



Miljø- og  
Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

# **SPILDEVANDSRENSNING I DET ÅBNE LAND - OMKOSTNINGER TIL ETABLERING OG DRIFT AF LØSNINGER**

Maj 2017

Redaktion: Miljøstyrelsen

Tekst: Rikke Carlsen, NIRAS A/S  
Lars Christian Sørensen, NIRAS A/S  
Camilla K Damgaard, NIRAS A/S

Grafiker/bureau: NIRAS A/S

Tryk: NIRAS A/S

ISBN: 978-87-7120-870-2

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Sammenfatning</b>	<b>6</b>
1.1	Nye trends	6
1.2	Læsevejledning	6
<b>2.</b>	<b>Introduktion</b>	<b>8</b>
2.1	Baggrund og formål	8
2.2	Overordnet tilgang	9
2.3	Metode	10
2.4	Datagrundlag	11
<b>3.</b>	<b>Nuværende situation</b>	<b>13</b>
3.1	Eksisterende lovgrundlag	13
3.2	Beslutningsprocessen	14
3.3	Omostninger ved koakering og kontraktligt medlemskab	15
3.4	Overblik over eksisterende decentrale løsninger	17
3.5	Forhold der er afgørende for valg af løsning	18
3.6	generelle problemstillinger	20
<b>4.</b>	<b>Præsentation af løsninger</b>	<b>21</b>
4.1	Samletank	21
4.2	Pileanlæg	23
4.3	Nedsivning	24
4.4	Beplantet filteranlæg	26
4.5	Minirenselanlæg	27
4.6	Biologisk sandfilter	29
4.7	Økonomisk sammenligning	31
4.8	Oversigt over fordele og ulemper	34
4.9	Overvejelser ved beslutning om decentral løsning	35
<b>5.</b>	<b>Kloakering eller decentral løsningsammenligning</b>	<b>36</b>
<b>6.</b>	<b>Nye trends</b>	<b>41</b>
6.1	Cirkulær økonomi	41
6.2	Tendenser i vandsektoren	42
6.3	Spildevandsanlæg	42
6.4	Nye forretningsmodeller	43
6.5	Spildevandsrensning i lyset af den cirkulære økonomi	43
<b>7.</b>	<b>Konklusion</b>	<b>49</b>
<b>8.</b>	<b>Litteraturliste</b>	<b>50</b>
<b>Bilag 1: Involvering af interessenter</b>		<b>51</b>

<b>Bilag 2: Økonomisk analyse</b>	<b>55</b>
<b>Bilag 3: Data indsamlet til totaløkonomisk analyse</b>	<b>74</b>
<b>Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger</b>	<b>75</b>
<b>Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger</b>	<b>81</b>
<b>Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner</b>	<b>85</b>
<b>Bilag 7: Supplerende informationer om vurderingerne</b>	<b>86</b>
<b>Bilag 8: Tidligere anvendte totaløkonomiske beregninger</b>	<b>89</b>
<b>Bilag 9: Oversigt - supplerende parametre til vurdering af løsningerne</b>	<b>90</b>

## FORORD

Denne rapport er udarbejdet af NIRAS A/S for MST (Miljøstyrelsen), på baggrund af udbudsbrev dateret den 27. november 2015 af MST "Projekt om spildevandsrensning i det åbne land".

Rapporten beskriver problemstillinger omkring spildevandsrensning i det åbne land. Centralt i projektet er en økonomisk analyse af de totale omkostninger ved de forskellige løsninger, der er til rådighed i dag. Den økonomiske analyse er foretaget på baggrund af eksisterende viden og vurderinger samt dialog med centrale aktører som kommuner, spildevandsselskaber og leverandører. Der er endvidere præsenteret perspektiver og nye trends indenfor spildevandsrensning i det åbne land ud fra en cirkulær økonomi tankegang.

NIRAS takker de involverede personer i projektet, og særligt deltagerne på workshoppen afholdt den 17. marts 2016.

NIRAS er alene ansvarlig for indholdet af rapporten og dens konklusioner.

# 1. Sammenfatning

Baggrundene for valg af henholdsvis decentral spildevandsrensning og tilslutning til kloak i det åbne land er belyst i dette projekt. I beskrivelsen af den nuværende situation kan det konkluderes, at nedsivningsanlæg ofte vælges som løsning, hvis det er muligt ud fra hensyn til jordbundsforhold, grundvandsstand og afstandskrav til bl.a. drikkevandsressourcer. Økonomiske beregninger i analysefasen bekræfter, at nedsivningsanlæg under de givne forudsætninger oftest samlet set er den mest økonomisk fordelagtige løsning.

Med baggrund i jordbundsforhold i form af megen lerjord er nedsivning vanskeligt i den sydøstlige del af Danmark. Her står valget i de fleste tilfælde altså mellem andre decentrale løsninger end nedsivning og kloakering. Valget afhænger især af renskrav, antallet og tætheden af ejendomme der skal forbedre spildevandsrensningen, den forventede mængde produceret spildevand, forventninger til fremtidig demografisk udvikling samt lokale anlægs- og driftsforhold.

Den økonomiske analyse illustrerer, hvordan valget mellem de forskellige løsninger ser ud med afsæt i de gennemsnitlige omkostninger hentet fra en række vurderinger. Derved bekræftes det, at nedsivningsanlægget ofte er økonomisk fordelagtigt, samt at kontraktligt medlemskab kan være en fordel for borgeren, hvis vandafledningsbidraget er relativt lavt og/eller ens tidshorisont er kort. Herudover ses det, at de årlige driftsomkostninger i beregningerne vejer relativt tungt på minirensaneanlæggene. Dette er især en følge af den obligatoriske serviceordning for disse anlæg, et generelt krav som ingen af de andre anlægstyper har. Den obligatoriske serviceordning for minirensaneanlæg er både miljømyndighedernes og borgernes sikkerhed for at renseløsningen fungerer og at det udledte spildevand opfylder renskravene.

Netop forskellen mellem minirensaneanlæg og de andre decentrale løsninger ift. det obligatoriske tilsyn er rejst af interessenterne i projektets inddragelsesproces. Flere sætter f.eks. spørgsmålstegn ved antagelsen om at nedsivningsanlæg per definition opfylder SOP-krav uden at der er obligatoriske målinger af udledningerne fra sådanne anlæg ligesom det gælder for minirensaneanlæg. Analysen viser da også, at de årlige driftsomkostninger til minirensaneanlæg med afsæt i de angivne vurderinger er væsentligt højere end for de andre decentrale løsninger, og denne forskel antages til dels at skyldes det obligatoriske serviceordning.

## 1.1 Nye trends

Der er et generelt paradigmeskift på vej i spildevandssektoren, hvor spildevandssektoren bevæger sig fra "bare" at være slutdestinationen for spildevand til i stedet at blive en energiproducerende sektor med fokus på en bedre ressource- og energiuudnyttelse. Samme trendens er at finde i de decentrale løsninger hvor der ligeledes undersøges muligheder for bedre ressourceudnyttelse.

Med henblik på den cirkulære økonomi er der et øget fokus på forretningsmodeller, der falder i tråd med produkt som en service. Dette kan være modeller, hvor borgeren leaser eller lejer en (mobil) løsning gennem forsyningsselskabet eller hos en privat leverandør, eller hvor forsyningsselskabet udliciterer løsningens etablering og drift til en privat virksomhed.

## 1.2 Læsevejledning

Rapporten er opbygget på følgende måde:

I kapitel 2 introduceres projektet ved at skitsere baggrund samt formål med projektet, foruden en beskrivelse af den overordnede tilgang til projekt og af den anvendte metode.

I kapitel 3 gennemgås de nuværende forhold, med henblik på at give et overblik over hvilke muligheder, udfordringer, forskellige behov og problemstillinger der er, når kommunerne skal tilrettelægge spildevandrensning i det åbne land.

I kapitel 4 præsenteres de forskellige decentrale løsninger inklusiv renskrav, fordele og ulemper samt totaløkonomien dvs. både anlægs- og driftsudgifter ved valg af de forskellige løsninger.

Kapitel 5 præsenteres en sammenligning af de decentrale løsninger og kloakering baseret på den økonomiske analyse.

Rapporten afsluttes med en perspektivering i kapitel 6 som illustrerer nye trends indenfor decentral spildevandsløsning indenfor konceptet cirkulær økonomi, med fokus på ressourceudnyttelse og forskellige nye cirkulære forretningsmodeller.

## 2. Introduktion

### 2.1 Baggrund og formål

I det åbne land kan det være uforholdsmæssigt dyrt at kloakere alle ejendomme, hvorfor spildevandet renses decentralt ved den enkelte ejendom.

I 2014 var der ifølge MST ca. 318.000<sup>1</sup> ejendomme i Danmark som ikke var tilsluttet offentlig kloak.

I løbet af de kommende år skal en række ejendomme i det åbne land forbedre deres spildevandsrensning. Kommunerne er forpligtede til at sørge for en forbedret rensning af spildevandet fra de ejendomme, der er omfattet af krav om indsats jf. vandplaner. Det drejer sig om ca. 46.000 ejendomme – hvoraf en ukendt del allerede har fået påbud<sup>2</sup>. Kommunerne, de berørte borgere og spildevandsselskaberne skal have viden om de løsninger der er til rådighed, så de står med et solidt beslutningsgrundlag, når en forbedret spildevandsrensning i det åbne land skal planlægges og implementeres.

#### **Formål**

Formålet med dette projekt er at analysere, hvor henholdsvis decentral spildevandsrensning og tilslutning til kloak typisk er mest hensigtsmæssig. Projektet har således til formål at afdække hvilke muligheder, udfordringer, forskellige behov og problemstillinger der er, når kommuner skal tilrettelægge spildevandsrensning i det åbne land.

Herudover er formålet at udvikle potentielle forretningsmodeller på området. Der skal således indgå en vurdering af, i hvilke tilfælde det er relevant at etablere henholdsvis decentral rensning for en enkel grundejer, decentral fælles renseløsning for flere grundejere eller alternativt tilslutning til kloak og dermed fælles spildevandsanlæg. Endvidere er der i vandbranchens fælles Vandvision 2015 et ønske om at understøtte forretningsmodeller inden for decentral spildevandsrensning og pege på de bedst rensende og mest omkostningseffektive løsninger.

Samtidigt vil det af projektet fremgå, hvilke krav der er til en decentral renseteknologi i givne situationer, så det er tydeligt for teknologiudviklerne. Her vil både fremgå lovbundne krav, og øvrige relevante aspekter, som med fordel kan indtænkes.

#### **Afgrænsning**

Projektet vil primært fokusere på anlægs- og driftsomkostninger ved forskellige løsninger til rensning af husspildevand i det åbne land. Fordelene ved den enkelte løsning vil ikke på samme måde blive kvantificeret. De vil dog blive beskrevet ligesom en række supplerende parametre til vurdering af løsningerne opstilles. Se evt. Bilag 2 for mere information.

Eventuelle forskelle i administrationsomkostningerne for kommuner og selskaber til de forskellige løsninger vil ikke blive vurderet i dette projekt. Det må antages at såvel kommuner som selskaber søger at opnå stordriftsfordele i deres administration af spildevandsrensningen, og at de mest gængse løsninger i kommunen derved kan have en fordel.

---

<sup>1</sup> MST, <http://MST.dk/vand/vand-i-hverdagen/spildevand/spildevand-uden-for-kloakerede-omraader/>

<sup>2</sup> MST, <http://MST.dk/vand/vand-i-hverdagen/spildevand/spildevand-uden-for-kloakerede-omraader/>

I forhold til anlægs- og driftsomkostninger for de forskellige løsninger vil der primært blive refereret til gennemsnitstal. Der vil dog også være angivet henholdsvis lave og høje vurderinger for derved at illustrere de typiske intervaller for omkostningerne. Flere individuelle forhold kan imidlertid gøre at omkostningerne i enkelte tilfælde er højere eller lavere end de angivne intervaller. Det kan være forhold som f.eks. afstand til anden bebyggelse, anvendelse af ejendommen, kombination med andet anlægsarbejde etc.

Individuelle forhold på enkelte ejendomme eller områder kan i det hele taget have indflydelse på valg af renseløsning. F.eks. kan usikkerhed omkring områders og ejendommens fremtid, ejendommens salgsværdi samt beboernes evne til at betale og evt. passe og vedligeholde anlæggene være medvirkende årsag til at nogle løsninger er mere egnede end andre, selvom deres anlægs- og driftsomkostninger er højere. Sådanne overvejelser omkring risici ift. de individuelle forhold på ejendomme og i områder indgår ikke i dette projekt, og derved vil der ikke blive anvist løsninger på konsekvenserne af deres variation.

### **Lovgivningsmæssig ramme**

Danske kommuner skal på baggrund af miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4<sup>3</sup> og spildevandsbekendtgørelsens kapitel 3<sup>4</sup> tage stilling til, hvordan konkrete indsatser til en forbedret spildevandsrensning i det åbne land skal gennemføres. Kravene til indholdet af kommunernes spildevandsplaner er angivet i spildevandsbekendtgørelsens § 5. Af § 5 fremgår det blandt andet, at kommunen i spildevandsplanen skal forholde sig til kommune- og vandplan samt den økonomiske planlægning og vandløbenes fysiske tilstand. Desuden skal de eksisterende og planlagte rensesforanstaltninger i kommunen beskrives, herunder kloakplande, kloakeringsområder og ejerforhold for de enkelte anlæg. Vigtigt i forhold til spildevandsrensning i det åbne land er det at spildevandsplanen skal angive de områder, hvor kommunalbestyrelsen er indstillet på at tillade direkte tilslutning til offentlig kloak. Lige så vigtigt for spildevandsrensning i det åbne land er det at spildevandsplanen endvidere skal specificere i hvilke områder udenfor kloakeringsområder, der sker rensning til et bestemt renseniveau samt områder hvor der i fremtiden skal ske rensning til et bestemt niveau.

## **2.2 Overordnet tilgang**

Hensigten med projektet har været at bidrage til afdækningen af hvordan der på sigt udvikles nye løsninger og forretningsmodeller til spildevandsrensning i det åbne land. Det er blandt andet sket på baggrund af gennemførelsen af en økonomisk analyse af både eksisterende og potentielle nye løsninger og forretningsmodeller.

Projektet er tillige gennemført med en høj grad af inddragelse af de relevante aktører både i tilvejebringelsen af overblik over de eksisterende løsninger og de største udfordringer samt i genereringen af nye ideer og muligheder. Endvidere er resultaterne af den økonomiske analyse kvalificeret af relevante aktører.

Endelig har NIRAS valgt en tilgang, der tager udgangspunkt i tankegangen om cirkulær økonomi, som en måde at tænke produktion og forbrug på, der er både miljømæssig og kommerciel bæredygtig.

<sup>3</sup> LBK nr 1189 af 27/09/2016 samt LOV nr 132 af 16/02/2016.

<sup>4</sup> BEK nr 726 af 01/06/2016

## 2.3 Metode

Beskrivelsen af den nuværende situation er baseret dels på litteraturstudie og dels ved interview af relevante personer. Endvidere blev der afholdt en workshop som et led i projektet med udvalgte aktører. Denne workshop har tillige bidraget til beskrivelsen af den nuværende situation. Deltagerne på workshoppen var repræsentanter for kommuner, spildevandsselskaber, leverandører, rådgivere og borgere. I Bilag 1: Involvering af interessenter findes en deltagerliste fra workshoppen. Formålet med workshoppen har dels været at bekræfte eksisterende anlægstyper og forretningsmodeller og dels at udvikle løsninger samt identificere konkrete udfordringer for de involverede aktører.

Den økonomiske analyse tager udgangspunkt i en totaløkonomisk metode, hvor de samlede driftsøkonomiske omkostninger ved de forskellige løsninger til spildevandsrensning i det åbne land opgøres. Disse omkostninger er i analysen afgrænset til henholdsvis anlægsomkostningerne ved etablering af løsningerne samt de forventede årlige driftsomkostninger til at drive løsningerne. Den totaløkonomiske analyse suppleres af en skematisk analytisk oversigt over fordelingen af omkostningerne mellem aktørerne.

Dataindsamlingen til den økonomiske analyse er foretaget løbende i projektet og søgt bekræftet og opdateret af deltagerne på udviklingsworkshoppen.

Til den totaløkonomiske analyse af løsningerne er data fra seks vurderinger indsamlet. De seks vurderinger baserer sig på erfaringstal, men da hver enkelt ejendom hvor bedre spildevandsrensning skal implementeres har individuelle karakteristika, der påvirker totaløkonomien i større eller mindre grad, vil de faktiske omkostninger i praksis variere. En totaløkonomisk analysetilgang svarende til den anvendte er i øvrigt tidligere benyttet af Danva i 2005<sup>5</sup> og Orbicon i 2010<sup>6</sup>.

Opgørelserne over løsningernes totaløkonomi er, hvor der er vurderingsgrundlag herfor, suppleret af en række parametre. Parametrene er for hver løsning angivet som 'lav', 'mellem' eller 'høj' ud fra hvordan løsningerne indbyrdes placerer sig. En tilsvarende tilgang i form af opstilling af en række 'vurderingskriterier' er tidligere anvendt i vurderinger af spildevandsløsninger i det åbne land af Danmarks Tekniske Universitet<sup>7</sup> uden at der dog er direkte sammenfald imellem disse vurderingskriterier og parametrene anvendt i denne rapportens senere afsnit. Forretningsmodellerne der anvendes i forbindelse den økonomiske analyse er bekræftet til oftest at være:

- Kontraktligt medlemskab af kloakforsyningen
- Egen renseløsning (for én husstand)
- Spildevandslaug for decentral løsning for flere husstande

Resultaterne af analysen er planlagt til formidling til kommuner og borgere i en særskilt kommunikationsaktivitet, med det mål at skabe et forbedret, opdateret og fælles beslutningsgrundlag hos kommunerne og borgerne.

---

<sup>5</sup> Rensning af spildevand i det åbne land – En oversigt over løsningsmuligheder, Danva, 2005.

<sup>6</sup> Økonomisk sammenligning af renseløsninger i det åbne land i Faxe Kommune, Orbicon, 2010.

<sup>7</sup> Smith, M.; Nielsen, S.B.; Hauger, M.B.; Gabriel, S.; Eilersen, A.M.; Elle, M.; Henze, M.; Hoffmann, B. og Mikkelsen, P.S. (2001): Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - en casestudie om Hillerød kommune. Miljø & Ressourcer DTU og BYG•DTU, Danmarks Tekniske Universitet.

## 2.4 Datagrundlag

I en række publikationer er det igennem årene vurderet hvad de forskellige decentrale løsninger til rensning af spildevand i det åbne land typisk koster. Fælles for de fleste af vurderingerne er, at de angiver et interval for såvel anlægssom driftsomkostningerne. Dette har primært baggrund i, at omkostningerne erfaringsmæssigt varierer ud fra de individuelle forhold på den enkelte ejendom.

I de senere afsnits beregninger af de typiske anlægs- og driftsomkostninger for de decentrale løsninger udgør seks konkrete vurderinger<sup>8</sup> datagrundlaget. De seks vurderinger er valgt, da de indeholder forskellige forudsætninger og derigennem repræsenterer den variation i forholdene på de enkelte ejendomme der refereres til herover. Derudover varierer vurderingerne i forhold til hvilke aktører der har udarbejdet dem: Én af vurderingerne er foretaget af Danmarks Tekniske Universitet, to er udarbejdet af Dansk Vand- og Spildevandsforening, én står Danske Kloakmestre bag, én er Horsens Kommune forfatter til og den sidste er udarbejdet af Hede-Danmark. Dermed skulle der være taget højde for en evt. variation i erfaringerne imellem forskellige aktører.

