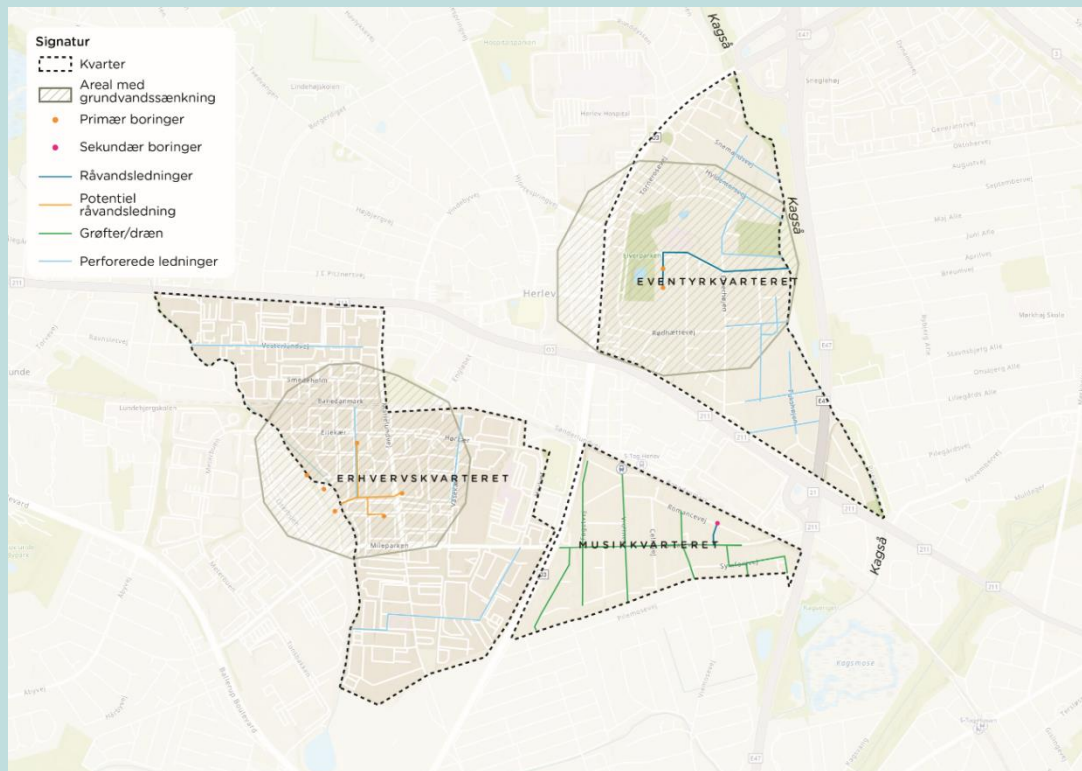
## 6. HERLEV

### 6.1. Projektbeskrivelse

Erhvervs kvarteret, Eventyrkvarteret og Musikkvarteret er tre områder i den sydlige del af Herlev Kommune, som er belastet af vand på- eller nær terræn. Problemerne er ikke alene relateret til regnhændelser, men ses også i tørre perioder og er dermed også relateret til de blivende vandforekomster, herunder primært grundvandet.

Vandindvindingen i områderne har tidligere været større end i dag, men har været stabil gennem en årrække. Det vurderes derfor, af HOFOR, at ændringerne, som følge heraf, i det primære magasin er slået igennem. Der foregår dog fortsat oppumpning fra afværgelanlæg i området fra gamle foreninger, som forventes udfaset i de kommende år, med risiko for yderligere stigning af grundvandsspejlet til følge.

Projektområderne i Herlev er vist på kort nedenfor.



Figur 6.1 Projektområderne Erhvervsområdet, Eventyrkvarteret og Musikområdet i Herlev. Kilde: HOFOR

### Basis

I nedenstående tabel er de samlede skader, uden grundejerløsninger og selskabsløsning, i Herlev, opgjort.

Beskrivelse	Enhed	Antal
Ejendomme med kælder	Stk.	321
Kælder med skader	m <sup>2</sup>	23.262
Vejnet med skader	Km	3,2
Virksomheder med skader	Stk.	29
Samlet værdi af skadesomkostninger	Mio. kr.	226
Uvedkommende vand	m <sup>3</sup>	163.000

Figur 6.2 Skadesomkostninger i en fremskrevet dagens situation i Herlev uden grundejerløsninger eller selskabsløsninger. Kilde: HOFOR, Realise og Kouno

### **Grundejerløsninger - 25 % og 75 %**

Grunderejerløsningerne omfatter to scenarier, hvor henholdsvis 25 % og 75 % af grundejerne etablerer drænløsning på egen grund.

### **Selskabsløsning**

Den foreslåede selskabsløsning er en kombination af dræning og oppumpning af vand fra de udsatte områder. Dræningen sker via rørlagte "grøfter" (perforerede rør), hvis placering er baseret på de gamle vandveje i området.

Fra Erhvervs kvarteret er løsningen, at tillede det drænede og det oppumpede vand til den nærliggende Sømose Å. Fra Eventyrkvarteret og Musikkvarteret omfatter selskabsløsningen, at vandet tilledes den nærliggende Kagså.

## **6.2. Samfundsøkonomisk beregning**

I det nedenstående præsenteres forudsætninger og resultater af de samfundsøkonomiske beregninger af terrænnært grundvand for projektområderne i Herlev.

### **Kortmateriale**

Nærværende afsnit beskriver de forudsætninger, der ligger til grund for opgørelsen af skader i nærværende område. I forbindelse med Herlev, mere specifikt de tre kvarterer; Eventyrkvarteret, Musikkvarteret og Erhvervs kvarteret, er der leveret opgørelser af den fremtidige grundvandsstand, baseret på dagens situation. Der er i den forbindelse oplyst, at grundvandsstanden forventes at stige med 40 cm i de ovennævnte områder. Der er leveret kort med max og min samt et gennemsnit. Der er taget udgangspunkt i gennemsnittet, og tillagt en stigning på 40 cm, så 2060 er skadesopgørelsesåret.

### **Anlægsomkostninger - selskabsløsning og grundejerløsninger**

Der er foretaget et anlægsskøn for selskabsløsningen til 39,8 mio. kr., som dækker over de, i projektbeskrivelsen, beskrevne tiltag.

Den forventede levetid for anlægget er 68 år, hvilket betyder, at reinvesteringer afholdes i investeringsanalysen.

Drift og vedligehold af anlægget er i det oplyste opgjort til 585.000 kr. pr. år. Der forventes dog en reduktion i behandling af uvedkommende vand til renselanlægget. Beløbet er oplyst til 0,4 mio. kr. pr. år. Den samlede drift og vedligeholdelse andrager derfor 0,2 mio. kr. pr. år.

Grundejerløsningerne omfatter to scenarier, hvor henholdsvis 25 % og 75 % af grundejerne etablerer grundvandssænkende foranstaltninger i form af drænløsninger omkring egne ejendomme.

Anlægsomkostningerne til grundejerløsningerne er estimeret af Realise og Kouno. For 25 % scenariet er anlægsomkostningen estimeret til 20,5 mio. kr. og for 75 % scenariet er anlægsomkostningen estimeret til 61,4 mio. kr.

I figuren nedenfor er anlægsomkostninger (og drifts- og vedligeholdelsesomkostninger) fordelt på grundejerløsninger og selskabsløsning.

For både grundejerløsninger og selskabsløsning er ibrugtagningssåret forudsat til at være 2028.

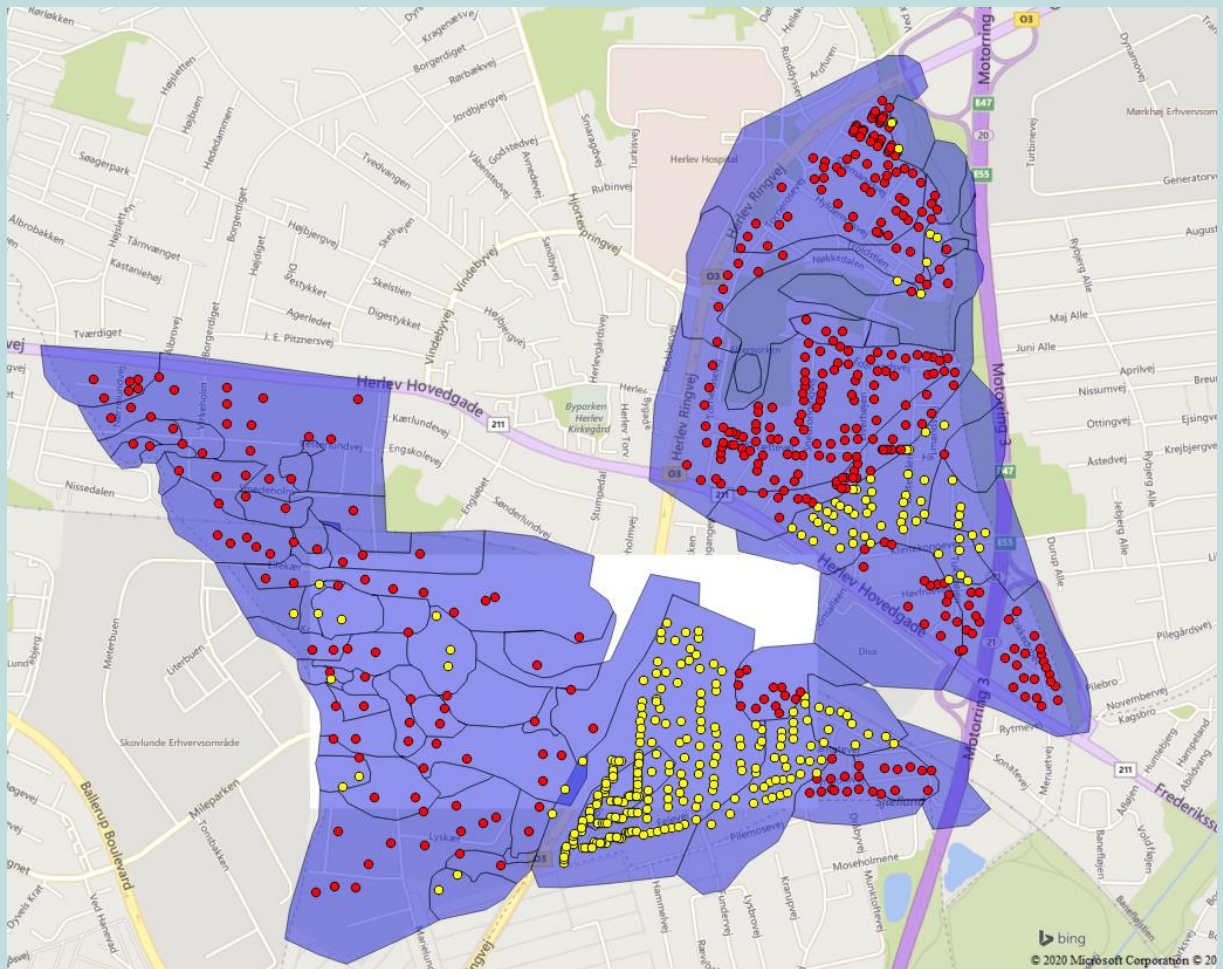
Beskrivelse (mio.kr.)	25% Grundejer	75% Grundejer	Selskabsløsning
<b>Anlægsomkostninger</b>			
Forsyningselskab	-	-	39,8
Drænløsning - Grundejer	20,5	61,4	-
Øvrige anlægsomkostninger - Grundejer	-	-	-
Drift og vedligehold	0,3	0,9	0,6
Reduktion af uvedkommende vand	-0,01	-0,03	-0,4
Drift og vedligehold uden uvedkommende vand	0,29	0,89	0,2
Nutidsværdien af anlægsomkostninger	20,7	62,0	32,7

Figur 6.3 Anlægsomkostninger for grundejerløsninger og selskabsløsning. Kilde: HOFOR, Realise og Kouno

### Skader på kældre

Vurderingen af skader på kældre, tager udgangspunkt i kortene fremlagt af HOFOR. Nedenfor ses de ejendomme, der vil have skader, som følge af forhøjet grundvand i kælderen i basissituationen. De gule markeringer er, hvor grundvandet er lokaliseret 1 meter eller tættere på terræn. Det er eksisterende anlæg i dag, hvor koten for det terrænnære grundvand er klimafremskrevet til 2060. De røde markeringer er ejendomme, som har et grundvandsspejl mindre end 1 meter fra terræn. En kælder

defineres som et område under huset, som er placeret 1,25 m under terræn. Derfor defineres der alene skader, hvis grundvandet er mindst 1 meter under terræn.



Figur 6.4 Oversigt over ejendomme med skader som følge af terrænnært grundvand i basis. Kilde: Herlev Kommune

I basissituationen er der 321 berørt ejendomme. De har tilsammen 23.262 m<sup>2</sup> kældre. Det estimeres, at der kan afhjælpes 90 % af problemområderne. Dette svarer til de gevinster, der fremkommer i projektområderne i Herlev, hvilket betyder en gevinst på 20.936 m<sup>2</sup> kældre. Gevinsterne i forhold til virksomheder betyder, at 26 virksomheder får fjernet skaderne.

### Effekt på ejendomsværdien

Nedenfor er en tabel med de beregnede effekter på ejendomsværdierne i Herlev, der kan forventes, som følge af reduktioner på skader på ejendommene som følge af selskabsløsning og grundejerløsninger.

Beskrivelse	25 % Grundejer	75 % Grundejer	Selskabsløsning
Vægtningsfaktor	1,94	1,94	1,94
Nøgletal (kr.)	3.390	3.390	3.390
Vægtet effekt (kr.)	6.563	6.563	6.563
Antal. m <sup>2</sup>	5.816	17.447	20.936
Gevinst på ejendomspris (mio. kr.)	38	115	137
Nutidsværdi (mio. kr.)	28	84	100

Figur 6.5 Effekt på ejendomsværdier. Kilde: Realise og Kouno

### Skader på infrastruktur

Der er estimeret skader på infrastrukturen. I Herlev er det, af HOFOR, oplyst at 2.880 meter vejer får fjernet skader i selskabsløsningen. De sparede skadesomkostninger på infrastrukturen værdisættes til en nutidsværdi på 22,9 mio. kr. over 100 år.

### Samfundsøkonomisk beregning

Resultatet af den samfundsøkonomiske beregning fremgår af tabellen nedenfor. Resultaterne er opgjort i prisniveau 2020.

	Herlev 25% Grundejer (mio. kr.)	Herlev 75% Grundejer (mio. kr.)	Herlev Selskabsløsning (mio. kr.)
<b>Omkostninger</b>			
Tiltagsomkostninger	20,7	62,0	35,9
Investering	14,9	44,8	29,1
Reinvestering	0,0	0,0	3,2
Drift og vedligehold	5,7	17,2	3,6
<b>Gevinster</b>			
Sparede skadesomkostninger	35,6	106,9	151,1
Skadesomkostning ved direkte indtastning	0,0	0,0	0,0
Bebyggelse	35,6	106,9	128,2
Infrastruktur og trafik	0,0	0,0	22,9
Hotspots	0,0	0,0	0,0
Landbrug	0,0	0,0	0,0
Brugerdefinerede	0,0	0,0	0,0
<b>Samfundsøkonomisk resultat:</b>	<b>15,0</b>	<b>44,9</b>	<b>115,3</b>

Figur 6.6 Samfundsøkonomisk resultat for Herlev. Kilde: Realise og Kouno



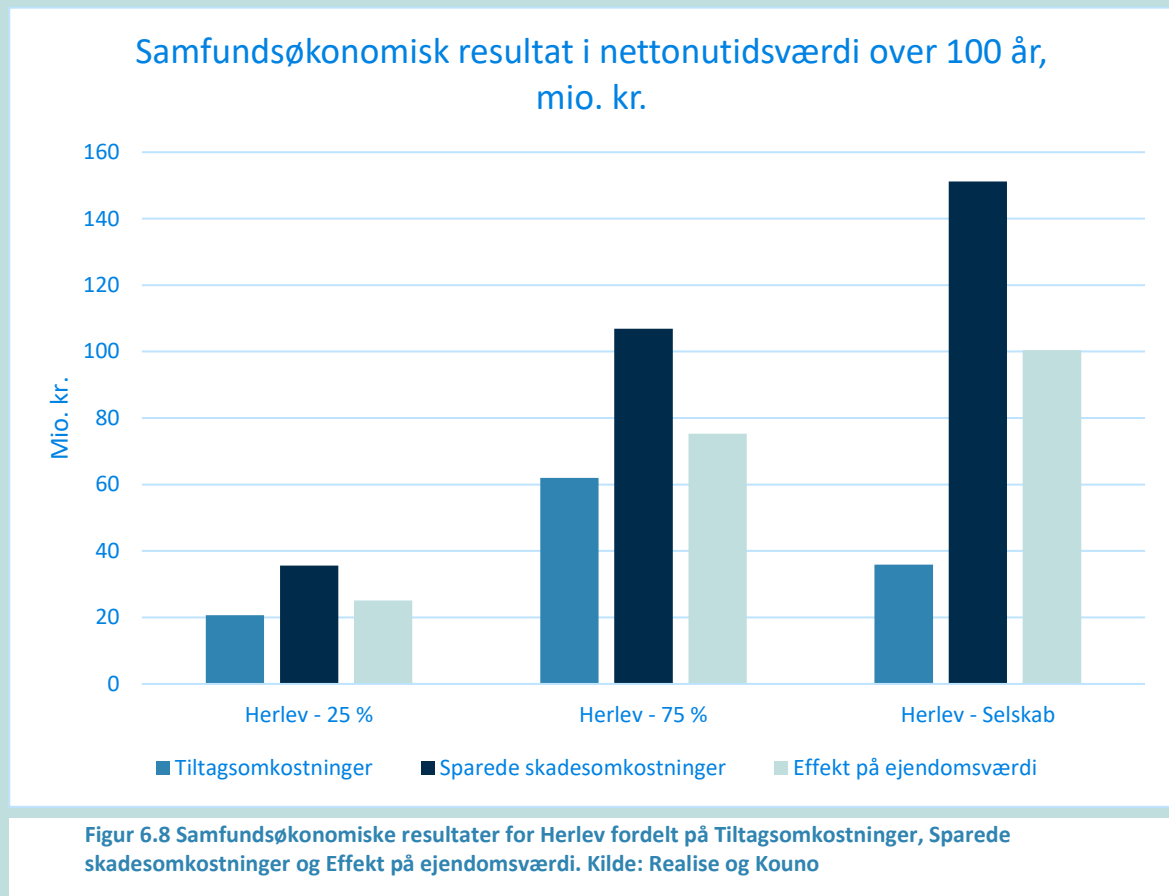
Den samfundsøkonomiske beregning for Herlev viser en nettonutidsværdi på 15 mio. kr. for 25 % grundejerløsning, 44,9 mio. kr. for 75 % grundejerløsning og en nettonutidsværdi på 115,3 mio. kr. for selskabsløsningen.

I figuren nedenfor ses de samlede samfundsøkonomiske nøgletal for Herlev fordelt på grundejerløsninger og selskabsløsning med Nettonutidsværdi, Intern rente, Cost-Benefit-forhold og effekten på ejendomsværdier.

Beskrivelse	25 % Grundejer	75 % Grundejer	Selskabsløsning
NNV (mio. kr.)	15,0	44,9	115,3
Intern rente (%)	7,6 %	7,6 %	20 %
CB-forhold (forhold)	1,7	1,7	4,2
Ejendomsværdi (mio. kr.)	25,1	75,3	100,4

Figur 6.7 Samfundsøkonomiske nøgletal for Herlev. Kilde: Realise og Kouno

I figuren nedenfor ses det samfundsøkonomiske resultat for grundejerløsninger og selskabsløsning fordelt på tiltagsomkostninger og sparede skadesomkostninger.



## 7. AARHUS

### 7.1. Projektbeskrivelse

Aarhus Vand har udpeget området (Fedet, Vejlbj-Risskov) vist på figuren nedenfor som projektområde for tiltag til håndtering af terrænnært grundvand. Den røde markering viser området, hvor der foretages skitseprojektering og består af Casper Møllers vej og Jacob Adelborgs Alle.



Figur 7.1 Projektområde i Aarhus. Kilde: Envidan

Baseret på skitseprojekteringen bliver resultaterne ekstrapoleret til den blå markering, som er den fulde afgrænsning for projektområdet. Den fulde afgrænsning går til jernbanen mod vest, langs Grenåvej mod nord og følger Ny Egå mod øst.

Området er jf. Spildevandsplan 2017-2020 spildevandskloakeret jf. figuren nedenfor. Den lysere grønne farve er spildevandskloakeret oplande, mens den mørkere grønne er spildevandskloakerede områder, hvor der også er private regnvandslaug.



Figur 7.2 Spildevandsplanens kloakoplande. Kilde: Envidan

### Basis

I den nedenstående tabel er opgjort de samlede skader i Aarhus uden grundejerløsninger og selskabsløsning.

Beskrivelse	Enhed	Antal
Ejendomme med kælder	Stk.	346
Ejendomme uden kælder	Stk.	305
Kælder med skader	m <sup>2</sup>	22.558
Stueplan med skader	m <sup>2</sup>	33.439
Vejnet med skader	Km	20,5
Samlet værdi af skadesomkostninger	Mio. kr.	551,1
Uvedkommende vand	m <sup>3</sup>	1.892.000

Figur 7.3 Skadesomkostninger i en fremskrevet dagens situation i Aarhus uden grundejerløsninger eller selskabsløsninger. Kilde: Aarhus Vand, Realise og Kouno

### Grundejerløsninger - 25 % og 75 %

Grundejerløsningerne omfatter to scenarier hvor henholdsvis 25 % og 75 % af grundejerne etablerer drænløsning på egen grund.