Intervallerne for omkostningerne for de decentrale løsninger er endvidere søgt bekræftet af videnspersoner fra kommuner, spildevandsselskaber og leverandører af løsninger til spildevandsrensning i det åbne land, der har været inddraget i forarbejdet til analysen – herunder den afholdte workshop. Videnspersonerne er endvidere valgt ud fra en konkret vurdering af deres erfaring med og viden om de enkelte løsninger.

For så vidt angår kloakering af ejendomme i det åbne land baserer de senere afsnits beregninger af anlægs- og driftsomkostningerne til kloakering i det åbne land sig på eksempler fra tre kommuner, Guldborgsund<sup>9</sup>, Helsingør<sup>10</sup> og Aarhus<sup>11</sup>. De tre eksempler er primært valgt ud fra deres geografiske placering i områder af Danmark med lerholdig jordbund. Lerholdig jordbund betyder nemlig typisk at nedsivning ikke er muligt, og at andre løsninger – herunder kloakering – primært vil være relevante. Ud over de tre kommuner er beregningerne af kloakering i det åbne land desuden suppleret med erfaringer fra relevante spildevandsselskaber og rådgivere.

Borgernes omkostninger til kontraktligt medlemskab er baseret på beregninger af det gennemsnitlige tilslutnings- samt vandafledningsbidrag (fast og variabel del) for seks kommuner og spildevandsselskaber<sup>12</sup> i 2016. De seks er som beskrevet ovenfor valgt ud fra deres geografiske placering samt deres inddragelse i forarbejdet til analysen. Forsyningssekretariatet<sup>13</sup> under Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen udarbejder opgørelser over taksterne for de forskellige selskaber. En samlet oversigt over taksterne for 2016 er imidlertid ikke tilgængelig på Forsyningssekretariatets hjemmeside på nuværende tidspunkt, og taksterne for 2016 for de

---

<sup>8</sup> DTU, 2001, Danva, 2002, Hedeselskabet, 2003, Danva, 2005, Danske Kloakmestre, 2016 og Horsens Kommune, 2016.

<sup>9</sup> Guldborgsund Kommune, Spildevandsplan 2014-2020, 11. september 2014, [http://www.guldborgsund.dk/da/Borger/UDVIKLING\\_I\\_KOMMUNEN/Planer/~media/Borger/UDVIKLING\\_I\\_KOMMUNEN/Planer/Spildevandsplan\\_2014\\_2020/Spildevandsplan%202014-2020.ashx](http://www.guldborgsund.dk/da/Borger/UDVIKLING_I_KOMMUNEN/Planer/~media/Borger/UDVIKLING_I_KOMMUNEN/Planer/Spildevandsplan_2014_2020/Spildevandsplan%202014-2020.ashx)

<sup>10</sup> Forsyning Helsingør, Pressemeddelelse d.17. april 2015, <http://www.fh.dk/nyheder/udgifter-kloakering-aabne-land-hoejere-forventet>

<sup>11</sup> Aarhus Kommune, Spildevandsplan 2006-2009, <https://www.aarhus.dk/~media/Dokumenter/Teknik-og-Miljoe/Natur-og-Miljoe/Vand/Spildevand/Spildevandsplan-2010-2012/Andet/Tekst-Aabenland.pdf>

<sup>12</sup> Spildevandstakster for 2016 for Køge Kommune, Solrød Spildevand, Stevns Spildevand, NK forsyning, Aarhus Vand samt Lolland Spildevand.

<sup>13</sup> [www.kfst.dk](http://www.kfst.dk)

nævnte seks kommuner og spildevandsselskaber anses på den baggrund som bedre egnede i beregningerne.

Overordnet set vurderes det beskrevne datagrundlag brugbart i henhold til projektets formål, da en overordnet sammenligning af de forskellige løsninger muliggøres på et sammenligneligt grundlag.

## 3. Nuværende situation

I dette kapitel gennemgås den nuværende situation indenfor spildevandsrensning i det åbne land, og giver således et overblik over hvilke muligheder, udfordringer, forskellige behov og problemstillinger der er, når spildevandsrensningen i det åbne land skal tilrettelægges.

### 3.1 Eksisterende lovgrundlag

#### *EU og dansk lovramme*

EU's vandrammedirektiv<sup>14</sup> fastlægger rammerne for beskyttelse af vandløb, søer, kystvand og grundvand i alle EU-lande. Direktivet som blev implementeret i 2010 i Danmark fastsætter en række miljømål og opstiller overordnede rammer for planlægning og gennemførelse af tiltag og overvågning af vandmiljøet, herunder at der skal udarbejdes vandområdeplaner. Lov om vandplanlægning<sup>15</sup> er den juridiske ramme for vandplanlægningen fra 2015.

Danske kommuner skal på baggrund af miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4<sup>16</sup> og spildevandsbekendtgørelsens kapitel 3<sup>17</sup> tage stilling til, hvordan konkrete indsatser til en forbedret spildevandsrensning i det åbne land skal gennemføres og formulere dette i en decideret spildevandsplan. Kravene til indholdet af kommunernes spildevandsplaner er angivet i spildevandsbekendtgørelsens § 5.

Den enkelte ejendoms påvirkning af vandmiljøet afhænger primært af rensningen af ejendommens spildevand. Med lov nr. 325 af 14. maj 1997 om ændring af miljøbeskyttelsesloven (spildevandsrensning i det åbne land m.v.) blev det vedtaget, at spildevandsrensningen for ejendomme skulle forbedres i de tilfælde, hvor udledningerne fra ejendomme var medvirkende årsag til forurening af vandløb og søer. I den forbindelse blev der udpeget yderligere områder til forbedret spildevandsrensning. I disse områder er det således pålagt ejere af ejendomme, som udleder spildevand direkte til vandmiljøet i de pågældende områder, og som kun har en septiktank eller lignende, at etablere forbedrede renseløsninger.

#### *Renseklasser*

Når spildevandsplanen er godkendt af kommunalbestyrelsen, skal kommunen give påbud til ejere af ejendomme, som ikke overholder renskravene i spildevandsplanen om at forbedre rensningen af ejendommens spildevand. Forud for påbuddet skal kommunen, i øvrigt jf. miljøbeskyttelseslovens § 75<sup>18</sup>, fremsende et varsel, så ejeren af ejendommen har mulighed for at reagere inden påbuddets udstedelse. Spildevandet fra de omhandlede ejendomme skal renses i overensstemmelse med den rensklasse, der er fastlagt for det enkelte opland. Krav til udledning af næringsstoffer og organisk stof, under de enkelte rensklasser fremgår af Tabel 1.

---

<sup>14</sup>Direktiv nr. 2000/60/EF af 23/10/2000

<sup>15</sup>LOV nr. 1606 af 26/12/2013 om vandplanlægning

<sup>16</sup> LOV nr. 132 af 16/02/2016.

<sup>17</sup> BEK nr 726 af 01/06/2016

<sup>18</sup> LBK nr. 1317 af 19/11/2015

**Tabel 1 Renseklasser og udleder krav**

Renseklasser	BI <sub>5</sub> (mod.) (mg/l)	Eller (mg/l)	COD (mg/l)	NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	Total P (mg/l)
SOP	10	75		5	1,5
SO	10	75		5	
OP	30	125			1,5
O	30	125			

O: Reduktion af organisk stof.

SO: Skærpet krav til reduktion af organisk stof samt nitrifikation.

P: Reduktion af fosfor.

BI<sub>5</sub> (mod.): Modifieret BI<sub>5</sub> analyse, hvor nitrifikation forhindres. [BI<sub>5</sub> analysen angiver det biologiske iltforbrug i 5 døgn.]

COD: Organisk Stof. Kan benyttes alternativt til BI<sub>5</sub>.

[NH<sub>3</sub>: Ammoniak]

[NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: Ammonium]

[Total P: Fosfor-indhold]

Kilde: spildevandsbekendtgørelsen bilag 3

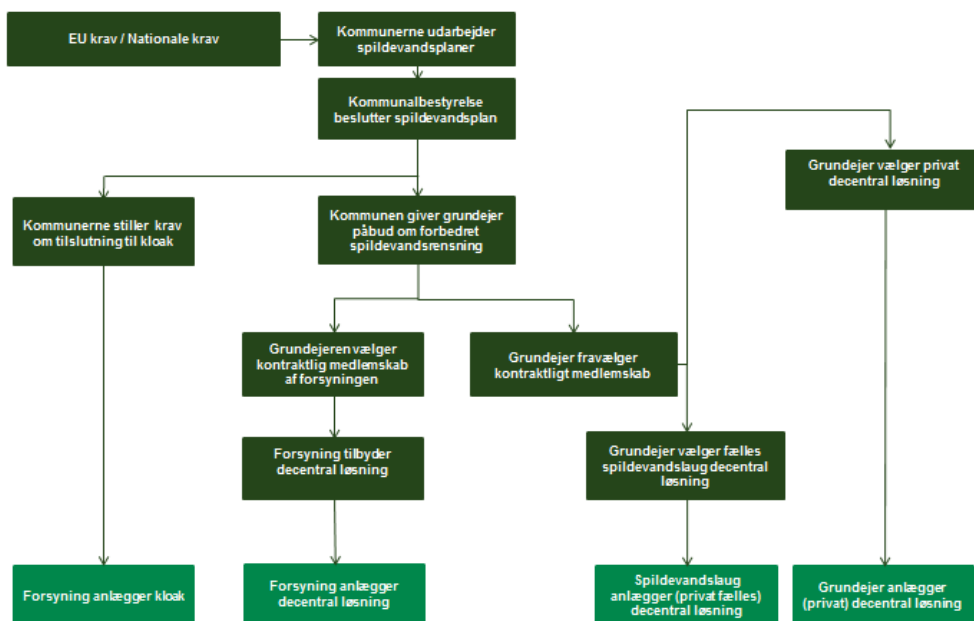
### 3.2 Beslutningsprocessen

Baseret på de juridiske rammer er beslutningsprocessen i dag som skitseret i Figur 1. Denne beslutningsproces tager udgangspunkt i krav og rammer herunder det omtalte EU vandrammedirektiv samt miljøbeskyttelsesloven der stiller kravet om at kommunerne skal udarbejde de ovennævnte spildevandsplaner. Spildevandsplanerne udpeger de områder hvor ejendomme påtænkes kloakeret og derved tilsluttet den fælles spildevandsrensning, og ligeledes udpeger spildevandsplanen områder hvor der skal udstedes påbud om forbedret rensning. Endvidere angiver spildevandsplanerne ofte et kort over hvilke renskrav der stilles i de forskellige områder i kommunen.

Hvis en kommune meddeler påbud om forbedret rensning til ejere af helårsboliger, der alene udleder husspildevand, skal påbuddet endvidere indeholde et tilbud om kontraktligt medlemskab af spildevandsselskabet. Dvs. at grundejeren således har mulighed for at vælge eller fravælge kontraktligt medlemskab.

Vælger ejeren af ejendommen kontraktligt medlemskab indebærer dette, at spildevandsselskabet (forsyningen) etablerer, driver og vedligeholder en decentral løsning til rensning af ejendommens spildevand. Til gengæld betaler ejeren af ejendommen et standardtilslutningsbidrag og løbende vandafledningsbidrag.

Hvis ejeren af ejendommen afslår kommunens tilbud om kontraktligt medlemskab, vil vedkommende selv være ansvarlig for at der udarbejdes et projektforslag for en tilstrækkelig spildevandsrenseløsning. Den ønskede løsning skal mindst opfylde spildevandsbekendtgørelsens krav til rensklasser, og ejeren er selv ansvarlig for den konkrete projektering, finansiering, etablering og drift af anlægget. Se i øvrigt senere afsnit som uddyber overvejelserne i forbindelse med beslutningen om valg af decentral løsning.



Figur 1 Beslutningsproces ifm. spildevandsrensning i det åbne land.

Ved fravalg af kontraktligt medlemskab kan ejeren af ejendommen evt. have mulighed for at indgå i en delt løsning, hvor flere grundejere i det lokale område går sammen om at etablere et spildevandslaug eller spildevandsselskab.

Afhængigt af forretningsmodel (egen privat løsning, kontraktligt medlemskab eller spildevandslaug) vil såvel anlægs- som driftsomkostningerne fordeles forskelligt. I 'Bilag 2: Økonomisk analyse' findes en skematisk oversigt for hver af de tre forretningsmodeller, der angiver hvem betalingen sker fra ('Fra') og til hvem ('Til').

### 3.3 Omkostninger ved koakering og kontraktligt medlemskab

#### *Omkostninger ved kloakering*

Det er som tidligere nævnt kommunalbestyrelsen der vedtager spildevandsplanen for kommunen og det er naturligvis i kommunalbestyrelsens interesse, at spildevandsplanen efterfølgende i praksis kan implementeres. Dette fordrer en løbende dialog med det relevante spildevandsselskab, som skal stå for implementeringen af planen, blandt andet i forhold til fastsættelse af anlægs- og driftsbudgetter til en evt. kloakering i det åbne land.

#### *Anlægsomkostninger*

Erfaringer med kloakering i det åbne land fra kommuner, spildevandsselskaber og rådgivere indikerer at spildevandsselskabernes anlægsomkostninger til kloakering i det åbne land – i nogle tilfælde tryksat – typisk ligger imellem DKK 75.000-125.000/ejendom ekskl. moms angivet i 2016-priser. Der er dog også eksempler på projekter, hvor anlægsomkostningen har vist sig at være større, og grundene hertil kan variere. For eksempel kan der i nogle tilfælde ligge politiske beslutninger bag valget at kloakere i stedet for etablering af decentrale løsninger på trods af at det måske ikke er det økonomisk mest attraktive.

Ud over spildevandsselskabet har ejerne af ejendommene omkostninger i forbindelse med at deres ejendomme kloakeres. Først og fremmest skal de betale tilslutningsbidrag, ligesom de skal ved kontraktligt medlemskab. Derudover vil de typisk have yderligere omkostninger til at føre ledninger på egen grund frem til det af spildevandsselskabet etablerede stik udenfor ma-

triklen samt til bortledning af regnvand. Størrelsen af disse omkostninger vil variere og ifølge en opgørelse af Naturstyrelsen, nu MST, fra 2012<sup>19</sup> typisk være imellem 15-45.000 kr. Dette svarer i 2016-priser til 15.743-47.228 kr. Indenfor dette interval ligger også lignende vurderinger af DTU fra 2001<sup>20</sup> og af Danva fra 2005<sup>21</sup>. Se i øvrigt Bilag 2: Økonomisk analyse for flere oplysninger om anlægsomkostninger ved kloakering.

### *Driftsomkostninger*

For så vidt angår omkostninger til drift og vedligeholdelse af kloakering i det åbne land varierer disse bl.a. med spildevandsselskabets strategi. Erfaringer med kloakering i det åbne land fra forsyninger indikerer årlige driftsomkostninger imellem DKK 1.000-2.000/ejendom ekskl. moms, altså DKK 1.250-2.500/ejendom inkl. moms, men der synes at være større variation i disse omkostninger f.eks. afhængigt af den implementerede vedligeholdelsesstrategi for pumper mv. Det er i øvrigt ikke helt klart hvorvidt, i hvilket omfang og hvordan driftsomkostningerne til vedligeholdelse af kloakering i det åbne land fordeles på enkelte ejendomme. Det vil være afgørende for totaløkonomien, hvordan omkostningerne fordeles. Vil det f.eks. være i forhold til mængden af spildevand fra den enkelte ejendom, længden af stik og ledninger til ejendommen, antal og effekt af pumper i forbindelse med ejendommens spildevand, eller en kombination af flere fordelingsnøgler? Se i øvrigt Bilag 2: Økonomisk analyse for flere oplysninger om anlægsomkostninger ved kloakering.

#### **Spildevandsrensning i Guldborgsund Kommune**

Guldborgsund Forsyning og kommunen har ved hjælp af spildevandsplanen<sup>22</sup> siden 2010 arbejdet hen imod forbedret spildevandsrensning i blandt andet kommunens åbne land. I perioden 2010-14 er en del ejendomme blevet kloakeret; primært ved hjælp af tryksat kloakering og i spildevandsplanen for 2014-2020 angives en skønnet enhedspris på DKK 87.000 pr. ejendom ekskl. moms i 2013-priser. Det svarer til knapt DKK 90.000 ekskl. moms i 2016-priser eller cirka DKK 112.000 inkl. moms.

Guldborgsund Forsyning modtager i 2016 omkring DKK 36.000 i tilslutningsbidrag per ejendom der tilsluttes den fælles spildevandsrensning og herefter cirka DKK 45/m<sup>3</sup> i vandafledningsafgift. Anlægsomkostningen for forsyningen vil skønsmæssigt altså være ca. DKK 54.000 netto i 2016-priser. Herudover kommer administrationsomkostninger for kommune og forsyningsselskab i forbindelse med etableringen af stik eller pumpestationer til de enkelte ejendomme.

Driftsomkostningerne til den tryksatte kloakering udgøres af pumpestationernes elforbrug, men en endnu større omkostning kan være udskiftning og vedligehold af pumpestationerne. For at kunne opgøre disse omkostninger kræves flere års drift, da de første år kan være præget af opstartsvanskeligheder og justeringer.

<sup>19</sup> Undersøgelse af hjælpemuligheder for grundejere ved spildevandsrensning i det åbne land, Naturstyrelsen, 2012

<sup>20</sup> Smith, M.; Nielsen, S.B.; Hauger, M.B.; Gabriel, S.; Eilersen, A.M.; Elle, M.; Henze, M.; Hoffmann, B. og Mikkelsen, P.S. (2001): Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - en casestudie om Hillerød kommune. Miljø & Ressourcer DTU og BYG•DTU, Danmarks Tekniske Universitet.

<sup>21</sup> Rensning af spildevand i det åbne land – En oversigt over løsningsmuligheder, Danva, 2005.

<sup>22</sup> Guldborgssund Kommune, Spildevandsplan 2014-2020, 11. september 2014, [http://www.guldborgsund.dk/da/Borger/UDVIKLING\\_I\\_KOMMUNEN/Planer/~media/Borger/UDVIKLING\\_I\\_KOMMUNEN/Planer/Spildevandsplan\\_2014\\_2020/Spildevandsplan%202014-2020.ashx](http://www.guldborgsund.dk/da/Borger/UDVIKLING_I_KOMMUNEN/Planer/~media/Borger/UDVIKLING_I_KOMMUNEN/Planer/Spildevandsplan_2014_2020/Spildevandsplan%202014-2020.ashx)

### **Kloakering i det åbne land omkring Helsingør**

Et eksempel på et kloakeringsprojekt i det åbne land, hvor anlægsomkostningerne blev vurderet højere end forventet fra starten, er fra Forsyning Helsingør. Her satte man i april 2015 en igangværende kloakering af 124 ejendomme i det åbne land i Bøtterup, Plejelt, Havreholm, Tinkerup og Skovhuse<sup>23</sup> i bero. Dette skete på baggrund af reviderede vurderinger af anlægsomkostningerne, der ikke længere var DKK 120.000/ejendom men henimod det dobbelte og i enkelte tilfælde op imod DKK 290.000/ejendom. Baggrunden for de reviderede vurderinger er ikke nærmere angivet men resultatet blev at byrådet i Helsingør Kommune den 25. januar 2016 godkendte indstillingen om i den gældende spildevandsplan at ændre status for de seks områder fra "planlagt kloakeret" til "åbent land"<sup>24</sup>.

### *Typiske omkostninger ved kontraktligt medlemskab*

Når ejeren af en helårsbolig fra kommunalbestyrelsen modtager påbud om at forbedre spildevandsrensningen, skal påbuddet ifølge bekendtgørelse af lov om betalingsregler for spildevandsforsyningsselskaber § 7 a<sup>25</sup> følges af et tilbud om kontraktligt medlemskab af spildevandsselskabet. Vælger ejeren af ejendommen at tage imod tilbuddet, står selskabet for anlæg og drift af en passende løsning. Ejeren af ejendommen skal til gengæld betale et engangsbetøb i form af standardtilslutningsbidrag samt løbende i årene fremover betale vandafledningsbidrag. Herudover skal ejeren af ejendommen selv afholde omkostninger på egen grund, f.eks. til evt. røromlægning og etablering af bundfældningstank, samt de løbende omkostninger til vedligeholdelse og drift af bundfældningstanken samt evt. el til anlægget. Tømning af bundfældningstanken – typisk én gang om året – står spildevandsselskabet for.

På baggrund af ovenstående vil ejeren af ejendommen som minimum skulle betale tilslutningsbidraget ved indgåelsen af det kontraktlige medlemskab. Dette er under forudsætning af, at der er en fungerende bundfældningstank på ejendommen og at omlægning af ledninger og rør på ejendommen ikke er nødvendigt. Tilsvarende vil ejeren af ejendommen maksimalt skulle betale såvel tilslutningsbidrag som etablering af bundfældningstank og omlægning af rør på ejendommen, tilsammen i størrelsesordenen af 70.000 (inkl. moms). For yderligere baggrund for værdierne angivet se Bilag 2: Økonomisk analyse.

## **3.4 Overblik over eksisterende decentrale løsninger**

Der findes i dag en række forskellige decentrale løsninger til rensning af spildevand i det åbne land. Tabel 2 viser de forskellige anlægstyper, forhold omkring udledningen fra anlæggene samt muligt rensningsniveau.

<sup>23</sup> Forsyning Helsingør, Pressemeldelse d.17. april 2015, <http://www.fh.dk/nyheder/udgifter-kloakering-aabne-land-hoejere-forventet>

<sup>24</sup> Helsingør Kommune, referat fra møde i byrådet d.25. januar 2016.

<sup>25</sup> LBK nr 633 af 07/06/2010

Tabel 2 Oversigt over forskellige decentrale anlægstyper.

Decentral anlægstype	Udledning	Muligt rensningsniveau
Samletank	Ingen	SOP
Pileanlæg (uden nedsivning)	Ingen	SOP
Nedsivningsanlæg	Nedsivning	SOP
Nedsivning med sandmile	Nedsivning	SOP
Pileanlæg (med nedsivning)	Nedsivning	SOP
Beplantet filteranlæg	Recipient	SO (evt. SOP)
Biologisk sandfilter med membran	Recipient (må ikke løbe i sø)	SO (evt. SOP)
Minirensanlæg	Recipient	SOP

SO: ammoniak og organisk stof; SOP: ammoniak, organisk stof og fosfor (bilag 3 i spildevandsbekendtgørelsen, BEK nr 153 af 25/02/2016).

### 3.5 Forhold der er afgørende for valg af løsning

Der er en række forhold som har betydning for såvel kommunerne som borgerne i valget af løsninger til forbedret spildevandsrensning i det åbne land.

Når ejeren af en ejendom står overfor et påbud om forbedret spildevandsrensning vælger de ofte den løsning som minimerer deres forventede omkostninger til den krævede forbedrede rensning. Da nedsivningsanlæg typisk har de laveste anlægsomkostninger, vælges den ofte såfremt det er muligt i området.

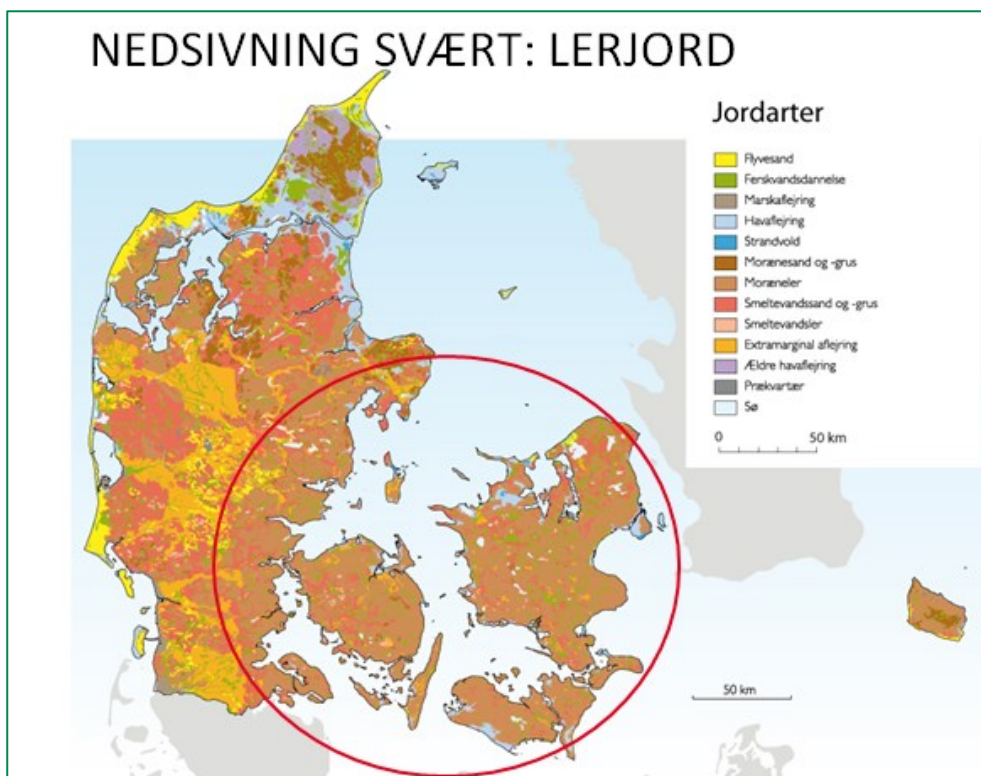
Det er således afgørende for nedsivning at dette overhovedet er muligt. Ned-sivning vanskelig eller umuliggøres under følgende betingelser:

- Lerjord
- Høj grundvandsstand
- Tæt på drikkevandsressourcer

Da de geologiske betingelser for nedsivning er vanskelige i det sydøstlige Danmark, vil det her typisk være andre løsninger der skal løse udfordringerne.

Figur 2 viser et kort over Danmark med de forskellige jordbundsforhold, med en angivelse af hvor nedsivning er vanskeligt på grund af lerjord.

Figur 2 Nedsivning og geologiske forhold

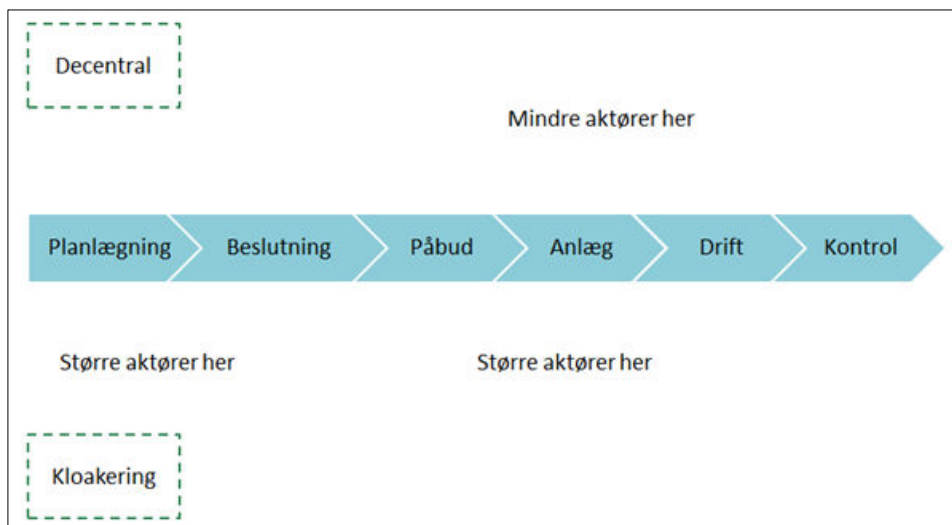


Foruden de geologiske forhold kan også forhold som befolkningstæthed, befolkningens udvikling samt priser på boliger i området have betydning for valg af løsning. Som eksempel vil man i områder med lav befolkningstæthed i nogle tilfælde have størst fordel af at etablere decentrale spildevandsrenseløsninger, da kloakering af ejendomme med et begrænset befolkningsgrundlag kan vise sig bekosteligt. Hvis der samtidig eller ydermere er forventning om markante fald i indbyggerantallet, bør der evt. fokuseres på løsninger af mere midlertidig og fleksibel karakter evt. samletanke, der over en kortere tidsperiode kan vise sig mest omkostningseffektive. De handlede priser på ejendomme i området kan også spille ind: Handles ejendommene til priser der set i forhold til omkostningerne til anlæg og drift af forbedret spildevandsrensning er lave, kan det bl.a. betyde udfordringer ift. finansiering for de der modtager påbud om forbedret spildevandsrensning. Endvidere kan forsyningsselskabets økonomi og økonomiske robusthed også have betydning for hvilke løsninger, der reelt er en mulighed på såvel kort som lidt længere sigt.

#### *Forskellige aktørers involvering i processen*

Under selve beslutningsprocessen, fra spildevandsplanlægning, påbud og selve anlægget og driften er der en række forskellige aktører som kan have indflydelse på hvilke valg der bliver truffet af kommunerne i deres spildevandsplanlægning. Ofte er det større rådgivere som rådgiver kommunerne i deres spildevandsplanlægning mens de mindre og mere specialiserede rådgivere først kommer ind senere i processen. Dette forhold er skitseret i Figur 3.

Figur 3 Aktører i processen fra planlægning til kontrol



### 3.6 generelle problemstillinger

En række problemstillinger gør sig i dag gældende i forhold til såvel beslutningsproces som de enkelte decentrale anlægstyper og forretningsmodeller.

For de eksisterende anlæg er der nogle fysiske udfordringer, hvor f.eks. pileanlæg kræver relativt store arealer ligesom vedligeholdelsen for nogle ejere kan forekomme vanskelig. For andre typer af anlæg er der krav til afstand samt krav til geologiske forhold (lerjord, grundvand og drikkevandsforhold). For nogle anlæg såsom biologiske sandfiltre kan der være udfordringer med anlæggenes mulighed for at opfylde renskravene, mens omkostningerne til drift og vedligeholdelse af minirensanlæg kan være større end for andre anlægstyper.

Med hensyn til de eksisterende forretningsmodeller er der blandt de i projektet involverede aktører et ønske om bedre udbredelse af generel viden om etableringen af private fællesejede spildevandsanlæg (spildevandslaug). Endvidere var der et generelt ønske om en øget videndeling – især mellem de offentlige og private aktører. Herudover har det været nævnt at de forskellige typer af aktører og deres indflydelse undervejs i processen spiller en rolle i valg af løsning.

Endeligt synes der generelt at være et ønske om at få afdækket hvordan tankegangen fra cirkulær økonomi og dens fokus på optimal anvendelse af ressourcerne, kan tages i betragtning, når nye og bedre løsninger skal identificeres.

Det kan således konkluderes at der er behov for:

- flere økonomisk rentable, fleksible og praktisk anvendelige decentrale løsninger;
- adgang til flere forretningsmodeller (ejerskabsformer)
- opdateret viden og løbende vidensdeling samt 360 graders inddragelse af interessenterne i planlægningen af spildevandsrensningen i det åbne land
- inddragelse af tankegangen fra cirkulær økonomi i planlægningen

## 4. Præsentation af løsninger

Dette kapitel indeholder en gennemgang af seks forskellige decentrale renseløsninger og hvilke renskrav de opfylder, krav om særlige jordbundsforhold, fordele og ulemper ved de forskellige løsninger samt intervaller for løsningernes typiske anlægs- og driftsomkostninger, der er baseret på seks forskellige vurderinger af disse<sup>26</sup>. Anlægs- og driftsomkostningerne er angivet inklusiv moms, hvilket er de omkostninger ejere af ejendomme i det åbne land typisk skal forholde sig til.

De seks renseløsninger, der er med i gennemgangen, er der retningslinjer og vejledninger for udarbejdet af Miljøstyrelsen, f.eks. 'Vejledning for nedsivningsanlæg op til 30 PE'. I gennemgangen af løsningerne forudsættes det at etableringen sker efter disse vejledninger, da det for det meste er tilfældet. Herudover forudsættes det at løsningerne anlægges af en autoriseret kloakmester.

De løsninger som er gennemgået er:

Decentral anlægstype	Udledning
Samletank	Ingen
Pileanlæg (uden nedsivning)	Ingen
Nedsivningsanlæg	Nedsivning
Nedsivning med sandmile	Nedsivning
Pileanlæg (med nedsivning)	Nedsivning
Beplantet filteranlæg	Recipient
Biologisk sandfilter med membran	Recipient (må ikke løbe i sø)
Minirensanlæg	Recipient

### 4.1 Samletank

En samletank er et lukket system, hvor spildevandet fra husstanden opsamles, og derved ikke udledes til naturen. Tanken skal tømmes og det opsamlede spildevand skal renses på et fælles spildevandsanlæg.

Nedenstående figur viser en illustration af en samletank. Samletanken skal være typegodkendt. Tanken og tilhørende ledninger skal i øvrigt som de øvrige løsninger etableres af en autoriseret kloakmester.

<sup>26</sup> Se evt. Bilag 2: Økonomisk analyse for yderligere detaljer om de seks vurderinger.

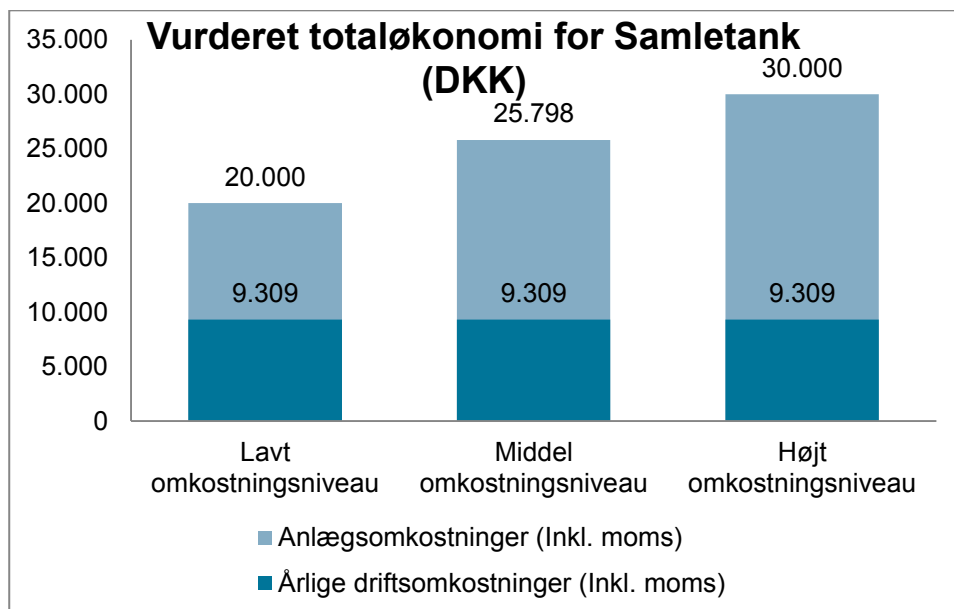
Figur 4 Illustration af en samletank



Kilde: Hillerød Kommune

NIRAS har på baggrund af de anvendte vurderinger af omkostningerne ved etablering og drift af samletanke opgjort de typiske intervaller for henholdsvis anlægs- og driftsomkostninger. De årlige driftsomkostninger for samletanken afhænger primært af hvor ofte samletanken skal tømmes for det opsamlede spildevand. Mængden af opsamlet spildevand vil selvsagt variere med ejendommens vandforbrug, men det er herunder angivet til ét fast niveau for alle tre scenarier, henholdsvis 'lavt', 'middel' og 'højt'. Det angivne niveau på 9.309 kr./år er angivet for tømning af en 6 m<sup>3</sup> samletank for 100 m<sup>3</sup> spildevand i alt, det vil sige i minimum sytten tømninger på et år.

Figur 5 Totaløkonomi for samletank



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

I nedenstående tabel præsenteres fordele og ulemper ved en samletank. Disse fordele og ulemper er baseret på blandt andet information indsamlet på udviklingsworkshoppen, efterfølgende dialog med udvalgte deltagere samt ved brug af kvalitativ analyse af de forskellige løs-

ninger ved brug af en række parametre (se i øvrigt Bilag 2: Økonomisk analyse).

Fordele	Ulemper
Lever op til alle rensklasser	Skal tømmes jævnligt afhængigt af ejendommens vandforbrug
Ingen særlige krav til jordbundsforhold	Dyr i drift ved jævnlig tømning
Let at passe	

## 4.2 Pileanlæg

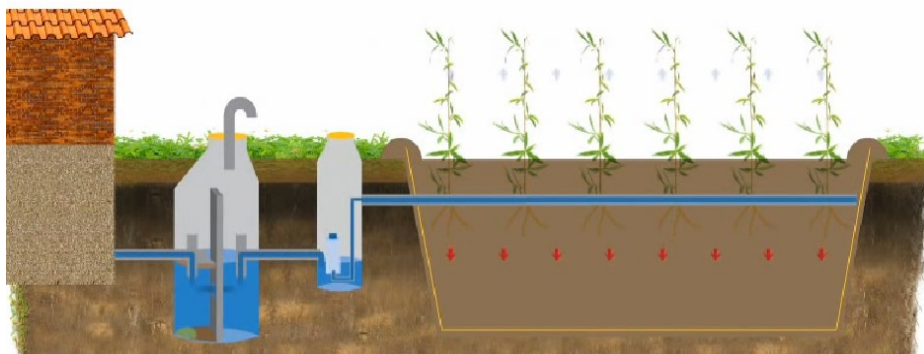
Pileanlæg etableres både som lukkede anlæg med en plast membran i bunden og derved uden nedsivning samt uden membran og derfor med nedsivning. Oven på anlægget plantes pil, som optager spildevandets næringsstoffer, mens mikroorganismer i jorden nedbryder de resterende forurenende stoffer.

Figuren herunder viser en illustration af et pileanlæg med membran.

Spildevandet pumpes fra bundfældningstanken ud i fordelerrør, der er nedgravet i anlægget. Bundfældningstanken har til formål at tilbageholde faste affaldsstoffer i spildevandet, såsom papir, fedt og slam. Herudover renses den spildevandet for en del af det organiske stof inden spildevandet ledes videre til yderligere rensning i f.eks. et pileanlæg.

Ved etablering af pileanlæg i landzone skal der ofte indhentes landzonetilladelse hos kommunen. Anlægget kræver endvidere typisk etablering af en godkendt bundfældningstank. Det er dog op til kommunen at kræve det i sin tilladelse til ejeren af ejendommen: Såfremt det i tilstrækkelig grad kan dokumenteres at anlægget kan fungere uden en bundfældningstank, kan kommunen give tilladelse til et pileanlæg uden.