I grundejerløsningerne er det, af Aarhus Vand, oplyst, at det er nødvendigt, at parcellisterne går sammen og etablere yderligere drænløsninger mod Kattegat, da der ikke kan etableres tilfredsstillende drænløsninger på egen grund. Det betyder samtidig, at drænløsningerne er nødsaget til at indeholde øvrige røranlæg, da lodsejerne ikke kan håndtere vandet på egen grund. Det betyder at 25 % scenariet skal tillægges en ekstra omkostning på 81,8 mio. kr. og 75 % scenariet skal tillægges en ekstra omkostning 160,7 mio. kr.

### Selskabsløsning

I den foreslåede selskabsløsning, i Aarhus, lægges en spildevands- og en drænledning til håndtering af både terrænnært grundvand samt overfladevand.

## 7.2. Samfundsøkonomisk beregning

I nedenstående præsenteres forudsætninger og resultater af de samfundsøkonomiske beregninger af terrænnært grundvand i Aarhus.

### Kortmateriale

Nærværende afsnit beskriver de forudsætninger, der ligger til grund for opgørelsen af skader i nærværende område. I forbindelse med Aarhus, mere specifikt dele af Risskov,

er der leveret kort for grundvandsstanden i 2020 og 2100. Efter aftale med Aarhus Vand er 2060 grundvandniveau lagt til grund for de samfundsøkonomiske beregninger, da dette niveau vurderes at afspejle medianniveauet.

### **Anlægsomkostninger - selskabsløsning og grundejerløsninger**

Der er foretaget et anlægsskøn for selskabsløsningen på 214,3 mio. kr., som dækker over de samlede omkostninger, for etablering af løsningen.

Den forventede levetid for anlægget er 75 år. Det betyder, at der forudsættes reinvesteringer svarende til anlægsomkostningerne. Drift og vedligehold af anlægget er oplyste til 2,2 mio. kr. pr. år for selskabsløsningen.

Anlægsomkostningerne til de private løsninger vil for 25 % scenarie samlet andrage 125,8 mio. kr. og 75 % scenariet vil samlet andrage 292,7 mio. kr.

Drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne er estimeret til henholdsvis 1 mio. kr. og 2,2 mio. kr. i 25 % og 75 % scenariet.

Grundet oplandets megen grundvand tages der udgangspunkt i, at der vil være 30 % uvedkommende vand efter etablering af selskabsløsning. Denne ændring er en konservativ betragtning.

Det svarer til at uvedkommende vand reduceres fra 1.892.000 m<sup>3</sup>/år til 567.600 m<sup>3</sup>/år. Derved reduceres vandmængde med 1.324.400 m<sup>3</sup>/år svarende til en driftsbesparelse på 3,7 mio. kr./år.

Reduktionen i håndteringen af uvedkommende vand i grundejerløsningerne er på 0,6 mio. kr. i 25 % scenariet og 2 mio. kr. for 75 % scenariet.

For både grundejerløsninger og selskabsløsning er ibrugtagingsåret forudsat til at være 2028.

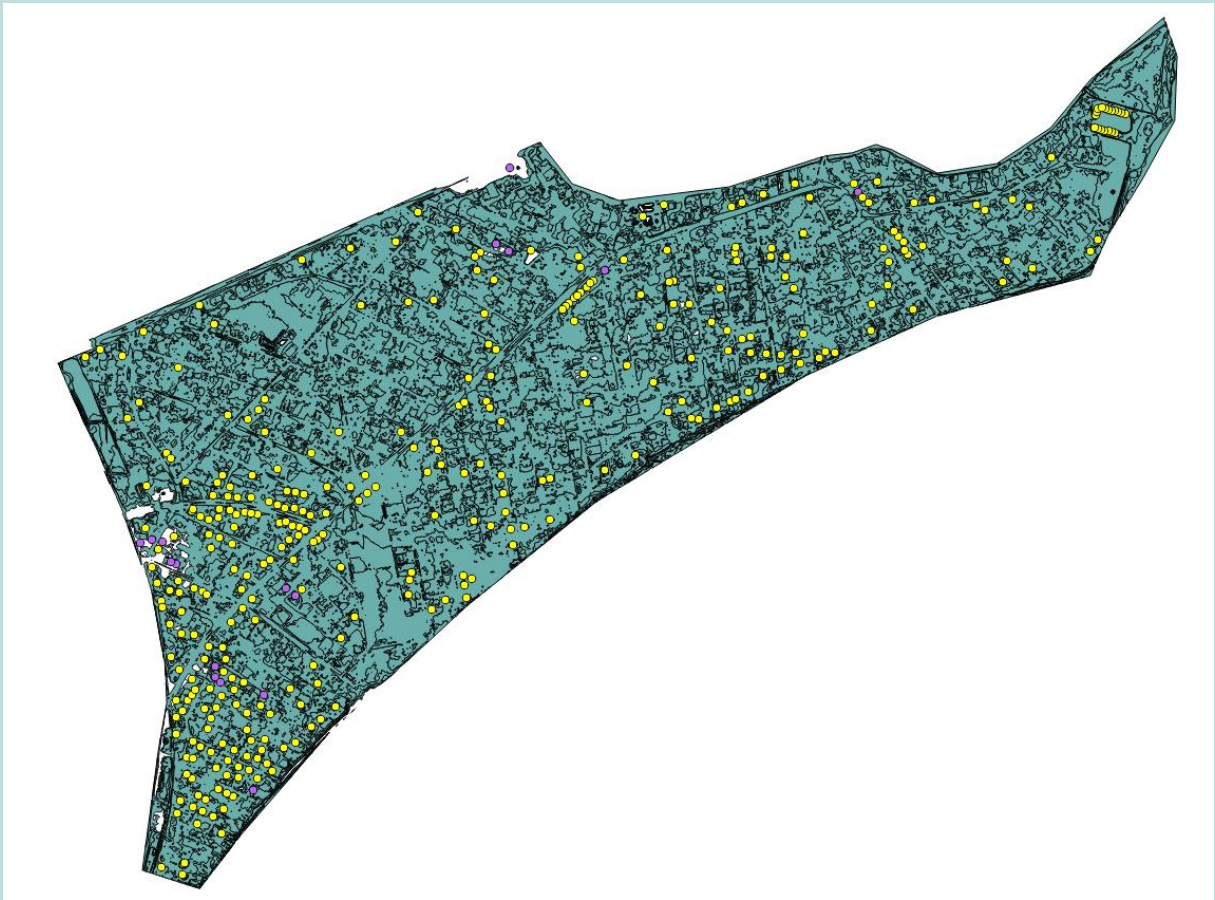
Beskrivelse (mio.kr.)	25% Grundejer	75% Grundejer	Selskabsløsning
<b>Anlægsomkostninger</b>			
Forsyningselskab	-	-	214,3
Drænløsning - Grundejer	44	132	-
Øvrige anlægsomkostninger - Grundejer	81,8	160,7	-
Drift og vedligehold	1	2,2	2,2
Reduktion af uvedkommende vand	-0,7	-2	-3,7
Drift og vedligehold uden uvedkommende vand	0,3	0,2	-1,5
Nettonutidsværdi	107,0	237,5	142,3

Figur 7.4 Anlægsomkostninger for grundejerløsninger og selskabsløsning. Kilde: Aarhus Vand, Realise og Kouno

### Skader på kældre

Vurderingen af skader på kældre, tager udgangspunkt i kortene fremlagt Aarhus Vand.

Nedenfor ses de ejendomme, som vil have skader på kældre, som følge af forhøjet grundvand i basissituationen. En kælder defineres, som et område under huset, der er placeret 1,25 m under terræn. Derfor defineres der alene skader, hvis grundvandet er mindst 1 meter under terræn.



Figur 7.5 Oversigt over ejendomme med skader som følge af terrænnært grundvand i basis. Kilde: Aarhus Kommune, Aarhus Vand, Realise og Kouno

I basissituationen er der 346 berørt ejendomme. Det har tilsammen 29.703 m<sup>2</sup> kælder. Gennemføres projektet jf. opgørelse fra Aarhus Vand fjernes 60 % af skaderne på kælderarealet i selskabsløsningen.

Antallet af m<sup>2</sup> kælder, som der reduceres skader på, går fra 29.703 m<sup>2</sup> til 17.131 m<sup>2</sup>. Dette svarer til en gevinst på 12.572 m<sup>2</sup> færre skadede kælderarealer. Endvidere reduceres der skader på bygninger med erhvervsmæssige formål. I basis påvirkes 31 virksomheder, mens der efter tiltag opleves skader på 16 virksomheder svarende til en gevinst på 15 virksomheder.

### Skader på ejendomme i terræn

I Aarhus er der berørte ejendomme, hvor grundvandet står i niveau med terræn. Derfor kan der opstå skader på bygninger, som ikke har nogen kælder. Der er optalt 305 ejendomme, som kan være berørt af dette. Det samlede stueplansareal opgøres til



44.032 m<sup>2</sup>. Det forventes, at 90 % af de disse skadede arealer vil kunne fjernes ved løsningen. Det betyder, at de reducerede skader antager 39.629 m<sup>2</sup> i selskabsløsningen.

I figuren nedenfor er skaderne opgjort på kælder, stueplan og virksomheder fordelt på grundejerløsninger og selskabsløsning.

Beskrivelse	25% Grundejer	75% Grundejer	Selskabsløsning
<b>Gevinster</b>			
Skader på kælder (m <sup>2</sup> )	5.639	16.918	16.918
Skader på stueplan (m <sup>2</sup> )	8.360	25.080	30.096
Skader på virksomheder (stk.)	8	18	18

Figur 7.6 Skader på kælder, stueplan og virksomheder fordelt på grundejerløsninger og selskabsløsning. Kilde: Aarhus Vand, Realise og Kouno

I PLASK er de sparede skadesomkostninger af berørte ejendomme i terræn beregnet til en nutidsværdi på 184,6 mio. kr. over 100 år.

### Effekt på ejendomsværdien

Nedenfor er to tabeller med de beregnede effekter på ejendomsværdierne i Aarhus, der kan forventes, som følge af reduktioner på skader på ejendommene samt, som følge af selskabsløsning og grundejerløsninger.