Figur 6 Illustration af et pileanlæg med membran



Kilde: Holbæk Kommune

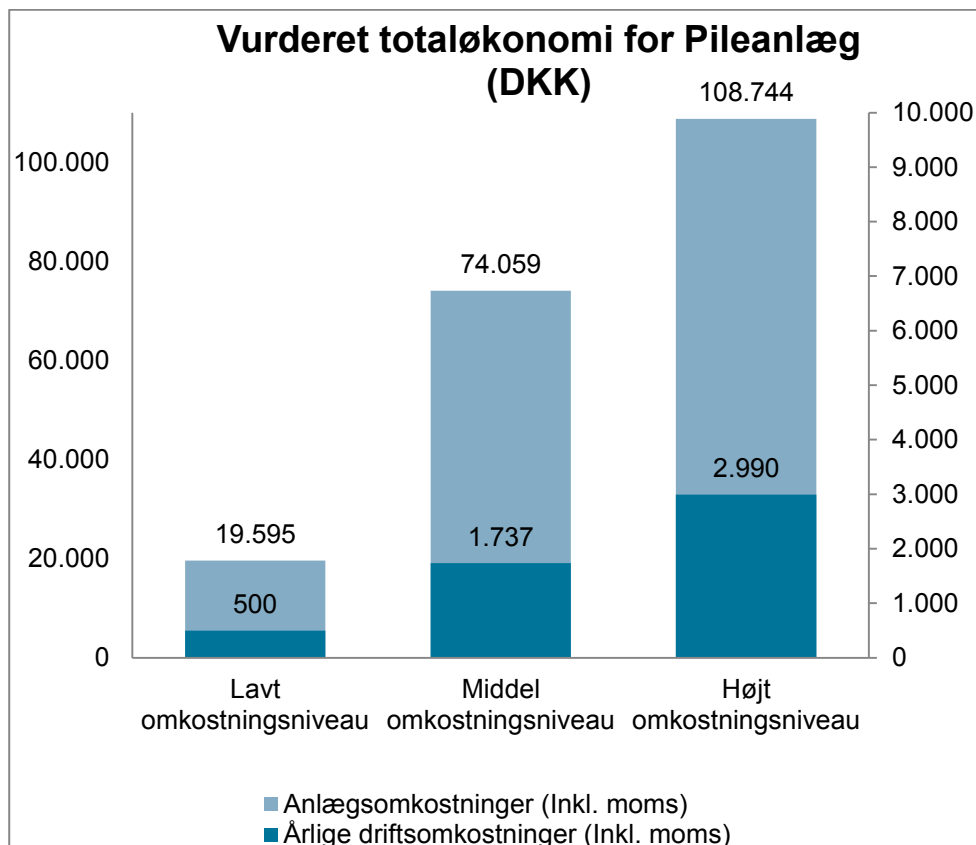
Ved etablering af et pileanlæg uden membran, stilles samme krav til et åbent pileanlæg som til et nedsivningsanlæg (se i øvrigt 4.3 Nedsivning).

Med udgangspunkt i de anvendte vurderinger af omkostningerne ved etablering og drift af pileanlæg har NIRAS opgjort de typiske intervaller for henholdsvis anlægs- og driftsomkostninger. Såvel anlægsomkostningerne som de årlige driftsomkostninger varierer en del for pileanlæggene. For så vidt angår anlægsomkostningerne varierer de blandt andet i forhold til anlæggenes størrelse, men også geografisk kan der være forskelle på anlæg af samme størrelse. Herudover spiller adgangsforhold for maskiner en rolle samt evt. omkostninger til retablering af opbrudte belægninger, plæner, veje og lignende. Ved sløjfning af pileanlægget af-

hænger jordens videre anvendelse og håndtering af indholdet af bl.a. metaller. Dette gælder i øvrigt også ved sløjfning af beplantet filteranlæg, biologisk sandfilter og nedsivningsanlæg.

Der foregår i dag udvikling af pileanlæg, herunder et MUDP<sup>27</sup> projekt med afprøvning af tre forskellige måder til fordeling af ubundfældet spildevand i pilerensningsanlæg.

Figur 7 Totaløkonomi for pileanlæg



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

I nedenstående tabel præsenteres fordele og ulemper ved pileanlæg. Disse fordele og ulemper er baseret på blandt andet information indsamlet på udviklingsworkshoppen, efterfølgende dialog med udvalgte deltagere samt ved brug af kvalitativ analyse af de forskellige løsninger ved brug af en række parametre (se i øvrigt Bilag 2: Økonomisk analyse).

Fordele	Ulemper
Lever op til alle rensklasser (O, SO, OP og SOP)	Kræver forholdsmæssigt meget plads
Ikke afhængig af jordbundsforhold.	Pilene skal beskæres med faste mellemrum for at sikre at pilenes fortsatte vækst.

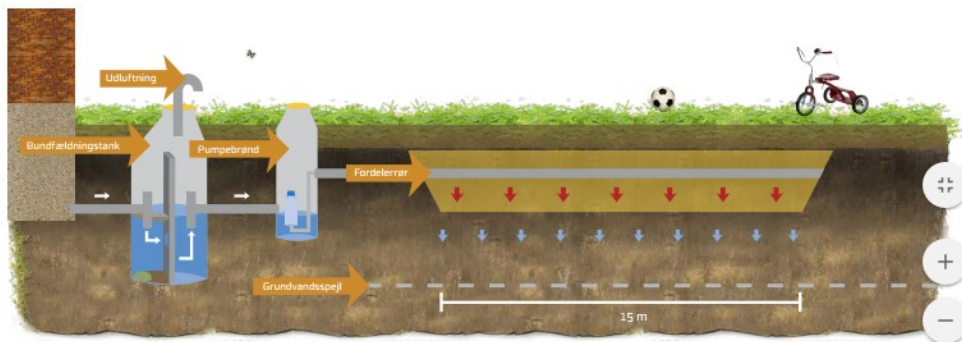
### 4.3 Nedsivning

I et nedsivningsanlæg bortskaffes spildevandet ved at vandet siver ned gennem jordlagene til grundvandet. I den øvre del af jorden nedbrydes eller bindes hovedparten af spildevandets forurenende stoffer. Figuren viser en illustration af et nedsivningsanlæg.

<sup>27</sup> MUDP er Miljø- og Fødevarerministeriets Miljøteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram. For yderligere informationer om programmet se evt. <http://ecoinnovation.dk/>.

Anlægget består ofte af en bundfældningstank, hvor vandet passerer igennem inden det ledes til en pumpebrønd og fordelerrør. Vandet ledes fra fordelerrørene ud i jorden og siver ned gennem jordlagene.

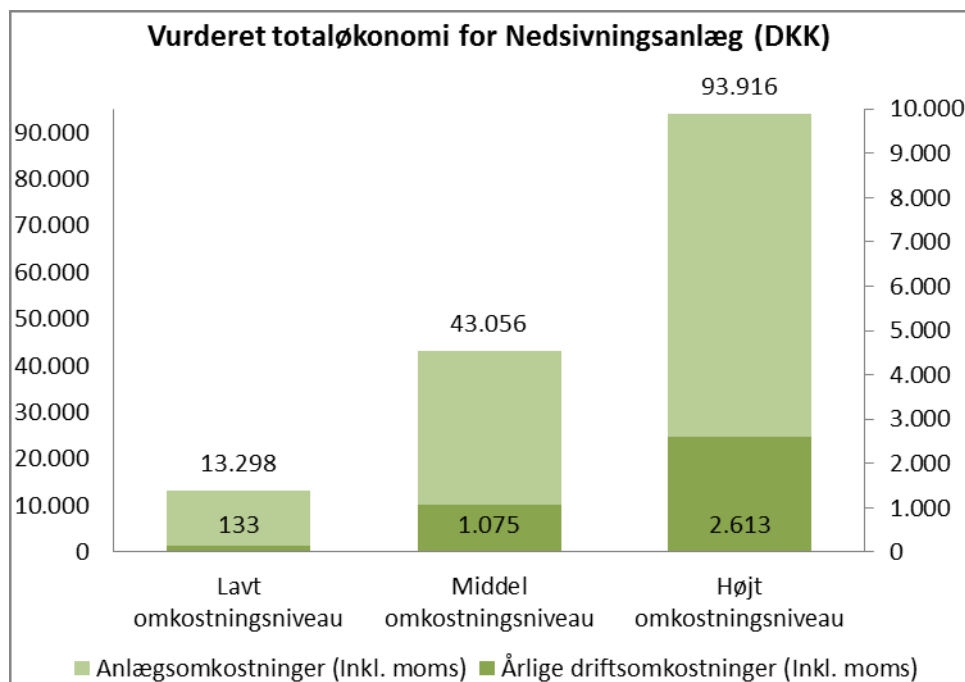
Figur 8 Illustration af et nedsivningsanlæg



Kilde: Holbæk Kommune

Ud fra de anvendte vurderinger af omkostningerne ved etablering og drift af nedsivningsanlæg har NIRAS opgjort de typiske intervaller for henholdsvis anlægs- og driftsomkostninger. Nedsivningsanlæg er typisk en relativt billig løsning såvel anlægs- som driftsøkonomisk. Driftsøkonomien kan dog blive forværret, hvis fordelerrørene med jævne mellemrum stopper til og skal spules eller etableres på ny. Fordelerrørene er særligt udsatte for at stoppe til, hvis bundfældningstanken ikke tømmes rettidigt og faste bestanddele fra spildevandet føres med over i fordelerrørene. Tilstopning kan også ske ved udefra kommende påvirkninger, såsom indtrængende rødder o.l.

Figur 9 Totaløkonomi for nedsivningsanlæg



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

I nedenstående tabel præsenteres fordele og ulemper ved nedsivning. Disse fordele og ulemper er baseret på blandt andet information indsamlet på udviklingsworkshopen, efterfølgende

dialog med udvalgte deltagere samt ved brug af kvalitativ analyse af de forskellige løsninger ved brug af en række parametre (se i øvrigt Bilag 2: Økonomisk analyse).

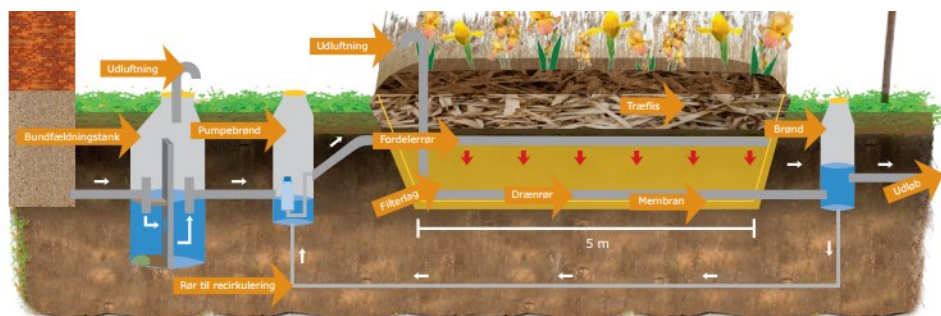
Fordele	Ulemper
Lever op til alle rensklasser (O, SO, OP og SOP)	Kræver særlige jordbundsforhold (ikke velegnet i tung lerjord)
En nem, enkel og ofte billig løsning	Afstandskrav til grundvandsspejl (helst 2,5 m – dog min 1 m)

## 4.4 Beplantet filteranlæg

Dette anlæg er mindre og mere kompakt end et pileanlæg.

Spildevandet pumpes typisk fra en bundfældningstank til anlægget, der er foret med en plastik membran og fyldt med filtersand. Spildevandet renses i filtermaterialet, hvor det i bunden opsamles i et dræn. Det løber igennem filtermaterialet to gange inden det udledes til f.eks. et vandløb, en sø, en fjord/havområde eller til nedsivning. Anlægget behøver ofte en godkendt bundfældningstank, men det beror ligesom for de andre anlægstyper på en konkret vurdering af ansøgningen fra kommunens side. Figuren herunder illustrerer opbygningen af et beplantet filteranlæg.

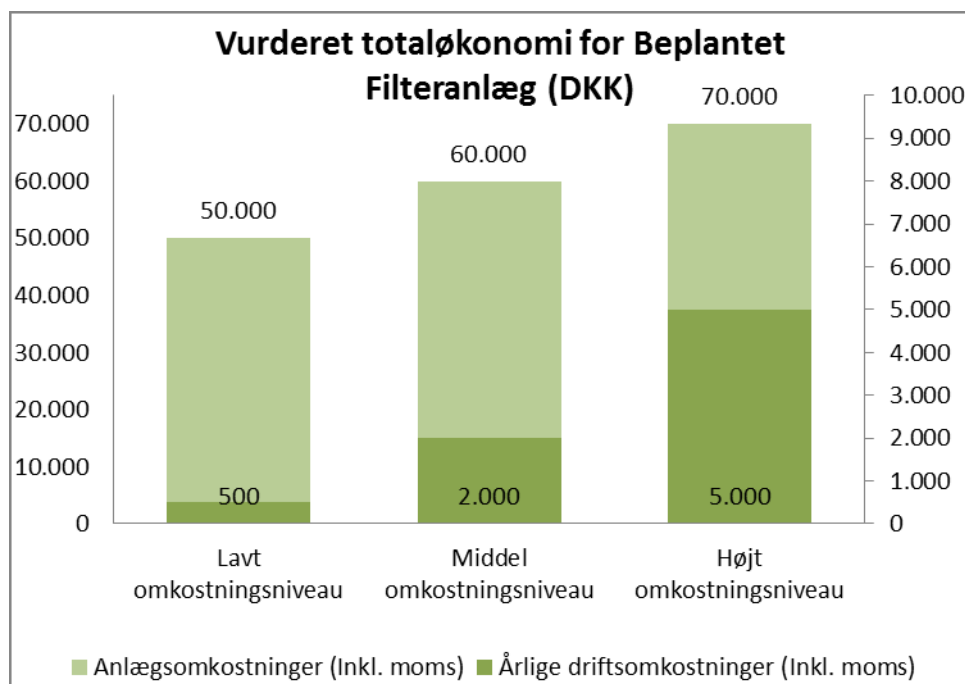
Figur 10 Illustration af beplantet filteranlæg



Kilde: Holbæk Kommune

NIRAS har på baggrund af udvalgte vurderinger af omkostningerne ved etablering og drift af beplantede filteranlæg opgjort de typiske intervaller for henholdsvis anlægs- og driftsomkostninger. Det højeste niveau for driftsomkostningen (DKK 2000-5000 i 2016-priser) inkluderer strøm til pumpe, afskrivninger på dykpumpe, serviceaftale og evt. udgifter til kemikalier. Se evt. Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger for yderligere detaljer. Set i forhold til andre anlægstyper er intervallet for anlægsomkostningerne snævert imens driftsomkostningerne varierer noget mere.

Figur 11 Totaløkonomi for beplantet filteranlæg



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

I nedenstående tabel præsenteres fordele og ulemper ved beplantet filteranlæg. Disse fordele og ulemper er baseret på blandt andet information indsamlet på udviklingsworkshoppen, efterfølgende dialog med udvalgte deltagere samt ved brug af kvalitativ analyse af de forskellige løsninger ved brug af en række parametre (se i øvrigt Bilag 2: Økonomisk analyse).

Fordele	Ulemper
Lever op til rensklasserne (O og SO) og evt. SOP	Følsom overfor svingende tilførsel af spildevand
Indgår naturligt i et haveanlæg og kræver ikke meget plads	Kræver nogen vedligeholdelse (fjernelse af ukrudt)
God løsning med vanding, lerjord og høj grundvandsstand	
Anlæg kan etableres med reguleringsrør til vandstand for i ferieperioder at holde bakteriekulturen i gang	

## 4.5 Minirensanlæg

Et minirensanlæg fungerer i princippet som de rensanlæg som spildevandsselskaberne typisk driver. Anlægget kan indrettes til at fjerne både kvælstof og fosfor. Figur 12 illustrerer et minirensanlæg.

Spildevandet bliver fra en bundfældningstank pumpet videre til selve minirensanlægget. Bundfældningstanken er i nogle tilfælde integreret i minirensanlægget. Efter rensning i minirensanlægget pumpes vandet videre til en brønd inden det udledes til dræn eller recipient.

Anlægget kræver ligesom de andre anlægstyper typisk en godkendt bundfældningstank, men hvorvidt det er nødvendigt beror på kommunens vurdering af den konkrete ansøgning.

Der foregår en betydelig udvikling af minirenselanlæg. For eksempel findes en patenteret teknologi med tidsstyret returskyl til bundfældningstanken, der medvirker til at fjerne problemer med svingende belastninger. Teknikken gør f.eks. denne type minirenselanlæg velegnet til sommerhuse.

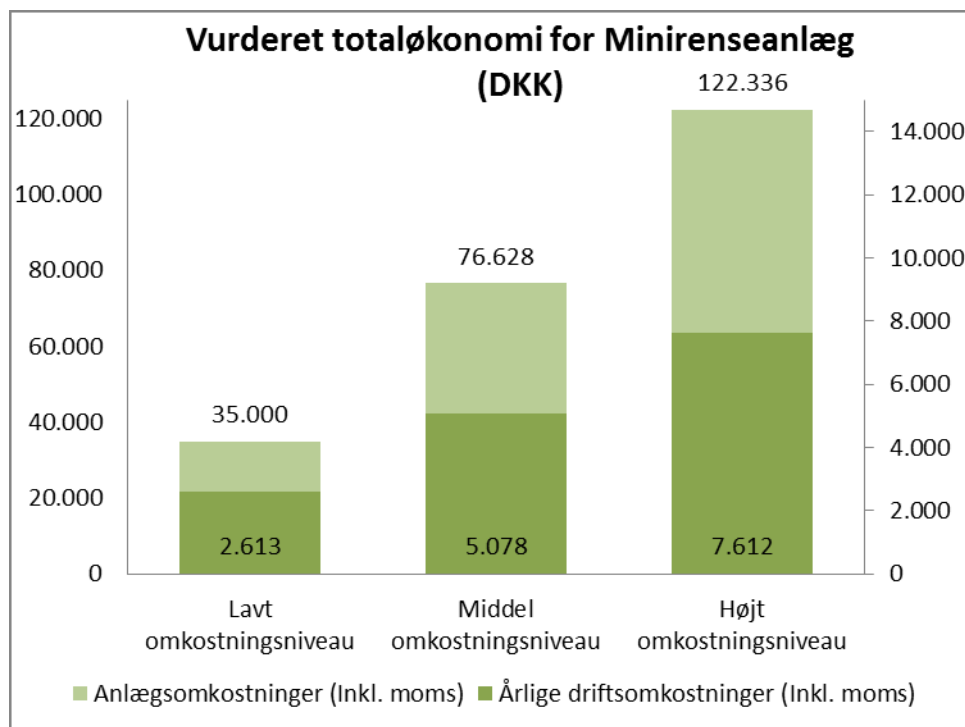
Figur 12 Illustration af minirenselanlæg



Kilde: Holbæk Kommune

Ud fra udvalgte vurderinger af omkostningerne ved etablering og drift af minirenselanlæg har NIRAS opgjort de typiske intervaller for henholdsvis anlægs- og driftsomkostninger. Der er nogen variation indenfor intervallet for anlægsomkostningerne, hvilket repræsenterer den variation der kan være i forhold som behovet for omlægning af rør, retablering mv. Driftsomkostningerne for minirenselanlæg er i gennemsnit højere end for de fleste andre løsninger. Det skyldes især den lovpligtige service og dokumentation af minirenselanlæggenes udledninger, et krav mange andre typer anlæg ikke er underlagt.

Figur 13 Totaløkonomi for minirenselanlæg



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

I nedenstående tabel præsenteres fordele og ulemper ved minirenselanlæg. Disse fordele og ulemper er baseret på blandt andet information indsamlet på udviklingsworkshoppen, efterfølgende dialog med udvalgte deltagere samt ved brug af kvalitativ analyse af de forskellige løsninger ved brug af en række parametre (se i øvrigt Bilag 2: Økonomisk analyse).