Beskrivelse	25 % Grundejer	75 % Grundejer	Selskabsløsning
<b>Vægtningfaktor</b>	2,54	2,54	2,54
<b>Nøgletal (kr.)</b>	3.390	3.390	3.390
<b>Vægtet effekt (kr.)</b>	8.606	8.606	8.606
<b>Antal. m<sup>2</sup></b>	5.639	16.918	16.918
<b>Gevinst på ejendomspris (mio. kr.)</b>	49	146	146
<b>Nutidsværdi (mio. kr.)</b>	35	106	106

Figur 7.7 Effekt på ejendomsværdier. Kilde: Realise og Kouno

### Skader på infrastruktur

Der er, af forsyningen, oplyst risiko eller observerede skader på veje i projektområdet. Samlet forventes projektet at fjerne skader på vejnettet. Den samlede mængde veje løber op i alt 16,8 km.

I PLASK er de sparede skadesomkostninger på infrastruktur, beregnet til en nutidsværdi på 129,6 mio. kr. over 100 år.

### Samfundsøkonomisk beregning

Resultatet af den samfundsøkonomiske beregning fremgår af figuren nedenfor.

Resultaterne er opgjort i prisniveau 2020.

	Aarhus 25% Grundejer (mio. kr.)	Aarhus 75% Grundejer (mio. kr.)	Aarhus Selskabsløsning (mio. kr.)
<b>Omkostninger</b>			
<b>Tiltagsomkostninger</b>	<b>107,0</b>	<b>237,5</b>	<b>142,3</b>
Investering	91,9	213,9	156,6
Reinvestering	8,8	20,4	14,9
Drift og vedligehold	6,4	3,2	-29,2
<b>Gevinster</b>			
<b>Sparede skadesomkostninger</b>	<b>56,9</b>	<b>170,7</b>	<b>314,2</b>
Skadesomkostning ved direkte indtastning	0,0	0,0	0,0
Bebyggelse	56,9	170,7	184,6
Infrastruktur og trafik	0,0	0,0	129,6
Hotspots	0,0	0,0	0,0
Landbrug	0,0	0,0	0,0
Brugerdefinerede	0,0	0,0	0,0
<b>Samfundsøkonomisk resultat:</b>	<b>-50,1</b>	<b>-66,8</b>	<b>172,0</b>

Figur 7.8 Samfundsøkonomisk resultat for Aarhus. Kilde: Realise og Kouno

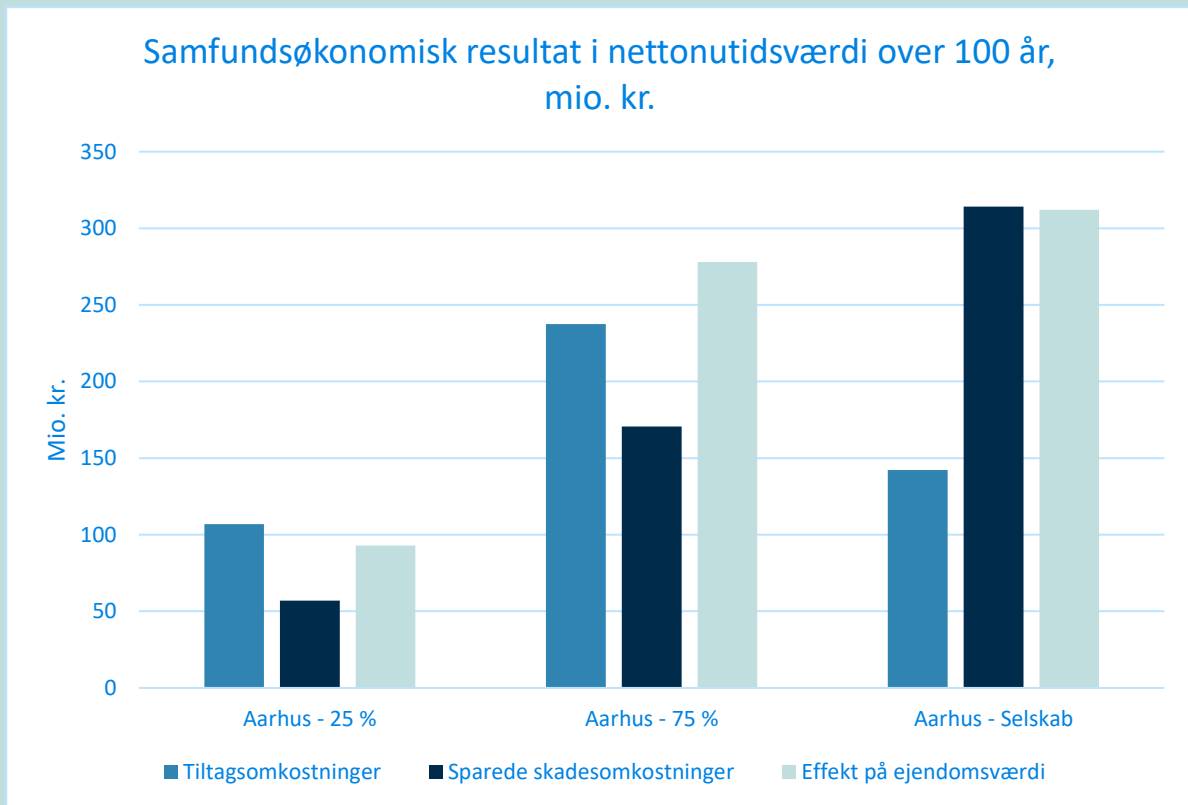
Den samfundsøkonomiske beregning for Aarhus viser en nettonutidsværdi på -50 mio. kr. for 25 % Grundejerløsning, -67 mio. kr. for 75 % grundlejeløsning og en nettonutidsværdi på 172 mio. kr. for selskabsløsningen.

I figuren nedenfor ses de samlede samfundsøkonomiske nøgletal for Aarhus, fordelt på grundejerløsninger og selskabsløsning med Nettonutidsværdi, Intern rente, Cost-Benefit-forhold og effekten på ejendomsværdier.

Beskrivelse	25 % Grundejer	75 % Grundejer	Selskabsløsning
NNV (mio. kr.)	-50,1	-66,8	172
Intern rente (%)	-	-	8,9 %
CB-forhold (forhold)	-	-	2,2
Ejendomsværdi (mio. kr.)	93	278	312

Figur 7.9 Samfundsøkonomiske nøgletal for Aarhus. Kilde: Realise og Kouno

I figuren nedenfor ses det samfundsøkonomiske resultat for grundejerløsninger og selskabsløsning fordelt på tiltagsomkostninger og sparede skadesomkostninger



Figur 7.10 Samfundsøkonomisk resultat for Aarhus fordelt på Tiltagsomkostninger, Sparede skadesomkostninger og Effekt på ejendomsværdi. Kilde: Realise og Kouno

## 8. BILAG A - IKKE KVANTIFICEREDE EFFEKTER

I nedenstående tabel er der opstillet en række positive effekter af løsninger, til håndtering af terrænnært grundvand, der ikke er kvantificeret i nærværende samfundsøkonomiske beregninger i Sunds, Odense, Herlev og Aarhus.

Ikke kvantificerede effekter	Beskrivelse
Samtidighed i gravningsarbejder	I givet fald der kan skabes samtidighed i løsningerne til håndtering af terrænnært grundvand med f.eks. klimatilpasningsprojekter eller reovering af eksisterende kloaknet vil anlægsomkostningerne kunne reduceres. Samtidighed i gravningsarbejder er indkalkuleret i anlægsomkostningerne for selskabsløsningerne i Sunds og Odense.
Forsinkelsesbassiner	Løsninger til håndtering af terrænnært grundvand vil nogle steder kunne reducere planlagte investeringer i forsinkelsesbassiner for fællesvand.
Reinvesteringer i renseanlæg	Planlagte reinvesteringer i renseanlæg vil nogle steder kunne reduceres eller udskydes som følge af reduceret m <sup>3</sup> uvedkommende vand.
Sundhed	Fjernelse af fugtskader i ejendomme som konsekvens af terrænnært grundvand vil have en positiv sundhedseffekt for beboerne i ejendommene.
Sekundavand	Nyttiggørelse af sekundavand som følge af løsningernes grundvandssænkning kan have en positiv effekt i form af reduceret belastning af grundvandsressourcen.

## 9. BILAG B - FØLSOMHEDSANALYSE

Der er gennemført følsomhedsanalyse af de samfundsøkonomiske beregninger af grundejerløsninger og selskabsløsninger i Sunds, Odense, Herlev og Aarhus. Følsomhedsberegningerne er gennemført, med det formål at identificere robustheden i de samfundsøkonomiske beregningsresultater.

Følsomhedsberegningerne er foretaget på følgende forhold:

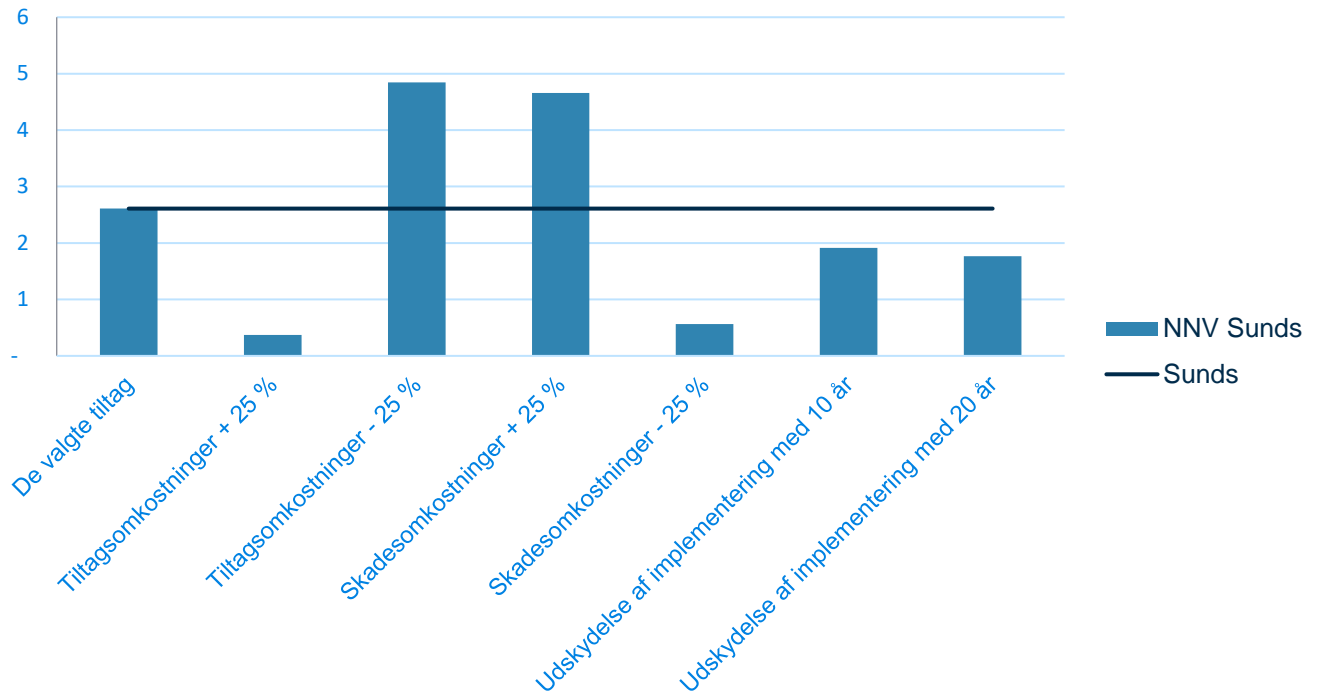
- +/- 25 % på tiltagsomkostninger
- +/- 25 % på skadesomkostninger
- Udskydelse af implementering med 10 år og 20 år

Når nettonutidsværdien er positiv, er der tale om et positivt samfundsøkonomisk resultat. Når nettonutidsværdien omvendt er negativt, er der tale om et negativt samfundsøkonomisk resultat.