Fordele	Ulemper
Lever op til alle rensklasser (O, SO, OP og SOP)	Der er løbende udgifter til en lovpligtig serviceaftale
Anlægget kræver ikke meget plads	Udgifter til udskiftning af komponenter og kemikalier
Anlægget er meget lidt synligt	Nogle typer minirenselanlæg kan være følsomme overfor svingende tilførsel af spildevand

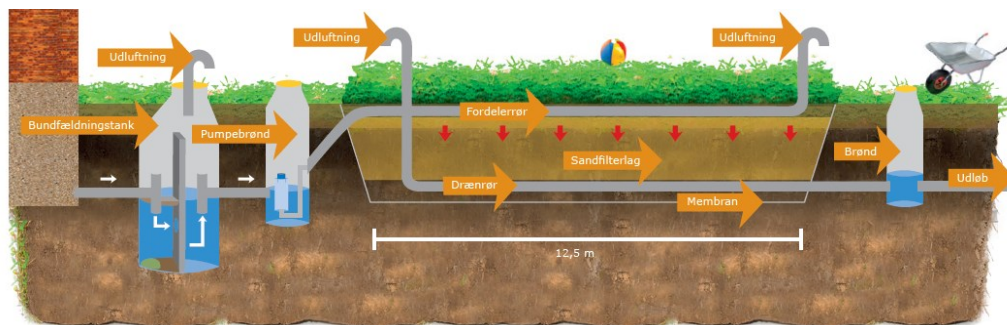
## 4.6 Biologisk sandfilter

Et biologisk sandfilter anlægges typisk over jorden som en lille vold. Spildevandets forurenende stoffer nedbrydes af mikroorganismer, når det løber gennem sandet. Figur 14 illustrerer et biologisk sandfilter.

Vandet ledes til bundfældningstank, og pumpes efterfølgende til fordelerrør som fordeler spildevandet ud over sandet. Vandet opsamles efterfølgende i drænrør der ledes til en brønd og efterfølgende til recipient.

Anlægget kræver oftest en godkendt bundfældningstank, men det er op til den enkelte kommunes vurdering af ansøgningen at vurdere hvorvidt en bundfældningstank er påkrævet.

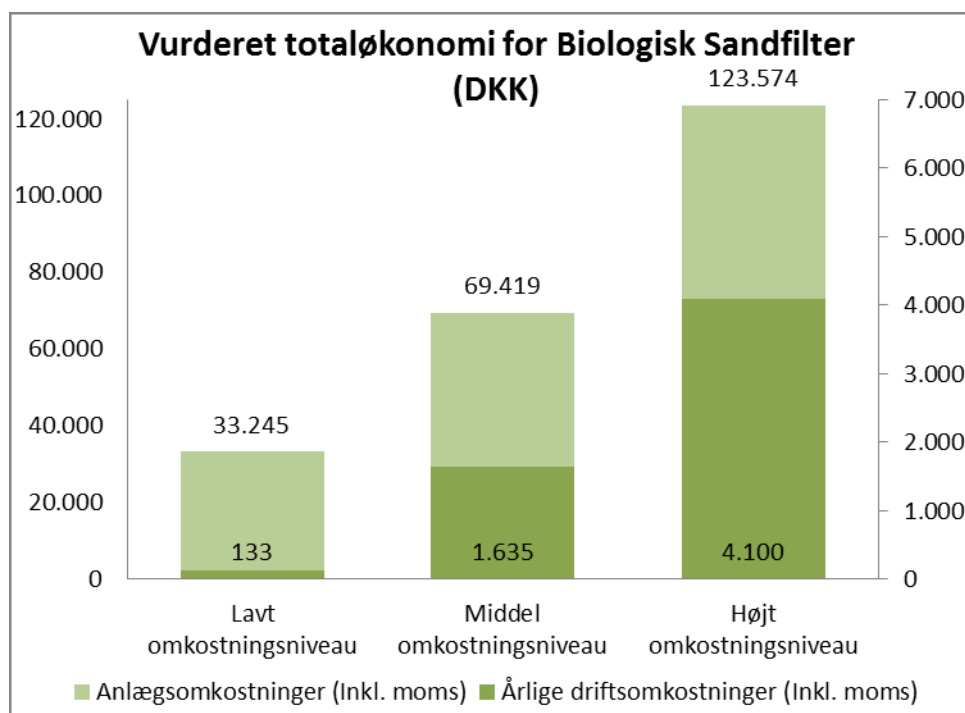
Figur 14 Illustration af et biologisk sandfilter



Kilde: Holbæk Kommune

På baggrund af udvalgte vurderinger af omkostningerne ved etablering og drift af sandfilteranlæg har NIRAS opgjort de typiske intervaller for henholdsvis anlægs- og driftsomkostninger. Intervallet for anlægsomkostningerne varierer ligesom for nogle af de andre løsninger en del, og driftsomkostningerne kan især påvirkes af, hvor ofte filtersandet skal udskiftes.

Figur 15 Totaløkonomi for biologisk sandfilter



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

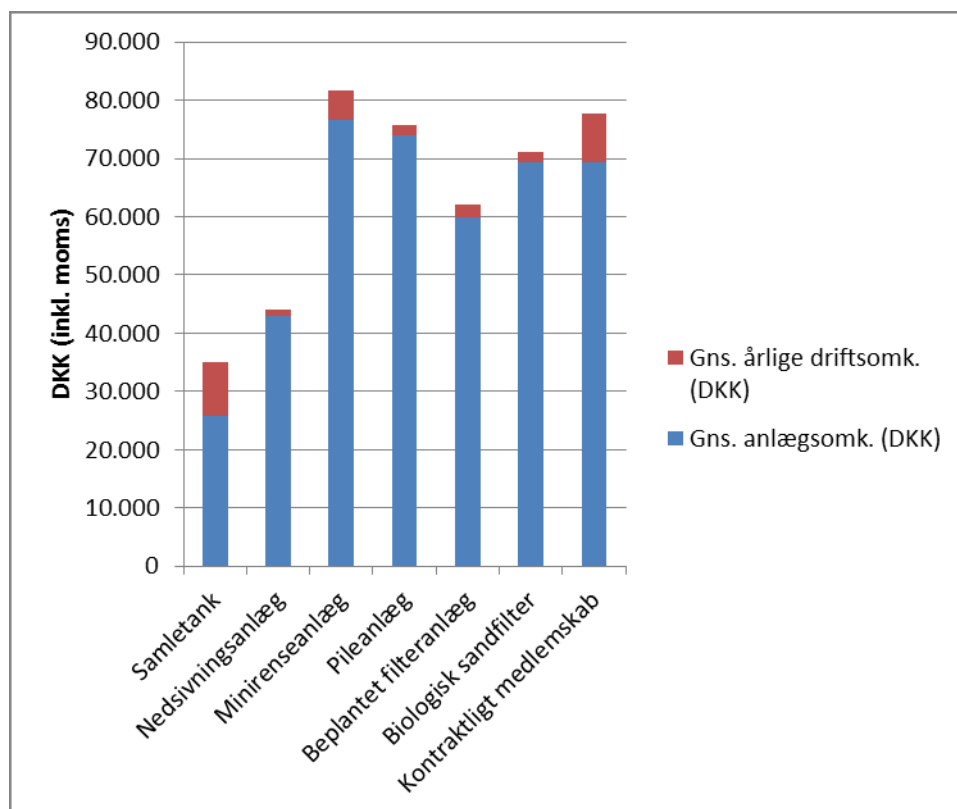
I nedenstående tabel præsenteres fordele og ulemper ved biologisk sandfilter. Disse fordele og ulemper er baseret på blandt andet information indsamlet på udviklingsworkshoppen, efterfølgende dialog med udvalgte deltagere samt ved brug af kvalitativ analyse af de forskellige løsninger ved brug af en række parametre (se i øvrigt Bilag 2: Økonomisk analyse).

Fordele	Ulemper
Standard anlæg lever op til renseklasserne O og SO (kan opgraderes til OP og SOP ved et fosformodul)	Kræver særligt filtersand, der kan være bekosteligt
Robust og kræver meget lidt vedligeholdelse	Et standard anlæg kan kun bruges i de områder, hvor der ikke er krav om rensning af fosfor
Anlægget er ikke særlig synligt i terræn	

## 4.7 Økonomisk sammenligning

Med udgangspunkt i kapitel 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 samt Bilag 2-8 fordeler de nævnte gennemsnit for anlæg- og driftsomkostninger omkostningerne sig således:

Figur 16 Anlægs- og driftsomkostninger for borgeren (gns. omkostninger)



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

Som det fremgår af figuren er de laveste anlægsomkostninger typisk forbundet med etableringen af en samletank. Herefter følger oftest nedsivningsanlæg og beplantet filteranlæg, imens anlægstyperne biologisk sandfilter, pileanlæg og minirensesanlæg er tættere på hinanden. Anlægsomkostningerne ved kontraktligt medlemskab for ejendommens ejer<sup>28</sup> er i disse beregninger også på niveau med sidstnævnte anlægstyper.

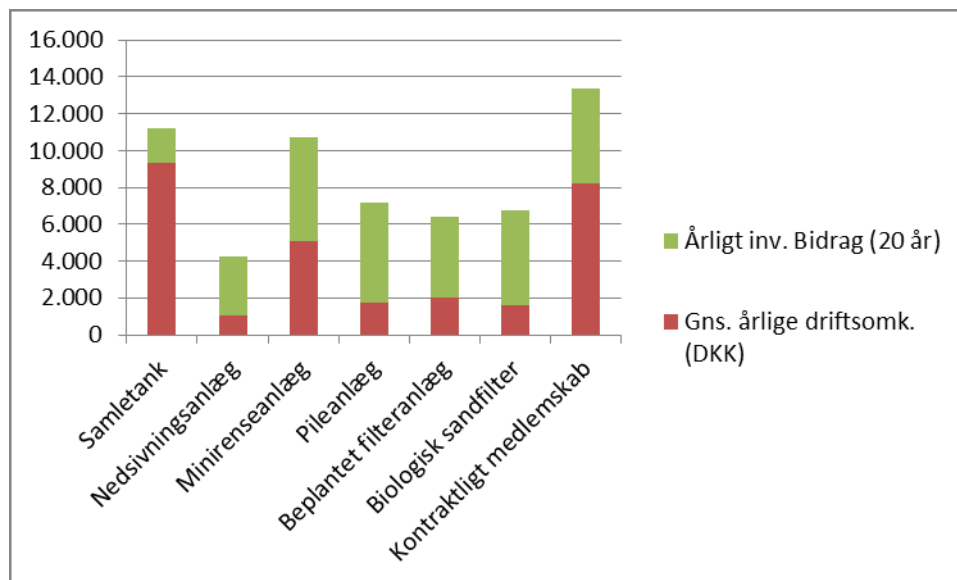
Ses omkostningerne over en længere tidshorisont og fordeles den initiale anlægsomkostning derved ud på flere perioder bliver de årlige omkostninger til de forskellige løsninger herved

<sup>28</sup> De vurderede omkostninger omfatter tilslutningsbidrag, etablering af bundfældningstank og omlægning af rør.

sammenlignelige.

I figurene herunder er anlægsomkostningerne omregnet til et årligt investeringsbidrag ved anvendelse af en årlig kalkulationsrentefod på 4%. Driftsomkostningerne er derudover angivet i faste priser.

Figur 17 Årlige driftsomkostninger og investeringsbidrag (20 år)

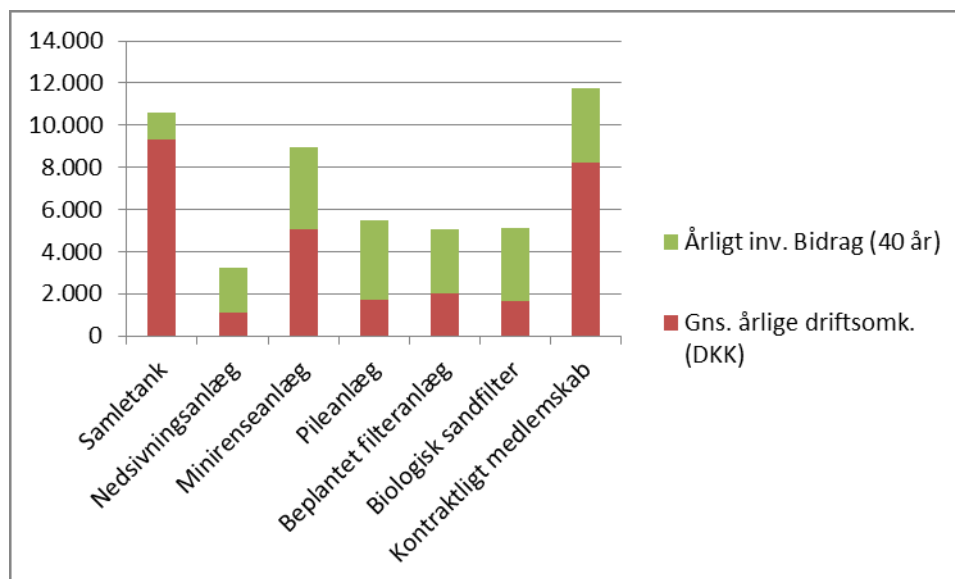


Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

Af ovenstående fremgår det, at nedsivningsanlæg under de angivne forudsætninger er den økonomisk mest fordelagtige løsning med en årlig omkostning omkring DKK 4.200. Herefter følger beplantet filteranlæg, biologisk sandfilter og pileanlæg ganske tæt imellem DKK 6.400-7.200 årligt imens samletank og minirensesanlæg ligger fra DKK 10.700-11.200 årligt. Kontraktligt medlemskab fremstår her som den relativt dyreste løsning til samlet set DKK 13.300 årligt.

Herunder er samme beregninger foretaget men for tidshorisonter på henholdsvis 40 og 75 år. 40 års levetid skønnes muligt for de fleste decentrale renseløsninger bl.a. i Hedeselskabets udgivelse fra 2003 (Hedeselskabet, 2003). 75 års levetid for de nævnte løsninger må i mange tilfælde forventes at indebære omfattende vedligeholdelse og reinvesterings. Disse omkostninger er usikre og derfor ikke indeholdt i nedenstående beregninger for en tidshorizont på 75 år. Formålet med figuren er dog også primært at illustrere, hvorledes det årlige investeringsbidrag falder jo længere tidshorizont der anvendes.

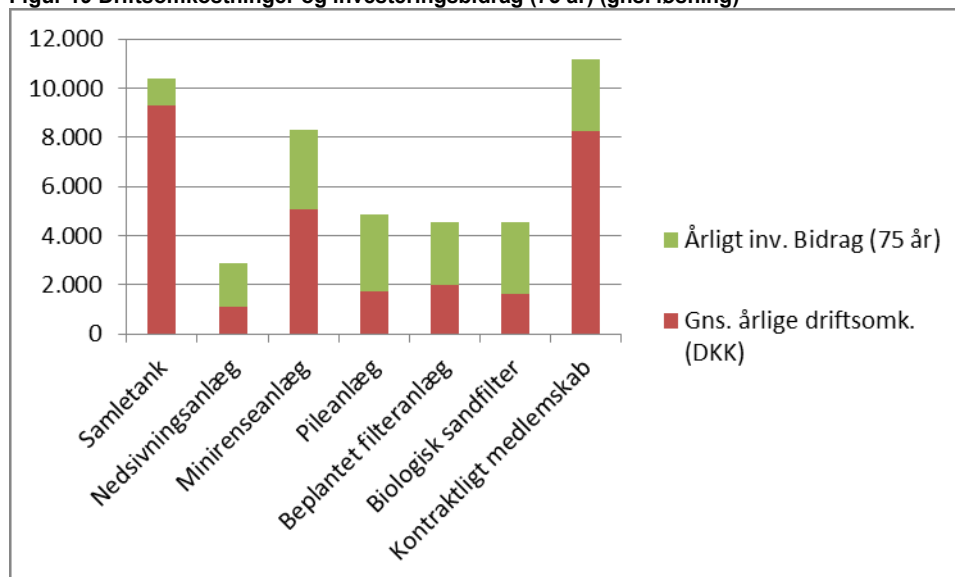
Figur 18 Driftsomkostninger og investeringsbidrag (40 år) (gns. løsning)



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

Igen er samme beregning foretaget men for en tidshorisont på 75 år.

Figur 19 Driftsomkostninger og investeringsbidrag (75 år) (gns. løsning)



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

For tidshorisonterne på 40 og 75 år ændrer rangeringen af løsningerne ift. de årlige omkostninger sig ikke fra tidshorisonten på 20 år, men f.eks. minirensenanlæggets årlige omkostninger falder set ift. henholdsvis samletank og kontraktligt medlemskab. Der er i ovenstående omkostninger ikke taget højde for evt. omkostninger til mere omfattende og påkrævet vedligehold af de forskellige løsninger, da det primært er hensigten at illustrere, hvorledes det årlige investeringsbidrag falder med tidshorisonten, og hvordan de årlige driftsomkostninger derved får forholdsvis større og større betydning for de samlede årlige omkostninger for løsningerne.

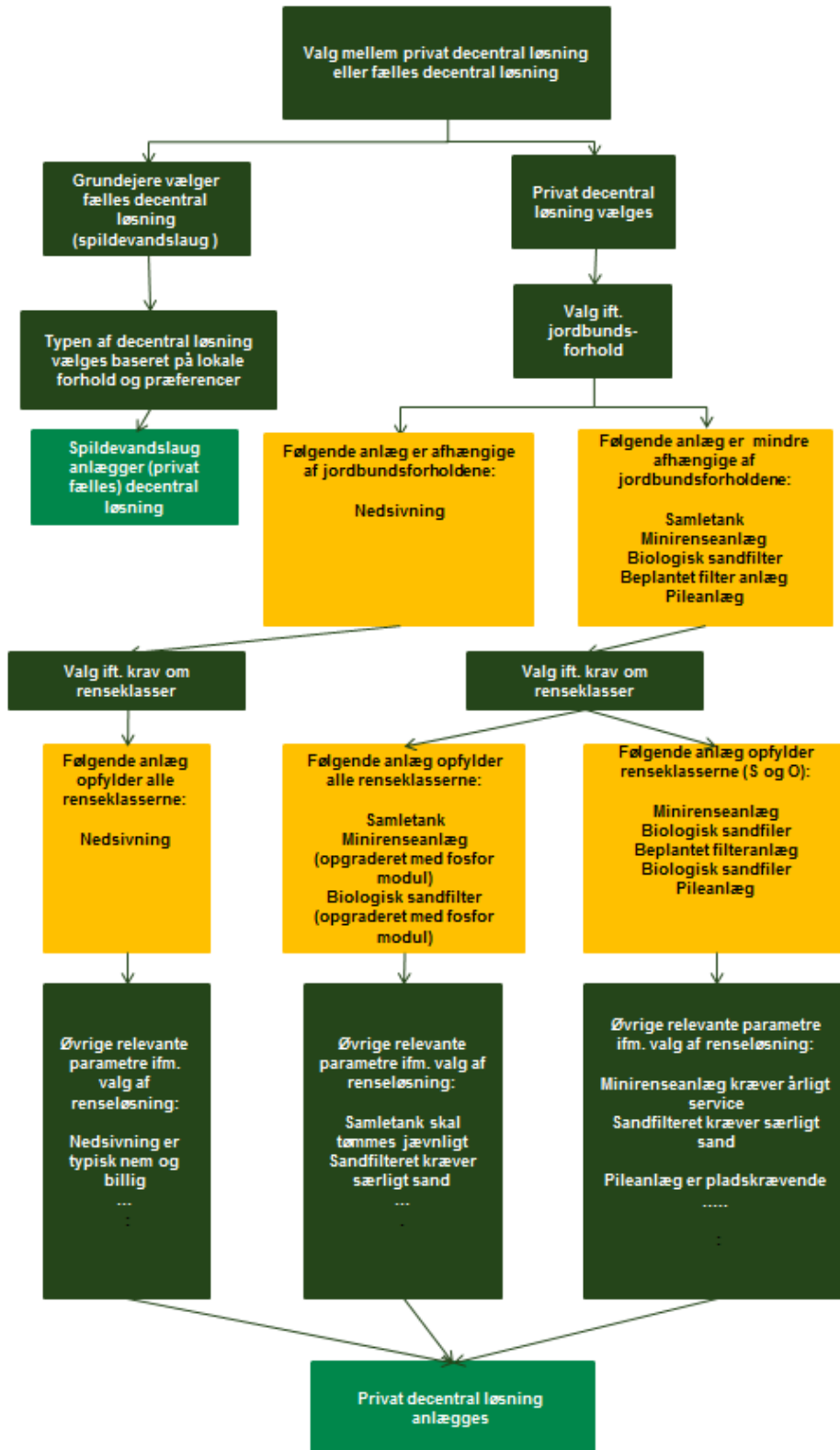
## 4.8 Oversigt over fordele og ulemper

Nedenstående tabel viser et samlet overblik over fordele og ulemper ved de forskellige spildevandsrensningsløsninger i det åbne land.