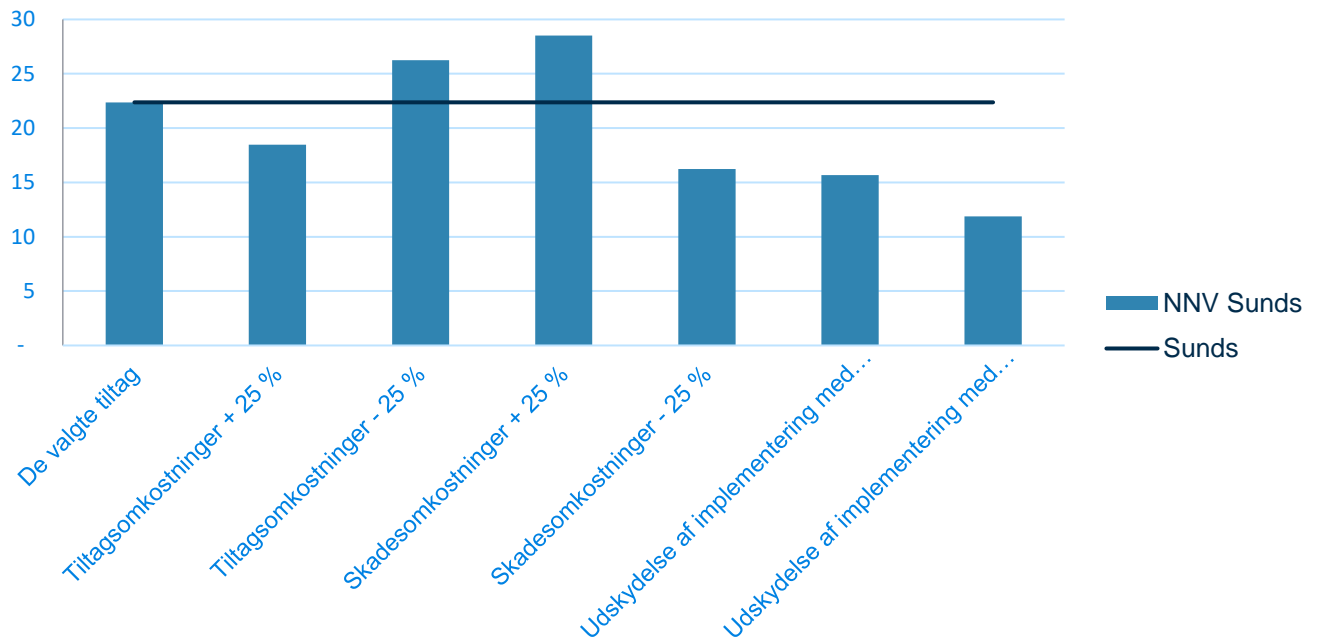
Følsomhedsanalyserne viser, at resultaterne af de samfundsøkonomiske beregninger generelt er robuste. Det vil sige, at de samfundsøkonomiske beregninger ikke ændre fortegn som følge af følsomhedsanalysen. Det betyder, at nettonutidsværdien fortsat er positiv eller negativ uanset følsomhederne.

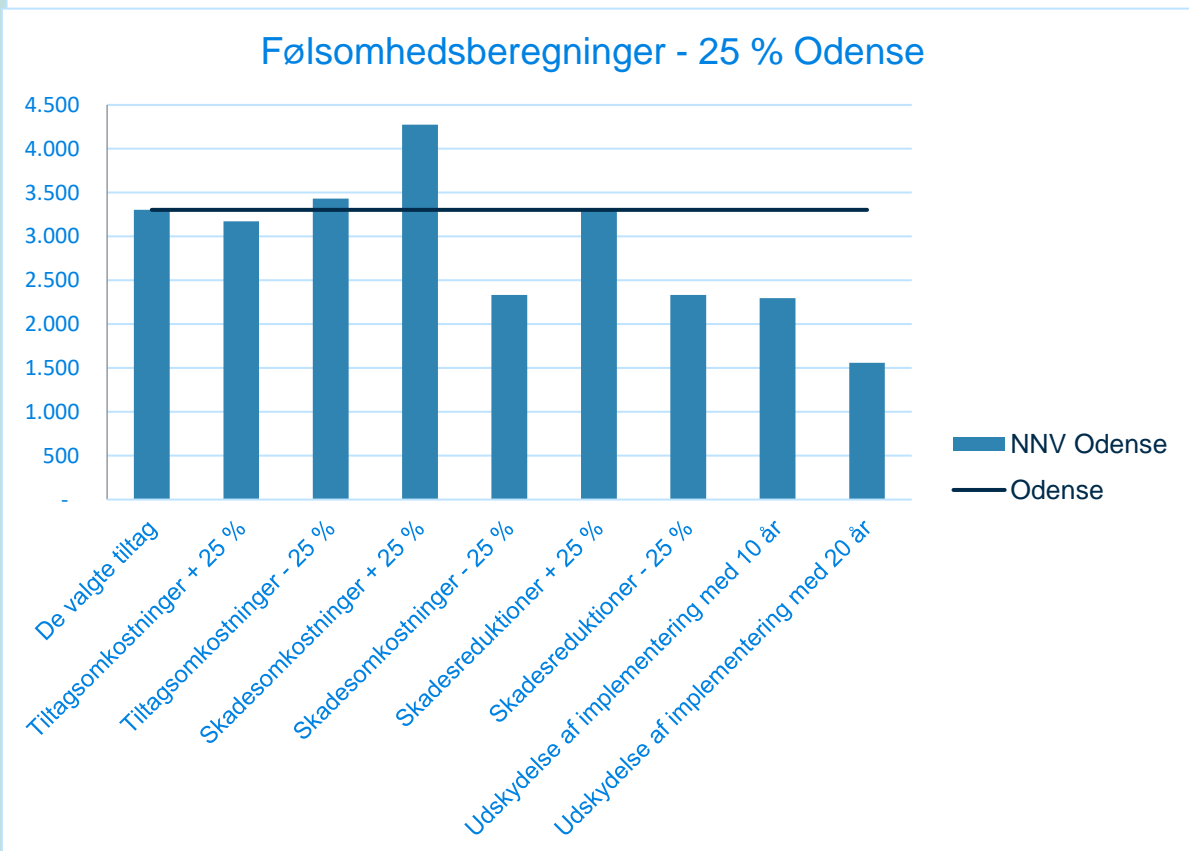
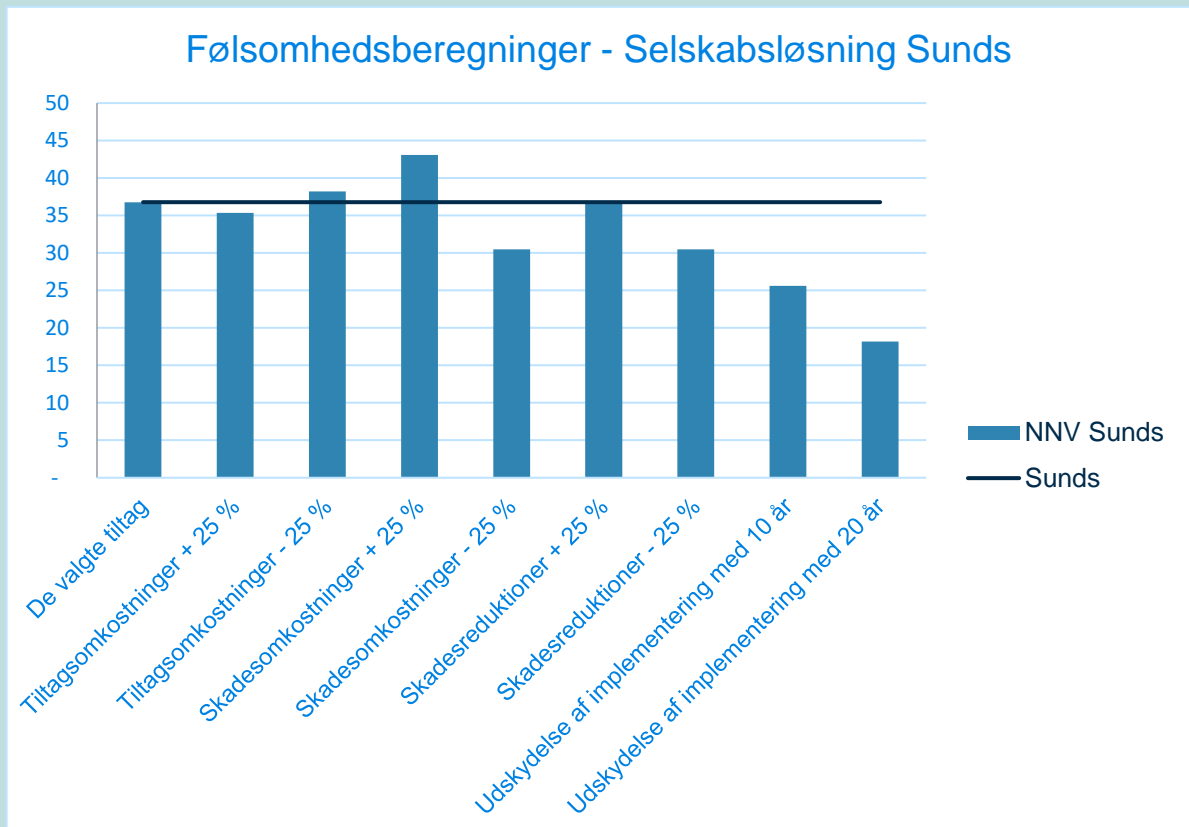
Nedenfor er følsomhedsanalyserne opstillet. Søjlediagrammerne er udtryk for nettonutidsværdierne i mio. kr. i de enkelte følsomhedsscenarier.