Løsning	Fordele	Ulemper
<b>Samletank</b>	Lever op til alle renseskasser Ingen krav til jordforholdene	Skal tømmes jævnlige, og derved dyr i drift pga. tømning og efterfølgende rensning af spildevandet på fælles rensenanlæg
<b>Pileanlæg</b>	Lever op til alle renseskasser Ingen krav om jordforholdene, kan dog ikke etableres ved høj grundvandsstand	Kræver meget plads. En del af pilene skal beskæres med jævne mellemrum.
<b>Nedsivning</b>	Lever op til alle renskravene Nem og enkel løsning	Kræver særlige jordbundsforhold (ikke velegnet i tung lerjord) Afstandskrav til grundvandsspejl (helst 2,5 m – dog min 1 m)
<b>Beplantet filter anlæg</b>	Lever op til renseskasserne O og SO (og evt SOP) Indgår naturligt i et haveanlæg og kræver ikke meget plads God løsning med vandindvinding, lerjord og høj grundvandsstand	Følsom overfor svingende tilførsel af spildevand og kræver nogen vedligeholdelse
<b>Minirensenanlæg</b>	Lever op til alle renseskasser Anlægget kræver ikke meget plads og er ikke synligt i terræn.	Der er udgifter til lovpligtig serviceaftale og til udskiftning af komponenter og kemikalier Nogle minirensenanlæg kan være følsomme overfor svingende tilførsel af spildevand
<b>Biologisk sandfilter</b>	Lever op til renseskasserne O og SO (kan evt. opgrades til SOP) Robust, kræver meget lidt vedligeholdelse og er ikke særlig synligt	Kræver særligt filtersand, der kan være bekosteligt Et standardanlæg kan kun bruges i de områder, hvor der ikke er krav om rensning for fosfor
<b>Kloakering</b>	Lever op til alle renseskasser	Kan være bekosteligt at etablere og drive

## 4.9 Overvejelser ved beslutning om decentral løsning

Figur 20 Beslutningsproces ved valg af decentral renseløsning



## 5. Kloakering eller decentral løsningsammenligning

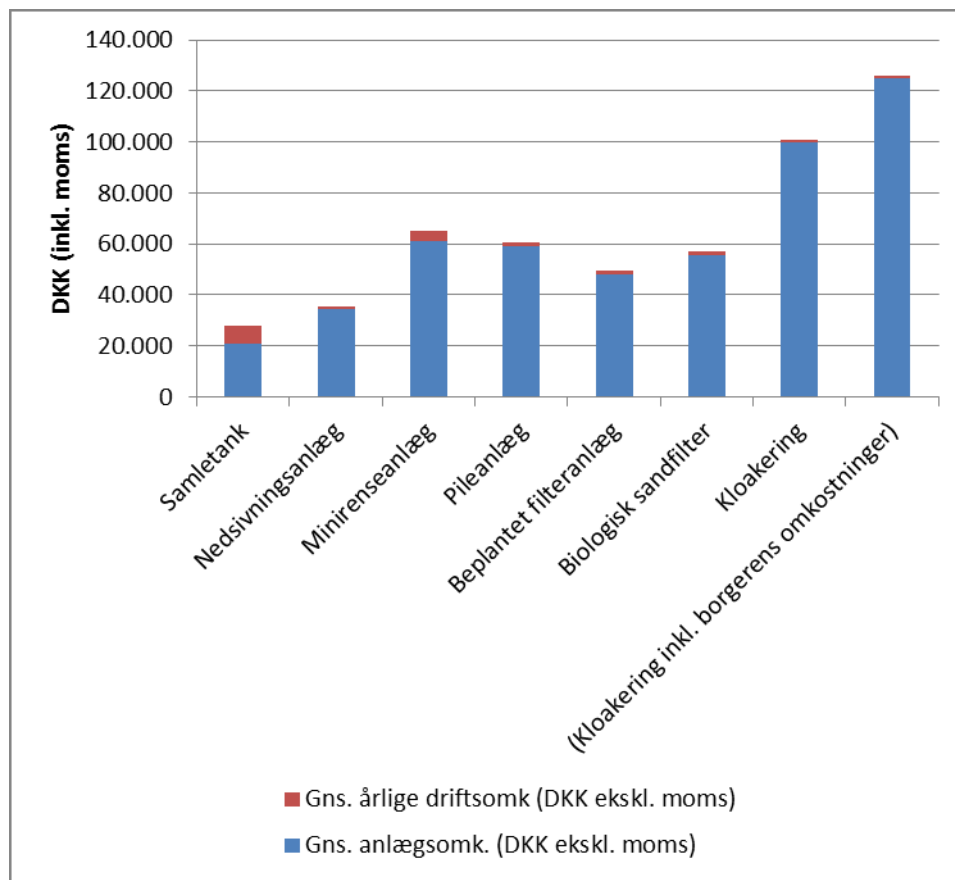
Spildevandsselskabet kan stå overfor valget imellem enten at prioritere kloakering eller etablering af en decentral løsning under kontraktligt medlemskab. Herunder er det illustreret, hvilke omkostninger spildevandsselskabet typisk står overfor i en sådan situation. Omkostningerne er på den baggrund korrigeret for moms, men ikke for tilslutningsbidraget, da det vil være det samme uanset løsning. Derfor vil det ikke ændre på rangeringen af løsningerne. Der er til forskel fra beregningerne ovenfor for borgeren anvendt en lavere kalkulationsrente på 2 %, da den antages at afspejle spildevandsselskabernes realrente.

Kloakering er endvidere angivet, hvor en vurdering af de gennemsnitlige omkostninger til bortledning af regnvand og ledning til skel (DKK 25.188 ekskl. moms<sup>29</sup>) for ejeren af ejendommen ("borgeren") er inkluderet i de samlede omkostninger. Der foreligger ikke umiddelbart vurderinger af hvad de gennemsnitlige omkostninger til omlægning af rør er for ejeren af ejendommen i tilfælde af kontraktligt medlemskab for de angivne løsninger (samletank, nedsivning, ..., biologisk sandfilter). Det må dog antages at spildevandsselskabets anlægsomkostninger grundet stordriftsfordele i mange tilfælde vil være lavere end de anlægsomkostninger privatpersoner står overfor. Derved vil der i nedenstående vurderinger af selskabets anlægsomkostninger være plads til evt. omkostninger til røromlægninger.

---

<sup>29</sup> Naturstyrelsen, Undersøgelse af hjælpemuligheder for grundejere ved spildevandsrensning i det åbne land, 2012

Figur 21 Anlægs- og driftsomkostninger for selskabet (gns. omk. ekskl. moms)

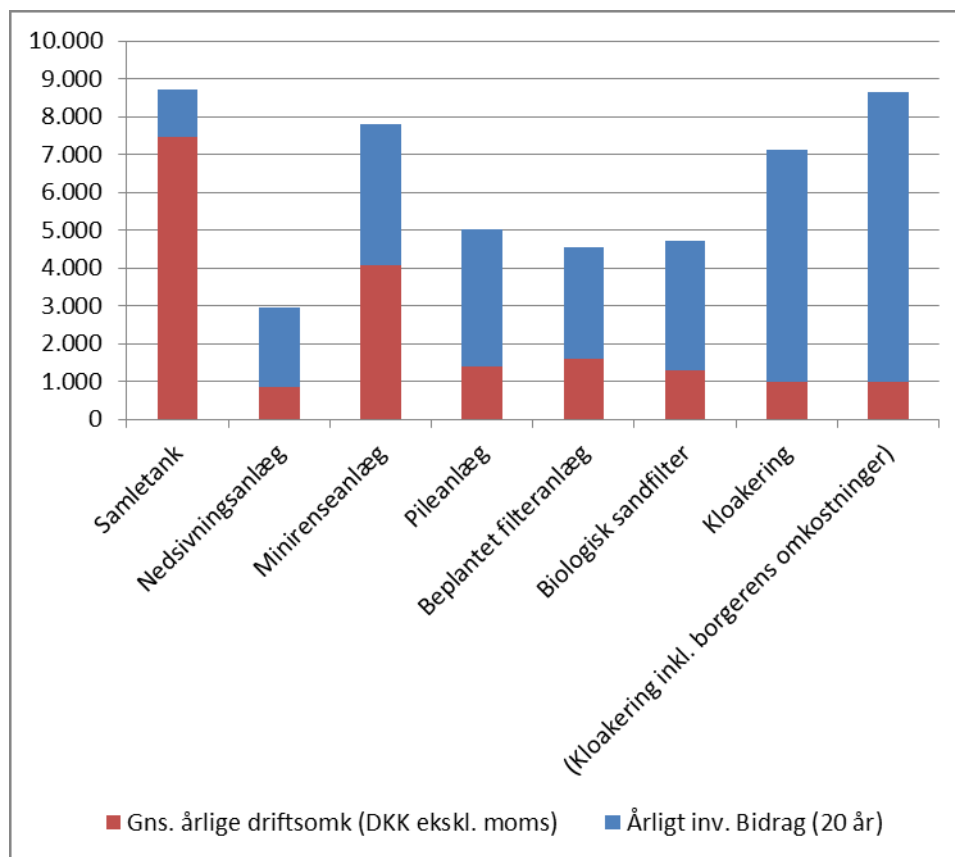


Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

Som det fremgår af figuren er der initialt større anlægsomkostningerne forbundet med kloakering set i forhold til de andre løsninger, men de årlige driftsomkostninger er i denne beregning forholdsvis lave ved valg af kloakering.

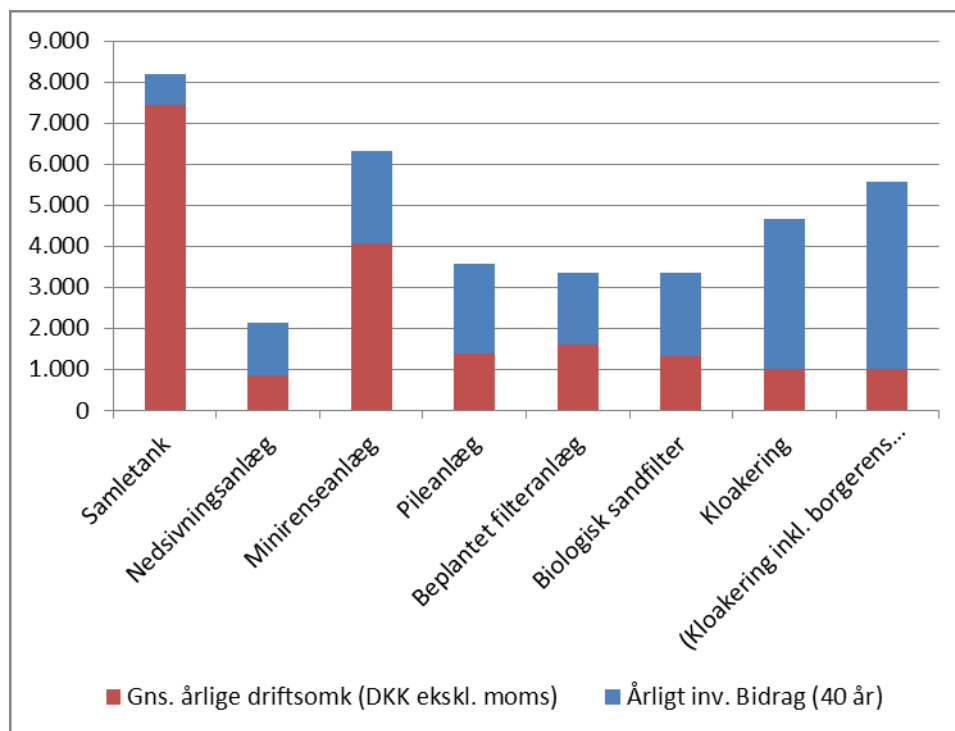
Sammenlignes løsningerne som ovenfor over en længere tidsperiode vil de årlige driftsomkostninger betyde mere og mere for totaløkonomien, og tilsvarende vil investeringsbidraget til de initiale anlægsomkostninger vægte mindre.

Figur 22 Driftsomkostninger og investeringsbidrag for selskabet (20 år)



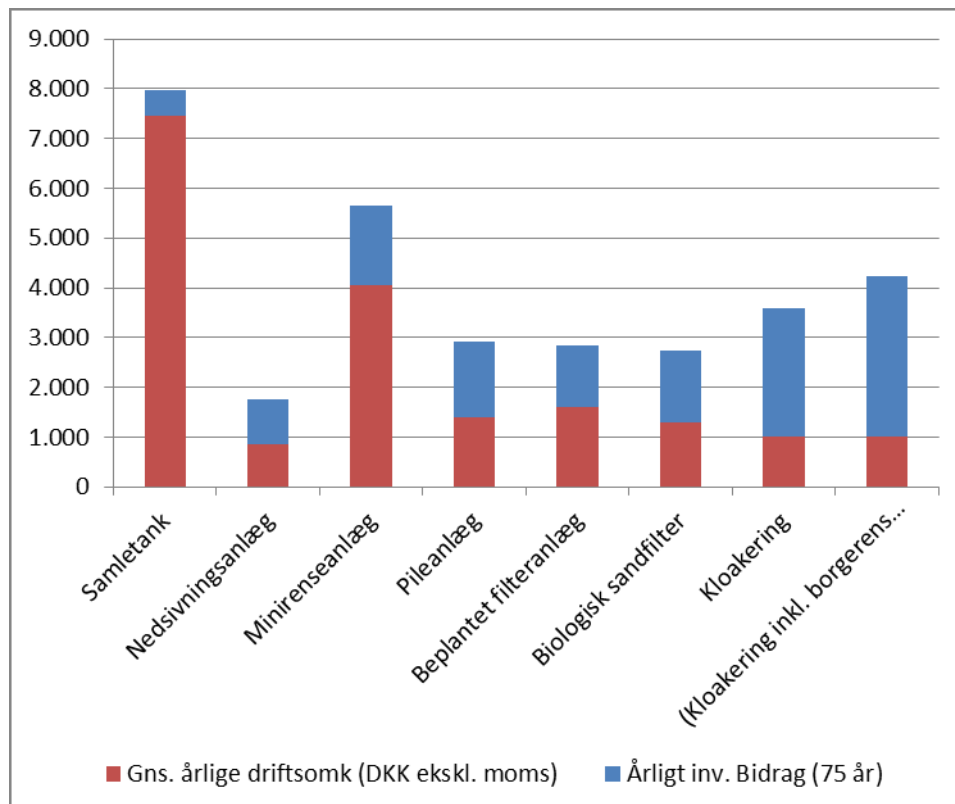
Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

Figur 23 Driftsomkostninger og investeringsbidrag for selskabet (40 år)



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

Figur 24 Driftsomkostninger og investeringsbidrag for selskabet (75 år)



Kilde: Se Bilag 2: Økonomisk analyse

Det fremgår af ovenstående figurer hvordan nedsivningsanlæg, pileanlæg, beplantede filteranlæg og biologisk sandfilter under de angivne forudsætninger fremstår som samlet set økonomisk mere fordelagtige løsninger end henholdsvis kloakering, minirensanlæg og samletank. I praksis vil et spildevandsselskab dog næppe vælge en samletank som løsning til den angivne årlige driftsomkostning. Herudover kan selskabet evt. opnå en lavere årlig driftsomkostning til minirensanlæg – især hvis stordriftsfordele kan opnås med flere minirensanlæg f.eks. gennem en serviceaftale med ekstern leverandør.

## 6. Nye trends

I vurderingen af de forskellige decentrale spildevandsløsninger og forretningsmodeller, som er præsenteret i indeværende rapport, er vurderingen foretaget i forhold til de nuværende rammer.

Det er sandsynligt, at disse rammer ændrer sig over tid, idet for eksempel vandplaner, demografi, benchmarking, incitamenter osv. ændres. Herved er der mulighed for at dirigere den fremtidige decentrale spildevandshåndtering imod nye værdier og målsætninger.

I de følgende afsnit beskrives nogle af de overordnede tendenser og konkrete løsningsmodeller, som kan spille en rolle i udviklingen af decentral spildevandsrensning i årene fremover.

### 6.1 Cirkulær økonomi

Cirkulær økonomi er en tankegang, som vinder større og større indpas både hos myndigheder og i det private. Cirkulær økonomi er et opgør med den nuværende lineære forbrugs- og produktionsform, hvor et produkt eller en strøm gennemlever sit potentiale, hvorefter den kasseres som affald og ikke længere anses som brugbar. I den cirkulære økonomi ses "affaldet" i stedet som en ressource, som enten kan indgå i samme kæde eller i en ny kæde.

I en spildevandssammenhæng er det oplagt at se på følgende elementer som ressourcer, der i højere grad bør udnyttes:

- Næringsstoffer
- Energi
- Vand

Det bør samtidig også overvejes hvordan selve anlægget også kan nyttiggøres, når der ikke er brug for det længere.

Den cirkulære økonomi er inspireret af Cradle to Cradle-tankegangen ved at forberede affald til genanvendelse allerede i designfasen. På samme måde kan man allerede under rensningen af spildevandet indtænke det senere potentiale af spildevandets ressourcer, f.eks. udskille fosfor som Struvit, som er umiddelbart brugbart som gødning på marker. På den måde bliver de knappe ressourcer del af en potentiel uendelig cyklus, hvor råstofferne bevarer kvaliteten og skaber værdi langt ud over den enkelte brugscyklus.

En problemstilling i henseende til udnyttelsen af vandressourcen er den relativt lave pris på vand i Danmark. Vand opleves ikke af forbrugerne som en begrænset ressource, og det økonomiske incitament til i højere grad direkte at genbruge vand er begrænset. I et tænkeligt scenarie, hvor der er knaphed på grundvand kunne det imidlertid være vigtigt at overveje sine alternativer samt hvilke renseløsninger, der i den situation ville være at foretrække. Fra Australien kendes blandt andet eksempler på, at vand i stedet for at blive udledt til en egnet recipient dirigeres direkte videre til kunstvanding af marker og golfbaner. Nedsivning af rensset spildevand kan samtidig også have den funktion, at det ikke blot renser for næringsstoffer, men også at det bidrager med vand til grundvandsmagasinet.

Den cirkulære økonomi rummer også budskaber om, at vi ikke nødvendigvis behøver at købe og eje produkter, men at vi i stedet kan låne, lease eller leje produkterne. Forretningsmodeller, der er baseret på Produkt som en Service (PseS), fremhæves ofte som en måde at realisere den cirkulære økonomi på, da PseS fokuserer på at sælge funktioner og ydelser fremfor alene at sælge fysiske produkter.

## 6.2 Tendenser i vandsektoren

På de større spildevandsanlæg er skiftet mod en højere grad af cirkulær tænkning allerede synlig. For eksempel har flere anlæg inkorporeret metoder, hvormed de kan udtrække næringsstoffer som fosfor og nitrat fra spildevandet, og ligeledes har flere anlæg installeret varmepumper for at udnytte den overskydende energi. Dette er et begyndende opgør med det hidtidige fokus på at rense og fjerne næringsstoffer fra en spildevandsstrøm inden udledning til naturen, til i højere grad at tænke i de fjernede næringsstoffer og overskudsenergien som ressourcer.

Der er et generelt paradigmeskift på vej i spildevandssektoren, hvor spildevandssektoren bevæger sig fra "bare" at være slutdestinationen for spildevand til i stedet at blive en energiproducerende sektor med fokus på en bedre ressource- og energiudnyttelse. I dag er der allerede flere eksemplarer på konkrete anlæg som enten allerede er lykkedes med at være energiproducerende eller anlæg som vil være det inden for en overskuelig fremtid.

Spildevandssektoren har i denne overgangsfase fokus på udviklingen af nye teknologier, nye forretningsmodeller og samspillet mellem de to, som en vej til at øge det samlede udbytte såvel økonomisk som miljømæssigt. Et eksempel på samspil, hvor en ny forretningsmodel bidrager til udnyttelsen af en teknologi er f.eks. hvor organisk materiale allerede ude i virksomhederne samles ved en forrensning, og derefter kan køres direkte til bioforgasning i stedet for at belaste rensesystemet unødigt. En anden forretningsmodel kunne være at holde spildevand med et højt indhold af organisk materiale, f.eks. spildevand fra visse virksomheder, separat, således at den højere koncentration af ressourcer i form af næringsstoffer og kulstof, som forekommer i denne type spildevand, nemmere kan udnyttes.

## 6.3 Spildevandsanlæg

Spildevandslaug fungerer i dag som forretningsmodel flere steder i landet. Der er dog behov for at udbrede kendskabet yderligere til mulighederne for denne organisering af spildevandsrensningen i det åbne land. Netop det budskab gik igen på blandt andet udviklingsworkshopen, herunder også vurderingen at spildevandslaug som forretningsmodel kunne opnå større udbredelse, og at der efterspørges videndeling af erfaringer med etableringen af spildevandslaug blandt interesserede borgere.

Flere steder er en gruppe borgere gået sammen for at etablere et såkaldt spildevandslaug, hvor flere borgere ejer en andel af en samlet decentral spildevandsløsning. Eksempler på dette er 70 husstande i et pilerensningslaug i Arnøje, Stevns, 28 husstande i St Lind på Møn, 63 beboelser i Røddinge Sprove på Møn, 25 beboelser i Frikøbing Hvalsø, 72 beboelser i Økosamfundet Dyssekilde, Torup, Frederikssund (siden 2004), 16 beboelser i Den selvforsynende Landsby V. Skjerninge (det første større fra 2003). 5 beboelser på Bremerskovvej, 2003, Langskov. 8 stk. mellem 2 og 6 husstande i Hedensted Kommune og flere små anlæg med et par husstande rundt omkring i landet.

Endvidere er der i landsbyerne Karrebækstorp og Klinteby i 2012 etableret 12 pileanlæg, som skal rense spildevandet fra 59 ejendomme. Etableringen skete oprindeligt som spildevandslaug, men blev efterfølgende omdannet til et an-partsselskab. Selskabsstrukturen giver økonomiske og lovgivningsmæssige muligheder, blandt andet er det muligt at få refunderet momsen på etableringsudgifterne, som udgjorde 50 % af udgifterne. 40 % af de samlede udgifter gik til ledningsføring og 10 % gik til øvrige udgifter såsom rådgivning og revision.

Herudover er der eksempel på spildevandslaug der benytter minirenselanlæg for eksempel i Bukkerup, hvor der er blevet etableret 20 minirenselanlæg til i alt 36 ejendomme. Derudover kører 6 ejendomme videre med deres eksisterende godkendte nedsivningsløsning. Der er tegnet en 10 årig all-inclusive servicekontrakt samt aftale om tømning af bundfældningstankene,

og de årlige udgifter er derfor kendte ret præcist fra år til år.

## 6.4 Nye forretningsmodeller

Under udviklingsworkshoppen samt gennem en generel vidensindsamling er en række mulige forretningsmodeller identificeret.

Med udgangspunkt i tankegangen bag cirkulær økonomi er der et øget fokus på forretningsmodeller, der falder i tråd med PseS. Det kan være modeller, hvor borgeren leaser eller lejer en (mobil) løsning gennem forsyningsselskabet eller en privat leverandør, eller hvor forsyningsselskabet udliciterer løsningens etablering og drift til en privat virksomhed.

Udlejning anvendes allerede i Aalborg Kommune, hvor sommerhusejere har mulighed for at leje en samletank af kommunen i den periode, hvor det endnu ikke er besluttet, om der skal kloakeres i det specifikke område. I Svendborg Kommune har man indgået en aftale med en producent af minirensanlæg, som både inkluderer leje samt en 10-årig serviceaftale. Andre alternative ejerforhold er etableringen af et spildevandslaug, hvor det samlede projekt giver anledning til nogle fordele, f.eks. en økonomisk besparelse som overhovedet muliggør anlæggelsen i områder, hvor det ellers ikke er rentabelt.

Under den cirkulære økonomi hører også en øget udnyttelse af de ressourcer, der forekommer i spildevandet. Dette kræver sandsynligvis, at nye teknologier udvikles. Der var under workshoppen fokus på den lokale ressourceudnyttelse, f.eks. decentrale biogasanlæg, som kan supplere de nærliggende husstande med strøm og varme, en generel bedre opsamling af næringsstoffer, som også om muligt kan bruges lokalt, samt muligheden for at genbruge vand flere gange i f.eks. toiletter.

Symbioser i den decentrale spildevandssektor kan være afgørende i forhold til den økonomiske rentabilitet samt en øget udnyttelse af ressourcer. På udviklingsworkshoppen blev der konkret peget på muligheden for at indgå samarbejder mellem borgere og lokale biogasanlæg. Biogasanlægget ville tilbyde borgere gratis tømning af deres samletanke, hvor de i retur ville modtage værdifuldt materiale til bioforgasning. Alternativt blev der peget på en løsning, hvor indsamling fra samletanke foregik i forbindelse med indsamlingen af dagrenovation, hvor der altså skabes en sammenkobling af de decentrale løsninger med allerede eksisterende systemer.

## 6.5 Spildevandsrensning i lyset af den cirkulære økonomi

Nedenstående tabel illustrerer de forskellige decentrale løsninger samt kloakering perspektivet ift. tankegangene bag cirkulær økonomi.

For hver løsning er der således skitseret forskellige overvejelser med hensyn til cirkulær økonomi ud fra følgende parametre:

- Genanvendelse af spildevandsanlægget
- Udnyttelse af ressourcerne i spildevandet
- Forretningsformer og cirkulær økonomi.

*Løsninger til spildevandsrensning i det åbne land og cirkulær økonomi*

### Samletank 6 m<sup>3</sup>

<b>Genanvendelse af spildevandsanlægget</b>	<b>Udnyttelse af ressourcerne i spildevandet</b>	<b>Forretningsformer og cirkulær økonomi</b>
<p>Samletanke er oftest udført i plast, beton eller fiber-glas. Tanken kunne teoretisk set opgraves og genbruges i sin eksisterende form – evt. efter rengøring til andre formål – og ellers afhængigt af materialet skilles ad, rengøres, neddeles etc. med henblik på genanvendelse af nyttige fraktioner. For at muliggøre dette, skal tanken være designet og produceret, så adskillelse af dens enkelte dele er ressource-effektivt. Herved forlænges tankens livscyklus, og set over dens liv, vil der være flere som drager nytte af samletanken.</p> <p>Rørføringen til samletanken er ofte PP (Polypropylen) eller PVC (Polyvinylchlorid). Ligesom tanken kan rørene teoretisk set opgraves, rengøres og genbruges i deres eksisterende form eller neddeles.</p>	<p>Alt spildevandet fra samletanken transporteres til behandling på fælles spildevandsrensning, altså også vandet. Derved bruges der også energi på transport af denne del af spildevandet. Der sker ingen separation eller rensning af spildevandet i samletanken, og derfor vil det være vanskeligt uden yderligere behandling at udnytte ressourcerne i spildevandet. Hvis spildevandet kombineres med andre ressourcestrømme f.eks. i et biogasanlæg e.l., kunne der dog være muligheder.</p>	<p>I dag ejer grundejeren typisk samletanken. Cirkulære forretningsformer såsom leasing af samletanke kunne midlertidig fremadrettet være interessante i nogle sammenhænge. F.eks. hvor samletanken kun skal bruges en overgang inden en anden løsning etableres. Tanken kunne således leases f.eks. af producenten eller af forsyningen. Endvidere kunne en leasingaftale indeholde en serviceaftale som inkluderer tømning. Dette kunne kombineres med en digital platform, der muliggjorde at samletanken automatisk blev tømt efter behov. F.eks. samletanke ved sommerhuse hvor der kan være stor sæsonvariation i belastningen og forskellige brugere af sommerhuset og dermed samletanken.</p>

## Pileanlæg

<b>Genanvendelse af spildevandsanlægget</b>	<b>Udnyttelse af ressourcerne i spildevandet</b>	<b>Forretningsformer og cirkulær økonomi</b>
<p>Pileanlægget består ud over bundfældningstank af en pumpebrønd, en samlebrønd og selve pileanlægget i form af nedgravet membran og fordelerrør. Brøndene er ofte udformet i plast og vil kunne opgraves og evt. genbruges eller på anden måde genanvendes. Membran og fordelerrør er umiddelbart vanskelige at opgrave med henblik på genanvendelse, men bedre design og produktudvikling kunne muliggøre dette i fremtiden.</p>	<p>Vandet fra spildevandet tilført pileanlægget fordamper og indgår dermed i vandets kredsløb. Næringsstofferne fra spildevandet udnyttes af pilene vha. fotosyntesen og har derved mulighed for gennem disse at blive udnyttet. Metaller fjernes typisk også med pilen. De i tiloversblevne stoffer (salte, miljøfremmede stoffer mv.) er at finde i jorden i pileanlægget eller nedbrydes evt.</p>	<p>Flere spildevandslaug har i dag pileanlæg som en integreret del af spildevandsbehandlingen. Nogle af laugene kan have valgt netop pileanlæg som løsning ud fra et ønske om at kunne udnytte pilene til flis eller evt. ud fra æstetiske hensyn.</p> <p>Pilene fra anlægget kan i nogle tilfælde eventuelt afsættes til brændsel, men hvorvidt dette er en reel mulighed for flertallet af pileanlæg er nok tvivlsomt. Dette kunne imidlertid ændre sig i fremtiden, hvis prisen på biomasse såsom pileflis og –brænde øges tilstrækkeligt.</p>

## Nedsivningsanlæg

<b>Genanvendelse af spildevandsanlægget</b>	<b>Udnyttelse af ressourcerne i spildevandet</b>	<b>Forretningsformer og cirkulær økonomi</b>
Nedsivningsanlægget består typisk af en samlebrønd, en bundfældningstank, en pumpe- eller fordelerbrønd samt sivedræn/fordelelerrør. Brøndene kan være af plastmaterialer, der evt. kan opgraves og genanvendes, afhængigt af slitage og hvor fremskredent nedbrydningen af materialerne er.	Vandet i det spildevand der tilføres anlægget nedsives igennem jordlagene, hvor mikroorganismer på jordpartikler nedbryder spildevandets omsættelige stoffer. Fosfater kan ydermere bindes til jordpartiklerne. Med nedsivningsanlægget er det altså vanskeligt efterfølgende at få separeret næringsstofferne i spildevandet i jorden der nedsives i. Vandet kan heller ikke umiddelbart opsamles før det når grundvandsspejlet.	Nedsivningsanlægget kan i nogle tilfælde afhængig af bl.a. dimensionering, belastning og alder kræve mere vedligeholdelse i form af spuling af sivestregene. En fast serviceaftale kunne i sådanne tilfælde være relevant, ligesom det er obligatorisk for minirenselanlæg i dag. I og med at spildevandet nedsives i jorden i et nedsivningsanlæg, er det ikke umiddelbart muligt at separere næringsstofferne og senere udnytte dem. Dette vil kræve at jordlagene under anlægget opgraves og behandles, hvilket i sig selv vil være ressourcerekrævende.

## Beplantet filteranlæg

<b>Genanvendelse af spildevandsanlægget</b>	<b>Udnyttelse af ressourcerne i spildevandet</b>	<b>Forretningsformer og cirkulær økonomi</b>
Et beplantet filteranlæg består ofte af samlebrønd, bundfældningstank, pumpebrønd, selve det beplantede filteranlæg samt en udløbsbrønd. Ofte vil brøndene være udformet i plastmaterialer der evt. kan genanvendes efter endt brug afhængigt af materialernes stadiet for nedbrydning.	I det beplantede filteranlægs en meter tykke sandlag er der typisk plantet tagrør. På tagrørens rødder samt sandkorn omsætter mikroorganismer spildevandets nedbrydelige dele. Halvdelen af det rensede spildevand ledes tilbage til bundfældningstanken, hvorved indholdet af nitrat omsættes og frigives til atmosfæren som luftformigt kvælstof. Evt. resterende stoffer vil typisk være at finde i filtermaterialet, men er ikke separeret eller umiddelbart tilgængelige for udnyttelse. Fra udløbsbrønden kan det rensede spildevand opsamles og evt. anvendes til passende formål.	Ligesom i pileanlæg indgår der i beplantede filteranlæg planter i rensningen af det tilførte spildevand. Tagrørene etc. i beplantede filteranlæg udnyttes typisk ikke til brændsel e.l. men har i mange tilfælde en æstetisk værdi for ejeren af anlægget. I nogle kommuner kræves der en serviceaftale og evt. årlige prøver fra beplantede filteranlæg. Begge dele tilbyder private udbydere allerede i dag, og ejeren af det beplantede filteranlæg har derved sikret at anlægget fungerer optimalt. Det rensede vand fra anlægget ledes til drænen, vandløb e.l. Det ville i princippet være muligt at udnytte det rensede vand til andre formål, hvis det var efterspurgt.

## Biologisk sandfilter

<b>Genanvendelse af spildevandsanlægget</b>	<b>Udnyttelse af ressourcerne i spildevandet</b>	<b>Forretningsformer og cirkulær økonomi</b>
<p>Et anlæg med biologisk sandfilter består ofte af samlebrønd, bundfældningstank, pumpebrønd, et biologisk sandfilter samt en udløbsbrønd med forbindelse til vandløb, grøft, dræn e.l. Ofte vil brøndene være udformet i plastmaterialer der evt. kan genanvendes efter endt brug afhængigt af materialernes stadie for nedbrydning.</p>	<p>I det biologiske sandfilter er det mikroorganismer på sandkornene der nedbryder spildevandets omsættelige stoffer. Andre stoffer tilbageholdes imellem sandfilterets sandkorn og det rensede vand udledes derfra via udløbsbrønden. Fra udløbsbrønden kan det rensede spildevand opsamles og evt. anvendes til passende formål.</p>	<p>Ligesom for andre anlæg vil det være muligt at udnytte det rensede vand fra det biologiske sandfilter til andre formål, hvis det var efterspurgt. Herudover skal det biologiske sandfilter med mellemrum have udskiftet sandet i filtret og det 'brugte' sand bliver typisk deponeret. Hvis det afhængigt af sandets forureningsgrad blev muligt at anvende sandet til egnede formål eller at vaske eller rense det, kunne omkostningerne til sandets udskiftning reduceres i forhold til i dag. På flere fælles spildevandsanlæg i dag vaskes sandet fra anlæggenes sandfang, og materialet anvendes efterfølgende til passende formål afhængigt af forureningsgraden.</p>

## Minirensesanlæg

<b>Genanvendelse af spildevandsanlægget</b>	<b>Udnyttelse af ressourcerne i spildevandet</b>	<b>Forretningsformer og cirkulær økonomi</b>
<p>Minirensesanlæg er typisk opbygget med en bundfældningstank, en biologisk tank samt en efterklaringstank. De tre tanke kan evt. være kombineret i én enhed. Afhængigt af det eksakte design af anlægget samt graden af slitage kan enkeltdele genbruges i andre minirensesanlæg efter endt brug.</p>	<p>I minirensesanlægget er det bakterier der nedbryder henholdsvis organisk materiale og forskellige kvælstofforbindelser. Evt. overskudsslam fra denne proces føres tilbage til bundfældningstanken, der tømmes af slamsuger med regelmæssige mellemrum, typisk ét år. Det rensede spildevand udledes til recipient, hvorfra det evt. kan opsamles og udnyttes til passende formål.</p>	<p>Nogle leverandører af minirensesanlæg tilbyder i dag turn-key-løsninger samt serviceaftaler der strækker sig over en længere årrække. Dét betyder at ejeren af anlægget har færre overvejelser og mindre usikkerhed omkring rensningen af sit spildevand i fremtiden. Sådanne muligheder kan evt. udbygges og komme til at omfatte fornyelse og bortskaffelse af minirensesanlægget, når det er nødvendigt samt løbende tømning af bundfældningstank og evt. udnyttelse af det rensede spildevand som ressource.</p>

## Kloakering

<b>Genanvendelse af spildevandsanlægget</b>	<b>Udnyttelse af ressourcerne i spildevandet</b>	<b>Forretningsformer og cirkulær økonomi</b>
<p>Kloaksystemet er bl.a. opbygget af hovedledninger, stikledninger samt et antal brønde, bygværk, pumper mv. De enkelte dele ligger oftest til udskiftning er nødvendigt, og genbrug er sjældent en mulighed, da der er tale om ét samlet system.</p>	<p>Spildevandet ledes gennem kloaksystemet til det fælles spildevandsrensningsanlæg. Der er her ofte mulighed for at udnytte såvel energipotentiale som indholdet af næringsstoffer i de store og stabile tilløbsmængder til anlægget. De fælles spildevandsrensningsanlæg modtager typisk også det opsugede slam fra bundfældningstankene til behandling og anlægstyperne supplerer derved hinanden.</p>	<p>De fælles spildevandsrensningsanlæg gennemgår pt. en transformation fra evt. flere mindre energiforbrugere til færre større energiproducenter. Samtidig er der på anlæggene stort fokus på hvordan næringsstofferne i spildevandet kan udnyttes bedre end i dag, og bl.a. fosfor som knap ressource er der interesse i at få separeret og udnyttet. For at dette kan ske mest muligt omkostningseffektivt, er det ofte nødvendigt at realisere nogle stordriftsfordele og samtidig havde den rette incitamentsstruktur for selskaberne bag de fælles spildevandsrensningsanlæg. Man kunne forestille sig at det førte til nye partnerskaber imellem offentlige, halvoffentlige og private aktører, der hver især så forskellige værdier i spildevandet og hver især var specialiserede i at realisere disse.</p>

## 7. Konklusion

Seks forskellige løsninger til decentral spildevandsrensning i det åbne land er i dette projekt blevet analyseret. De er blevet sammenlignet med kloakering og efterfølgende rensning på de fælles spildevandsanlæg, hvilket er den løsning, der for kommuner og spildevandsselskaber typisk vil være alternativ til de decentrale løsninger.