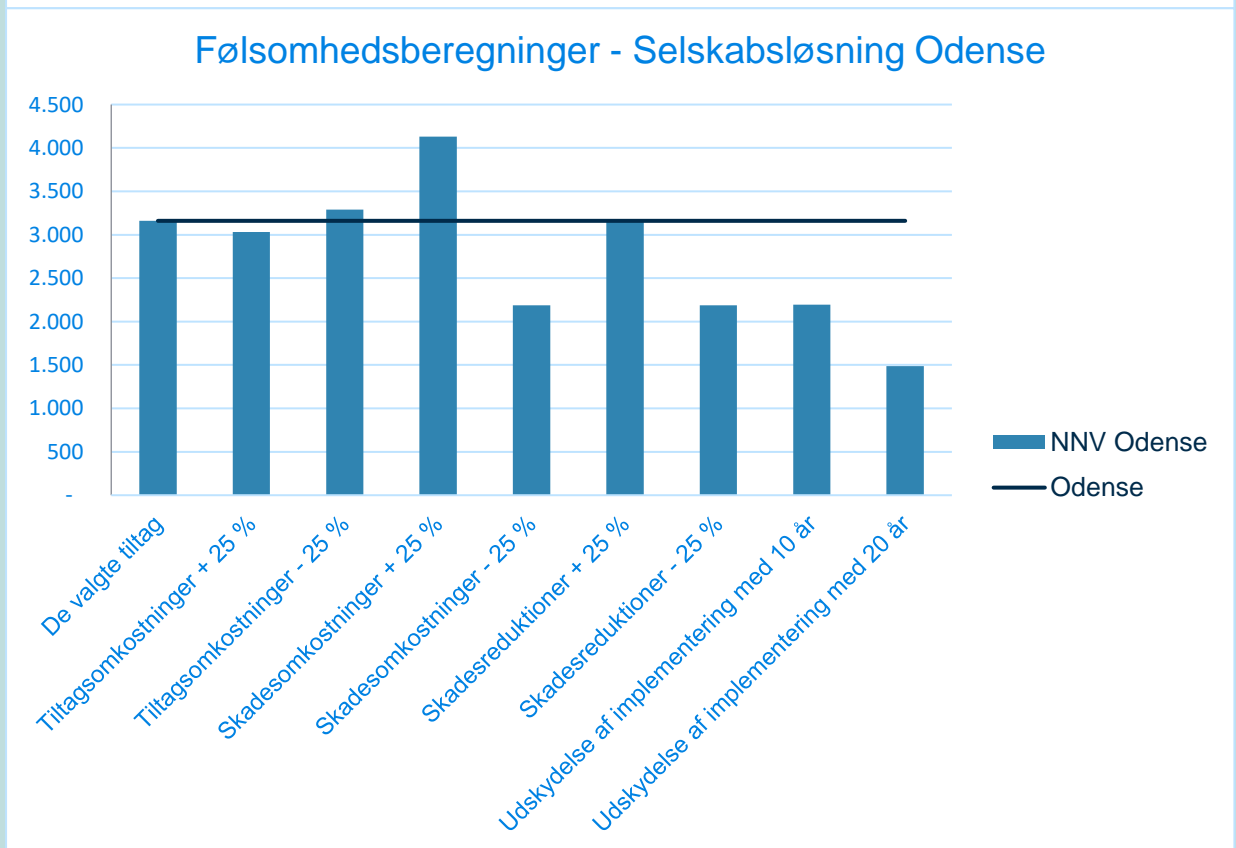
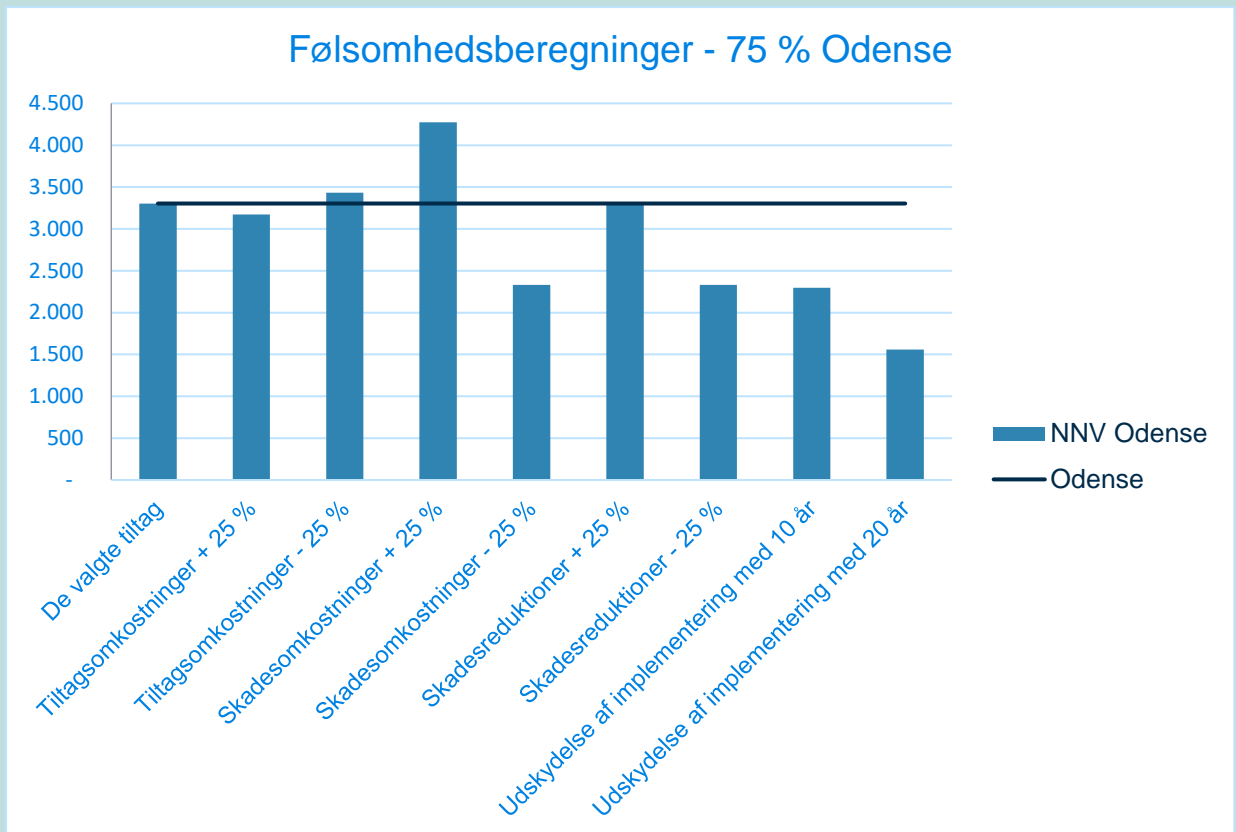
Følsomhedsberegninger - 25 % Sunds



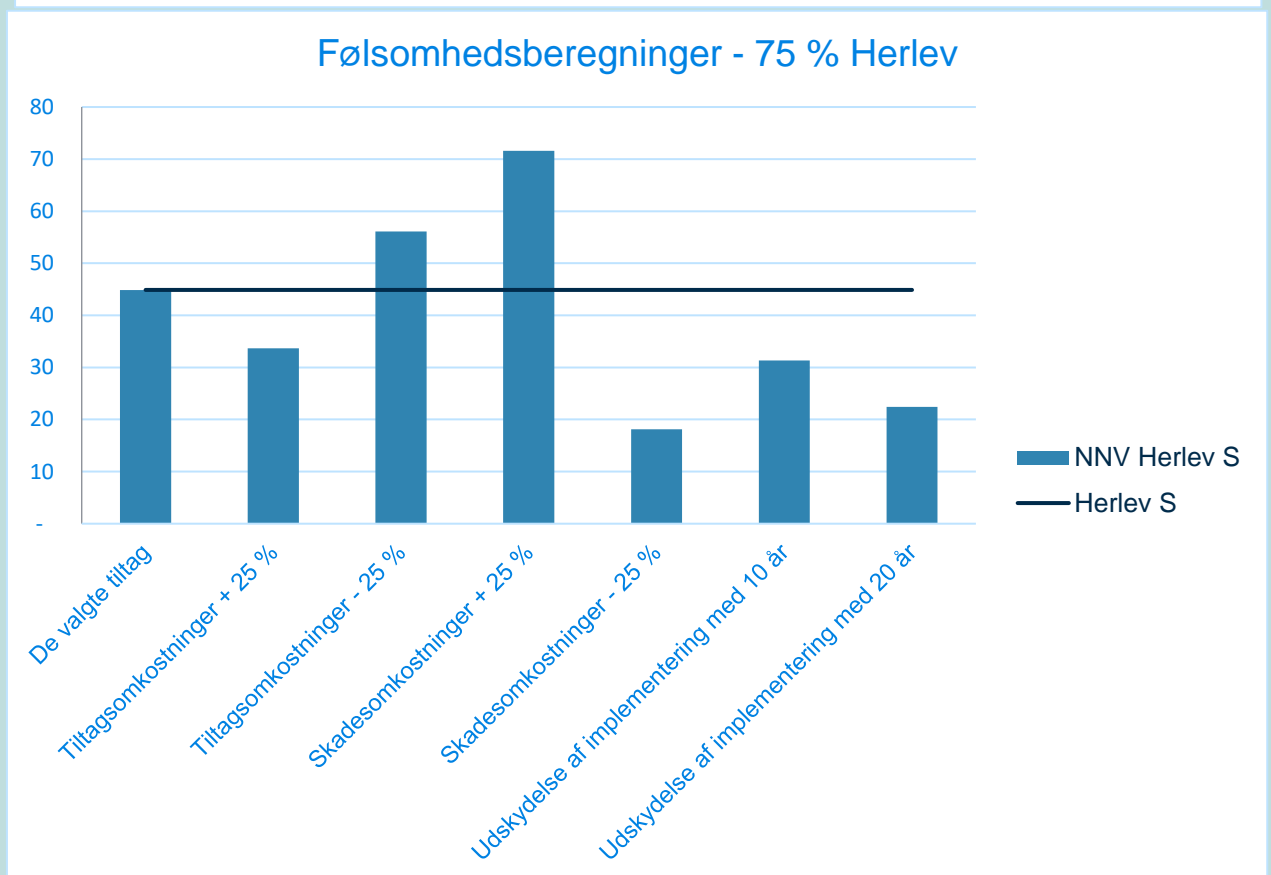
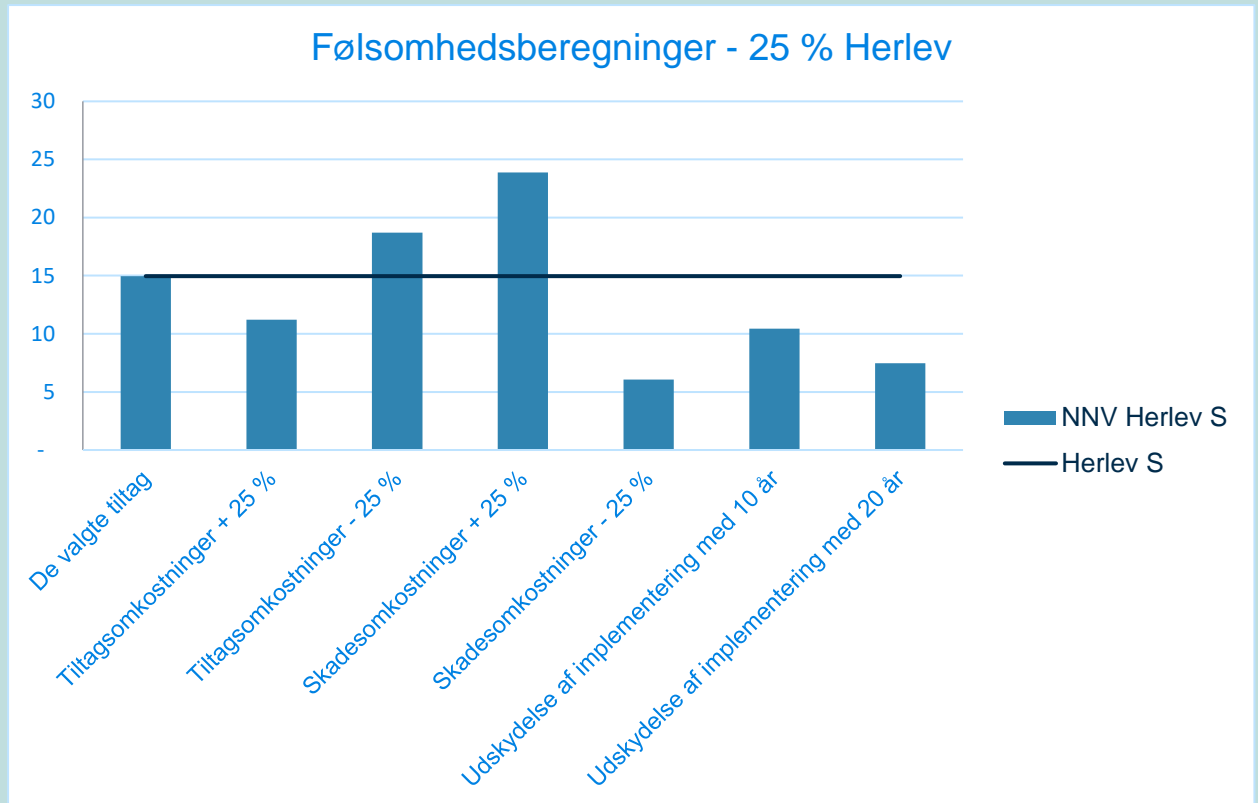
Følsomhedsberegninger - 75 % Sunds

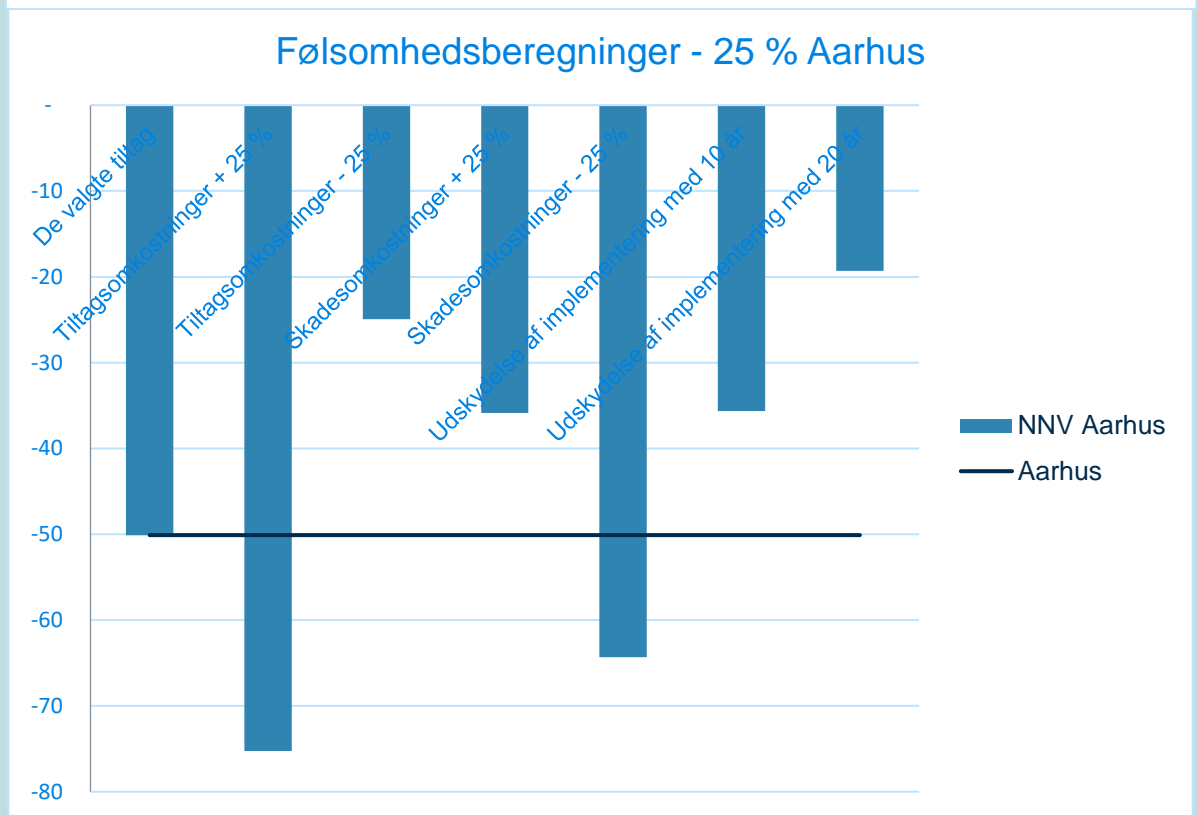
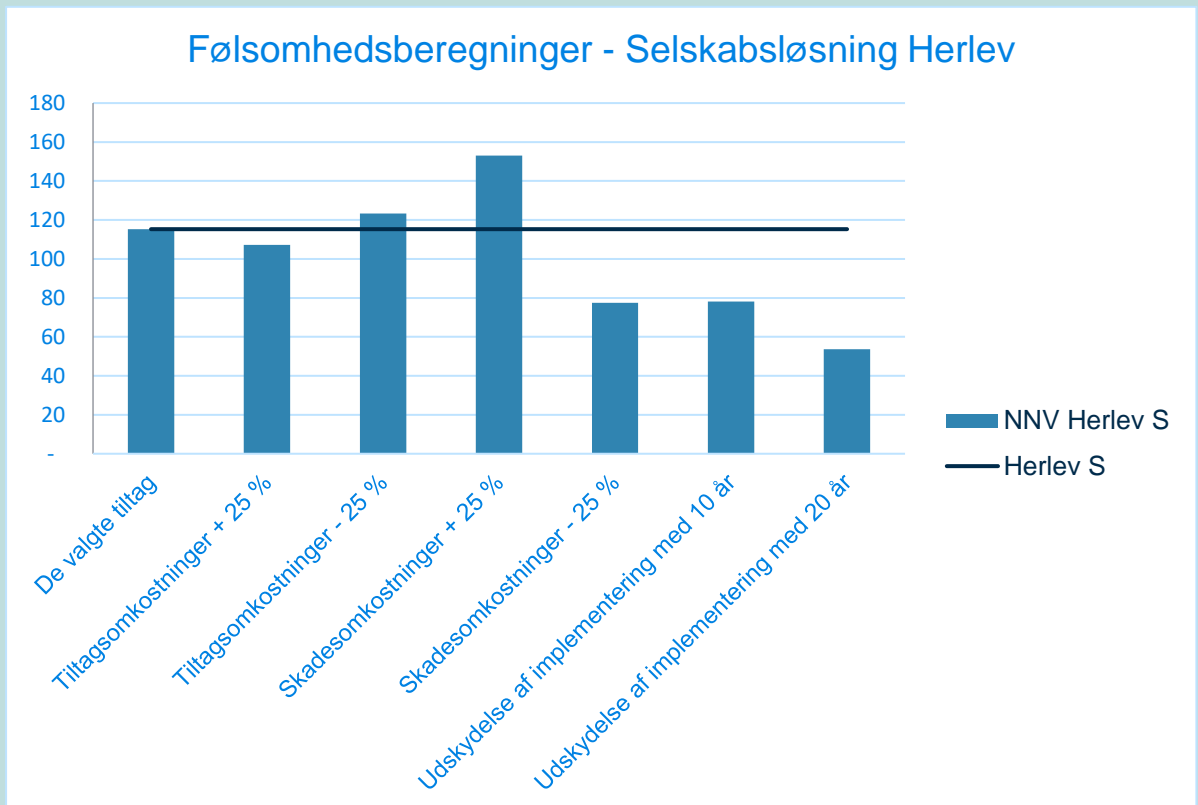


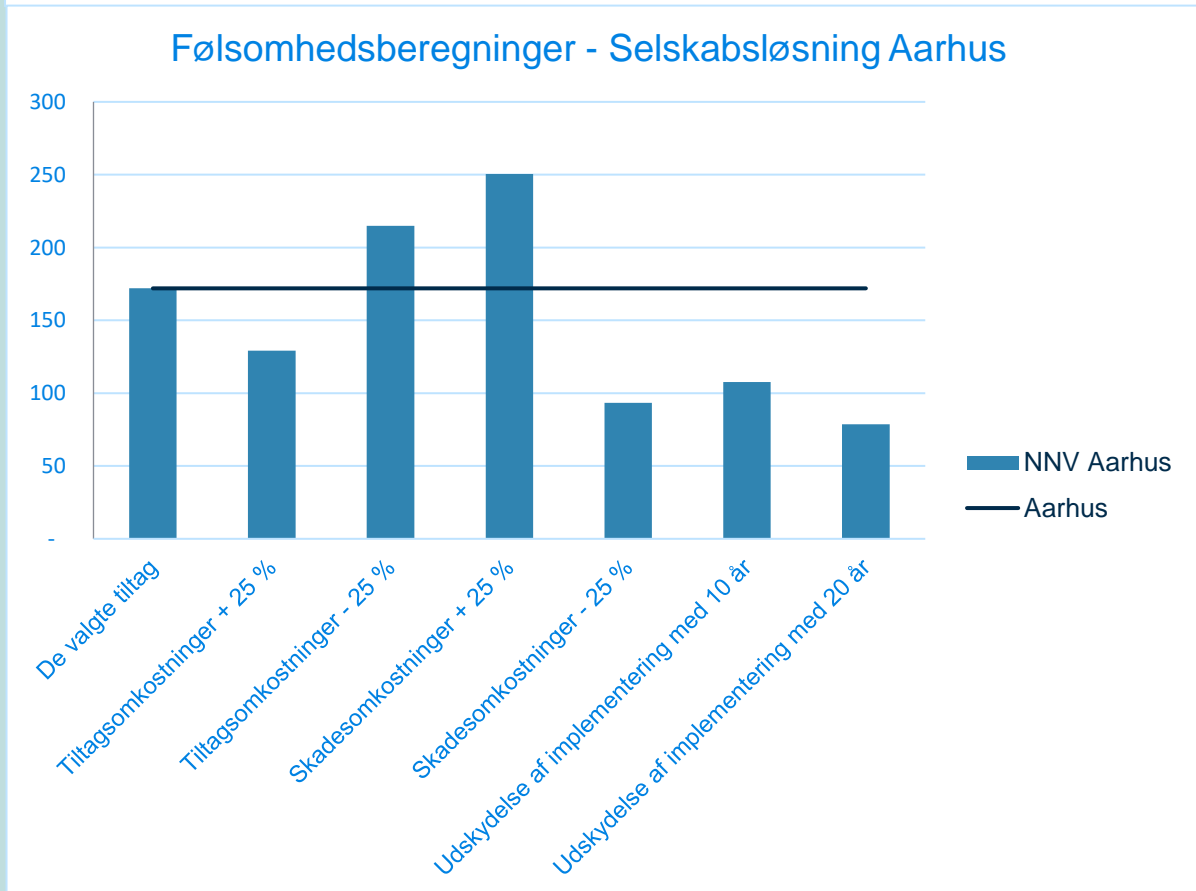
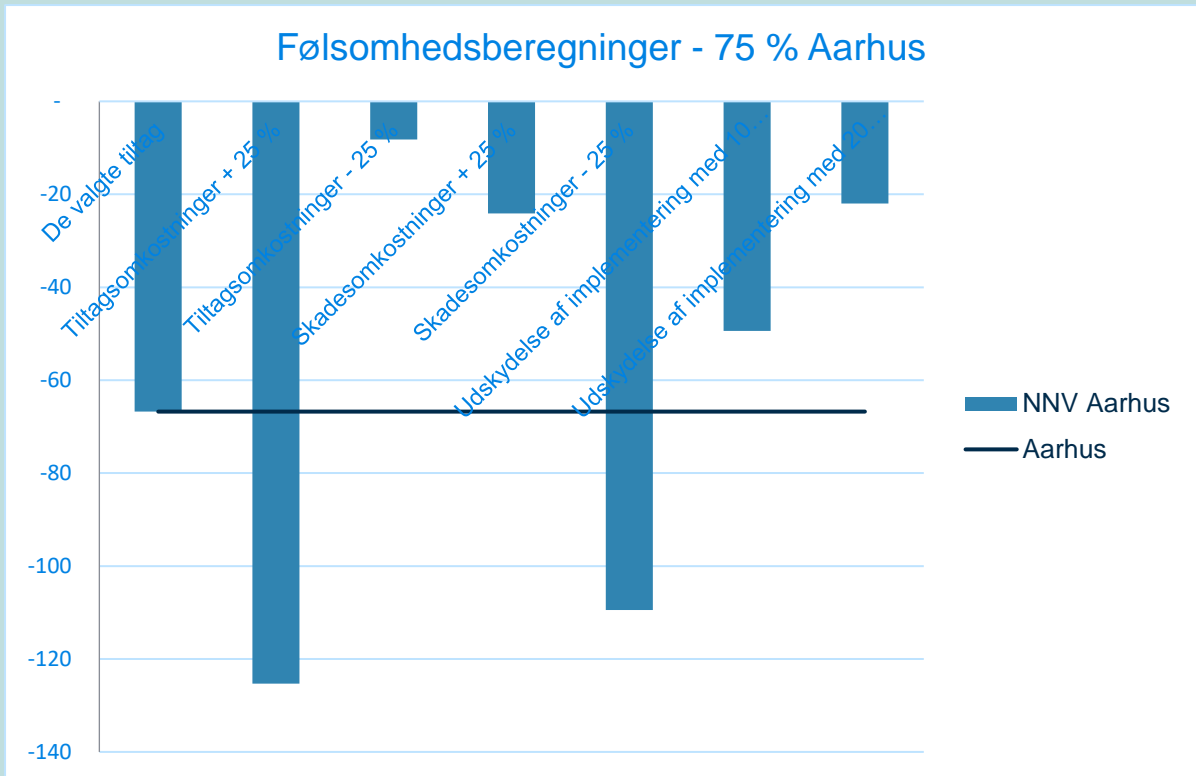












## 10. BILAG C - EFFEKTEN PÅ EJENDOMSVÆRDIER

Nærværende bilag beskriver kortfattet, metoden til værdiansættelse af effekterne af terrænnært grundvand på ejendomsværdien.

Metoden tager udgangspunkt i forskningsresultater udarbejdet på Københavns Universitets Institut for fødevarer og ressourceøkonomi (bl.a. Verification of flood damage modelling using insurance data, 2013, DTU Orbit, Værdisætning af bykvaliteter - fra hovedstad til provins: appendiks, 2013, Institut for Fødevarer og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet). Metoden baserer sig på Husprismodellen (Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition, 1974).

Forskningsresultaterne viser, at boliger der er udsat for skader, som følge af skybrud, stormflod eller andre klimamæssige skader/risikoer for skader, værdisættes lavere i markedet end sammenlignelige boliger i området.

Skaderne værdisættes, som en betalingsrække over 30 år og tilbagediskonteres. Det forventes, at skader i forbindelse med terrænnært grundvand, vil følge samme model.

Der er på, baggrund af nøgletallene i PLASK, udarbejdet en kvadratmeterpris-effekt på 1 kvadratmeter kælder, som er skadet. Værdien er udtryk for en nutidsværdi over 30 år.

Der er relativ stor forskel på ejendomsværdierne i de 4 projektområder, der ligger til grund for de samfundsøkonomiske beregninger. Der tages derfor afsæt i en vægtning ud fra prisniveau i området samt landsgennemsnittet på 3.390 kr. pr. m<sup>2</sup> kælder.

By/område	m <sup>2</sup> -pris
Odense	17.457
Herlev	27.215
Sunds	11.368
Risskov	35.689
Hele Landet	14.060

Odense ligger i dette tilfælde 24 % over landsgennemsnittet. Den vægtede effekt på ejendomsværdien vil derfor i stedet for 3.390 kr. pr. m<sup>2</sup> stige til 4.210 kr. pr. m<sup>2</sup>. Det samme er gjort ved de øvrige områder.

Nedenfor ses resultaterne af beregningerne.

	Vægtningss- faktor	Nøgletal	Vægtet effekt	Antal m <sup>2</sup>	Gevinst på ejendomsprisen (mio. kr.)	Tilbagediskonteret (mio. kr.)
<b>Odense</b>	1,24	3.390	4.210	1.371.478	5.774	1.582
<b>Herlev</b>	1,94	3.390	6.563	20.936	137	100
<b>Sunds</b>	0,81	3.390	2.741	4.524	12	9
<b>Risskov Kælder</b>	2,54	3.390	8.606	16.918	146	106
<b>Risskov Stueplan</b>	2,54	3.687	9.358	30.096	282	206

Når vægtningerne er medregnet, vil der opleves betydelige gevinster på ejendomsværdierne. F.eks. vil Odense opleve gevinster på 5,8 mia. kr. Gevinsterne på ejendomsværdien vil imidlertid først indtræffe på det tidspunkt, hvor skaderne er fjernet eller umiddelbart før. Derfor tilbagediskonteres effekterne til etableringsåret. Etableringsåret er 2028 for alle projekter på nær Odense. Etableringsåret i Odense er 2053.

Da gevinsterne er en følgeeffekt af projekterne til sænkning af grundvandsspejlet, indgår de ikke direkte i opgørelserne af de samfundsøkonomiske analyser, men er et supplement.

## 11. BILAG D - BEGREBSDEFINITIONER

I de samfundsøkonomiske cost-benefit-analyser opereres der med en række centrale begreber der er defineret i tabellen nedenfor.

Begreber	Definitioner
Tidshorisont	De budget- og samfundsøkonomiske omkostninger regnes almindeligvis for en 100-årig periode.
Diskontering	Eftersom skader og tiltag almindeligvis opgøres for en periode på 100 år, er det nødvendigt at undersøge, hvad de samlede budget- og samfundsøkonomiske omkostninger over hele perioden svarer til på nuværende tidspunkt.
Diskonteringsrente	Til at tilbagediskontere fordele og ulemper anvendes Finansministeriets anbefalede samfundsøkonomiske diskonteringsrente. Diskonteringsrenten er 4 % de første 35 år, derpå 3 % frem til år 70 og derefter 2 % resten af perioden.
Nutidsværdi	Værdien af fremtidige udgifter/indtægter tilbagediskonteret.
Nettoafgiftsfaktoren	Anvendes til at omregne faktorpriser til markedspriser. Finansministeriet anbefaler, at der indregnes en nettoafgiftsfaktor på 32,5 % i beregningen af skades- og tiltagsomkostningerne over hele perioden.
Skatteforvridning	Hvis et tiltag er skattefinansieret, skal der i overensstemmelse med Finansministeriets anbefalinger medregnes et skatteforvridningstab for alle nettoomkostninger. Skatteforvridningstab er sat til 10 %, jf. Finansministeriets vejledning.
Prisniveau	Priser for skader angives i faste priser i nyeste pris-år, det vil sige, at der ikke tages højde for inflation, som generelt medfører, at priserne stiger over tid. Det er vigtigt, at alle inputpriser i modellen er i samme år.

<b>Afskrivning</b>	Afskrivning er en regnskabsmæssig post, hvor værdien af et anlægsaktiv formindskes over anlæggets levetid. I cost-benefit-analyser antager man som regel, at tiltag afskrives lineært over deres levetid.
<b>Scrapværdi</b>	Scrapværdien indregnes i sidste analyse-år, hvis levetiden på tiltaget er længere end analysehorisonten. Det vil dermed være den tilbageværende værdi af anlægget, som vil indgå med en positiv værdi i sidste analyse-år.

Begrebsdefinition. Kilde: Finansministeriet, Realise og Kouno

## 12. KILDER

- Adaption to Extreme Rainfall with Open Urban Drainage System: An Integrated Hydrological Cost-Benefit Analysis, 2013, Orbit DTU
- Bedre viden om uvedkommende vand, 2018, Miljøstyrelsen
- Bygga.dk
- DANVA
- DMI
- Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition, 1974
- Herlev Kommune
- Herning Kommune
- Herning Vand
- HOFOR
- KL
- National indsats imod Stigende overfladenært grundvand, 2019, KL og DANVA
- Odense Kommune
- PLASK - Klimatilpasningsværktøj til dialog og beregning
- Sweco, 2010
- Vandcenter Syd
- Verification of flood damage modelling using insurance data, 2013, DTU Orbit
- Værdisætning af bykvaliteter - fra hovedstad til provins: appendiks, 2013, Institut for Fødevarer og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet
- Aarhus Kommune
- Aarhus Vand