Muligheder og begrænsninger ved de forskellige løsninger er blevet gennemgået, herunder løsningernes renseseffekt, krav til afstand til grundvand og drikkevandsressourcer. Herudover er de relevante lovgivningsmæssige rammer for løsningerne og deres anlæg og drift blevet skitseret.

Typiske overvejelser og relevante problemstillinger i forhold til spildevandsrensning i det åbne land er endvidere blevet vurderet. Disse set fra såvel borgerens som spildevandsselskabets synsvinkel.

Endeligt er de gængse forretningsmodeller ved spildevandsrensning i det åbne land blevet inddraget i projektet. Herudfra er potentielt nye forretningsmodeller blevet afdækket og eksempler på deres implementering illustreret.

På baggrund af projektets analyse af totaløkonomien for de forskellige løsninger kan det konkluderes at anlægsomkostningerne for flere af anlægstyperne kan variere ganske betragteligt. Dette er især på grund af individuelle forhold på de enkelte ejendomme, hvor der kan være behov og udfordringer som fordrer større anlægsomkostninger end gennemsnittet f.eks. til omlægning af rør, separering af regn- og spildevand, genetablering af belægninger mv. Ud fra en gennemsnitsbetragtning er flere af løsningernes anlægsomkostninger dog sammenlignelige, men set over en længere tidsperiode, f.eks. 20 år eller derover, betyder niveauet for driftsomkostningerne mere og mere for løsningernes totaløkonomi. Især minirenselanlæggene fremstår i analysen som en relativ dyr løsning på grund af det årlige obligatoriske serviceeftersyn for disse og andre CE-mærkede biologiske og kemiske spildevandsanlæg. Ingen af de andre decentrale løsninger er underlagt lignende krav til deres dokumentation af renseseffekt, og deres årlige driftsomkostninger er derved ofte lavere.

I projektet er det blevet bekræftet at der til stadighed udvikles nye og videreudvikles på de eksisterende løsninger til rensning af spildevand i det åbne land. Herudover afprøves løbende nye forretningsmodeller og –former, godt hjulpet på vej af udviklingen i de teknologiske muligheder. Tankegangene bag cirkulær økonomitilgangen bør i den forbindelse også tages i betragtning, og i dette projekt er nogle af perspektiverne forsøgt illustreret i forhold til netop rensning af spildevand i det åbne land.

## 8. Litteraturliste

Aarhus Kommune, Spildevandsplan 2006-2009, 2005

Danske Kloakmestre, Løsninger til forbedret spildevandsrensning i det åbne land, brochure downloadet fra hjemmeside den 28/04-2016.

Danva, Rensning i det åbne land – En oversigt over løsningsmuligheder, 2005

Danva, Vejledning for spildevandsplanlægning for det åbne land, 2002

Energistyrelsen, Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, 2016 - version 3 af 25. april 2016

Forsyning Helsingør, Pressemeddelelse d.17. april 2015, <http://www.fh.dk/nyheder/udgifter-kloakering-aabne-land-hoejere-forventet>

Spildevand i det åbne land, Hedeselskabet, 2003. Indstik i Hedeselskabets tids-skrift Vækst 3-2002. 2. oplag.

Guldborgssund Kommune, Spildevandsplan 2014-2020, 11. september 2014, [http://www.guldborgssund.dk/da/Borger/UDVIKLING\\_I\\_KOMMUNEN/Planer/~media/Borger/UDVIKLING\\_I\\_KOMMUNEN/Planer/Spildevandsplan\\_2014\\_2020/Spildevandsplan%202014-2020.ashx](http://www.guldborgssund.dk/da/Borger/UDVIKLING_I_KOMMUNEN/Planer/~media/Borger/UDVIKLING_I_KOMMUNEN/Planer/Spildevandsplan_2014_2020/Spildevandsplan%202014-2020.ashx)

Horsens Kommune, Spildevand i det åbne land, informationsfolder downloadet fra hjemmeside den 29/4-2016.

Naturstyrelsen, Undersøgelse af hjælpemuligheder for grundejere ved spildevandsrensning i det åbne land, 2012

MST.dk

<http://MST.dk/vand/vand-i-hverdagen/spildevand/spildevand-uden-for-kloakerede-omraader/>

Orbicon, Økonomisk sammenligning af renseløsninger i det åbne land i Faxe Kommune, 2010.

Smith, M.; Nielsen, S.B.; Hauger, M.B.; Gabriel, S.; Eilersen, A.M.; Elle, M.; Henze, M.; Hoffmann, B. og Mikkelsen, P.S., Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - en casestudie om Hillerød kommune. Miljø & Ressourcer DTU og BYG DTU, Danmarks Tekniske Universitet, 2001.

LBK nr 1189 af 27/09/2016 samt LOV nr 132 af 16/02/2016.

BEK nr 726 af 01/06/2016

LBK nr 633 af 07/06/2010

Direktiv nr. 2000/60/EF af 23/10/2000

LOV nr. 1606 af 26/12/2013 om vandplanlægning

# Bilag 1: Involvering af interessenter

Fra starten af projektet har der været fokus på at involvere relevante interessenter i projektet. Der blev derfor afholdt en idégenereringsworkshop den 17. marts 2016 med relevante interessenter. Endvidere er udkast til nærværende rapport sendt i høring til deltagerne fra denne workshop med anmodning om kommentarer i perioden fra den 8. juli til den 22. august 2016.

## Rammerne for workshoppen

På idégenereringsworkshoppen den 17. marts 2016 deltog repræsentanter fra kommuner, forsyningsselskaber, leverandører og rådgivere, samt repræsentanter fra MST (tidligere Naturstyrelsen) og NIRAS. Fuld deltagerliste findes i nærværende bilag. Udvælgelse af deltagere blev drøftet med KL, DANVA og Dansk Miljøteknologi inden invitationen blev udsendt. Formålet med workshoppen var at:

- Skabe overblik over eksisterende anlægstyper og forretningsmodeller
- Udvikle løsninger og identificere konkrete udfordringer

Workshoppen var generelt præget af gruppediskussioner og meget få præsentationer i plenum.

## Konklusioner fra workshoppen

- Der bliver løbende udviklet nye anlægstyper over variationerne af de eksisterende anlægstyper. Projektet vil fremadrettet i den økonomiske analyse tage udgangspunkt de eksisterende anlæg, som blev diskuteret på workshoppen. Herunder blev det besluttet at der ikke arbejdes videre med rodzoneanlæg som ikke anvendes.
- Der bliver løbende arbejdet på og afprøvet nye forretningsmodeller (leasing mv). Projektet vil fremadrettet i den økonomiske analyse tage udgangspunkt de følgende tre forretningsmodeller: kontraktligt med-lemkab, decentralløsning for en lodsejer og spildevandslaug.
- Der er behov for at der stilles krav til monitorering af de eksisterende anlæg (pt ikke lovkrav).
- Der er behov for at der udarbejdes en godkendelsesprocedure, som gør det lettere for borgerne at vælge decentrale løsninger.
- Der er et generel behov for information og vidensdeling af de forskellige løsningsmuligheder (anlæg og forretningsmodeller).
- Der efterspørges økonomiske og gennemsigtige analyser som beslutningsgrundlag (særligt blev der efterspurgt økonomiske nøgletal fra forsyningsselskaberne).

## Resultatet af workshoppen

- Oversigt over eksisterende anlægstyper og forretningsmodeller

- Idékatalog over tekniske, praktiske og forretningsmæssige løsninger for spildevandsrensning i det åbne land

Idékataloget blev udviklet via en generering af idéer som blev grupperet som hhv. forretningsmodel, anlæg eller andre idéer for tre af grupperne, mens den fjerde gruppe valgte at anvende grupperingen: planlægning, anlæg og drift.

Idéerne blev genereret efter inspirationsoplæg om cirkulær økonomi af NIRAS, hvorefter der var en brainstorming i grupperne til generering af idéer. Grupperne udvalgte efterfølgende 1-3 idéer som blev præsenteret i plenum. Nedenstående er en liste over de ideer som blev udvalgt til uddybning og præsentation i plenum.

Nr.	Idéer der blev præsenteret i plenum	Type
1	Kontraktligt medlemskab af biogasanlæg	Forretningsmodel
2	Frivillig mærkningsordning/godkendelsesordning	Andet
8	Adgang til korrekt datagrundlag før beslutninger om anlægstype	Andet
9	Fremme af grøn omstilling indenfor brugen af enkeltanlæg ved genvinding af fosfor eller andre stoffer fra spildevandet	Andet
10	Én ansvarlig afdeling (kontor) på spildevand i det åbne land i NST (lidt uddybet)	Andet
21	Service aftale (leasing af en ydelse) et selskab tilbyder en ydelse til en privat borger	
V	Spildevandslaug skulle være mere anvendte (måske mere information?)	Planlægning
XV	Alle anlæg skal underlægges en kontrolordning, og der skal udføres analyse på alle typer anlæg (vigtig ift. konkurrenceparameter). Kommentar hertil: vi skal først have fokus på de mest forurende ting. Meget lidt forbedringspotentiale ved nedsivningsanlæg.	Drift

## Deltagerliste til udviklingsworkshop

<b>Kommune</b>		
Anders Reuss	Hedensted Kommune	<a href="mailto:anders.reuss@hedensted.dk">anders.reuss@hedensted.dk</a>
Anders Hansen	Åbenrå Kommune	<a href="mailto:ahan@aabenraa.dk">ahan@aabenraa.dk</a>
Hanne Jønsson	Lolland Kommune	<a href="mailto:haio@lolland.dk">haio@lolland.dk</a>
Jonas Larsen	Nordfyns Kommune	<a href="mailto:idl@nordfynskommune.dk">idl@nordfynskommune.dk</a>
Nikolaj Rasmussen	Guldborgsund Kommune	<a href="mailto:nira@guldborgsund.dk">nira@guldborgsund.dk</a>
Rasmus Bro Kruse	Assens Kommune	<a href="mailto:rkbro@assens.dk">rkbro@assens.dk</a>
<b>Forsyning</b>		
Bettina Simonsen	Klar Forsyning	<a href="mailto:bsi@klarforsyning.dk">bsi@klarforsyning.dk</a>
Dan Soltau	NK-Spildevand	<a href="mailto:dso@nk-forsyning.dk">dso@nk-forsyning.dk</a>
Kirsten Schmidt Nielsen	Århus Vand	<a href="mailto:ksn@aarhusvand.dk">ksn@aarhusvand.dk</a>
Line Virkelyst	Lolland Forsyning	
Peder Sørensen	Lolland Forsyning	<a href="mailto:pls@lollandforsyning.dk">pls@lollandforsyning.dk</a>
Per Helmiq Johansson	Munck Forsyningsledninger	<a href="mailto:phi@munck.dk">phi@munck.dk</a>
<b>Leverandør</b>		
Rene Kilian	Kilian Water Aps	<a href="mailto:info@kilianwater.com">info@kilianwater.com</a>
Peter Tårnhøj	BioKube	<a href="mailto:pt@biokube.dk">pt@biokube.dk</a>
Alexander Moseler	Water Systems	<a href="mailto:am@watersystems.dk">am@watersystems.dk</a>
Bo Holm Sørensen	Uponor Infra A/S	<a href="mailto:Bo.Sorensen@uponor.com">Bo.Sorensen@uponor.com</a>
Anne Barslund	Grundfos	<a href="mailto:abarslund@grundfos.com">abarslund@grundfos.com</a>
<b>Rådgivere</b>		
Michael Hjorteberg	Sweco Danmark A/S	<a href="mailto:michael.hjorteberg@sweco.dk">michael.hjorteberg@sweco.dk</a>
Peder S. Gregersen	Center for recirkulering	<a href="mailto:PSG@Pilerensning.dk">PSG@Pilerensning.dk</a>
Inge Faldager	Teknologisk Institut	<a href="mailto:if@teknologisk.dk">if@teknologisk.dk</a>
<b>Kloakmester</b>		
Henning Lübcke	Danske Kloakmestre	<a href="mailto:formand@danskekloakmestre.dk">formand@danskekloakmestre.dk</a>
Verner Kristensen	Kloakdoktoren	<a href="mailto:hamselv@kloakdoktoren.dk">hamselv@kloakdoktoren.dk</a>
<b>Andre</b>		
Mads Leerbech Jensen	Dansk Miljøteknologi	<a href="mailto:ml@danskmiljoteknologi.dk">ml@danskmiljoteknologi.dk</a>
Jan Howardy	Sommerhusejernes Landsforening	<a href="mailto:formand@mitsommerhus.com">formand@mitsommerhus.com</a>
Kaj Holdensen	Sommerhusejernes Landsforening	<a href="mailto:kasserer@mitsommerhus.com">kasserer@mitsommerhus.com</a>

Mikael deltog på vegne Verner Kristensen fra KloakDoktoren. Ove deltog på vegne af Per Helmiq Johansson fra Munck Forsyningsledninger. Dan Soltau fra NK-forsyning var desværre syg og deltog ikke. Desuden deltog: Katrine Rafn (delvis), Mathilde Aagaard Sørensen, Marie Brammer Nejrup, Torsten Duer fra MST (tidligere Naturstyrelse). Samt Rikke Carlsen, Lars-Christian Sørensen, Camilla Christensen og Marie Katrine Rasch fra NIRAS.

### Uddrag af kommentarer fra interesseret modtaget under høringen af udkast til rapporten

Som tidligere nævnt blev udkast til nærværende mail sendt i høring hos delta-gerne på idégenereringsworkshoppen. I de modtagne høringssvar indeholder en række tektnære kommentarer, som har givet anledning til rettelser i teksten. Nedenfor er kommentarer som har mere principiel karakter og som ikke har givet anledning til rettelser i teksten, men som er mere generelle kommentarer rettet mod problemstillingen omkring spildevandsrensning i det åbne land. Samtlige kommentarer er videregivet til MST.

KLAR Forsyning A/S anfører, at de forundres over at nedsivningsanlæg og deres renssevne ikke kritiseres mere. Det er tillige påpeget af KLAR Forsyning, at det godkendte renskrav til nedsivningsanlæggene (SOP) er anført fordi anlæggene ikke udleder til vandmiljøet, og ikke nødvendigvis fordi anlæggene renser til SOP krav inden udledning til grundvandet. Dette spørgsmål er imidlertid udenfor rammerne for nærværende rapport, hvorfor det ikke har givet anledning til nogle ændringer af rapporten. Høringssvar fra KLAR er videregivet til MST.

Guldborgsund Kommune har på vegne af en række kommuner afgivet et høringssvar hvori de peger på at "Det åbne land" dækker over meget forskellige områder og ejendomme, herunder også erhvervsejendomme, som ikke er indeholdt i analysen. Erhvervsejendomme er imidlertid udenfor rammerne for nærværende analyse, hvorfor det ikke har givet anledning til nogle ændringer af rapporten. Høringssvar er videregivet til MST.

Endvidere forslår Guldborgsund Kommune, at der gennemføres en spørgeundersøgelse hos grundejere eller kloakmestre, med henblik på at øget informationerne om omkostningerne ved de forskellige løsninger mv. Forslag til denne kortlægning er videregivet til MST.

Water Systems anfører, at der er en forskelsbehandling af minirenselanlæg ift. andre anlægstyper. Water System stiller spørgsmål til om det er rimeligt, at blandt alle decentrale løsninger er minirenselanlæg den eneste renseløsning, som løbende skal dokumentere renssevnen. Alle øvrige renseløsninger kører i deres levetid uden kontrol af, hvorvidt vandet renses iht. gældende krav. Endvidere anfører Water System at minirenselanlæg er det eneste anlæg, der tidligere var omfattet af en streng typegodkendelse, mens der nu er krav om CE-mærkning. Øvrige renseløsninger kan frit etableres iht. en vejledning fra Miljøstyrelsen. Dette er imidlertid udenfor rammerne for nærværende rapport hvorfor det ikke har givet anledning til nogle ændringer af rapporten. Høringssvar er videregivet til MST.

Biokube anfører i deres høringssvar, at den obligatoriske serviceordning for minirenselanlæg er både miljømyndighedernes og borgernes sikkerhed for at renseløsningen fungerer og at det udledte spildevand opfylder renskravene. Men det undrer Biokube, at det for alle andre renseløsninger er det besluttet at de virker uden nogen form for kontrol eller service. Dette er imidlertid udenfor rammerne for nærværende rapport hvorfor det ikke har givet anledning til nogle ændringer af rapporten. Høringssvar er videregivet til MST.

Biokube har tillige foreslået, at der gennemføres en større kortlæg af omkostningerne ved de forskellige løsninger. Dette er imidlertid udenfor rammerne for nærværende projekt, hvorfor det ikke har givet anledning til nogle ændringer af rapporten. Høringssvar fra Biokube er videregivet til MST.

Landsforeningen for fritidshusejere har påpeget, at når en kommune stiller krav om tilslutning til kloak i sommerhusområderne, skal kravet være begrundet med en VVM-undersøgelse eller i det mindste med en VVM-screening, som skal afgøre om der er miljømæssige årsager til en eventuel kloakering. Når der er mulighed for det, kan en trixtank (3 kamre) eller et pileanlæg være en mulighed. Landsforeningen ser gerne en egentlig lovgivning på området, således at når et sommerhus handles, skal der være den betingelse, at der skal forefindes en trixtank. Ellers skal der nedgraves samme og det samme gælder, hvis der er brud på en gamle nedsivningstank – kun en trixtank kan installeres. Høringssvar fra Landsforeningen er videregivet til MST.

# Bilag 2: Økonomisk analyse

## Typiske omkostninger til decentrale løsninger

Seks konkrete vurderinger<sup>30</sup> udgør datagrundlaget i det følgende afsnits beregninger af de typiske anlægs- og driftsomkostninger for decentrale løsninger til spildevandsrensning i det åbne land. Omkostningerne er angivet for det tilfælde hvor ejeren af en ejendom selv anlægger og driver sin egen decentrale løsning, dimensioneret til en enkelt husstand.

Som tidligere nævnt er de seks vurderinger bl.a. valgt, da de indeholder forskellige forudsætninger og derigennem repræsenterer den variation der kan være i forholdene på de enkelte ejendomme. Som et eksempel på forskellige forudsætninger kan nævnes DTU's vurdering af anlægsomkostningen for pileanlæg fra 2001. Denne vurdering inkluderer en behandlingsdel, bundfældningstank, pumpe m. el og trykrør samt ledningsomlægning. DTU's estimat af anlægsomkostningerne for pileanlæg er da også højest af de seks vurderinger. Den tilsvarende laveste vurdering af Hedeselskabet fra 2003 omfatter derimod ikke bundfældningstank og evt. omlægning af rør. For uddybende beskrivelse af særlige forhold for vurderingernes største og mindste værdier, herunder hvad der er inkluderet i vurderingerne, se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger.

## Anlægsomkostninger

I nedenstående tabel fremstår samletank og nedsivningsanlæg samlet set som de to løsninger med de i gennemsnit laveste anlægsomkostninger. De resterende løsningers gennemsnit for anlægsomkostningerne placerer sig derimod tættere på hinanden. Samletank og beplantet filteranlæg er de to løsninger hvor den relative forskel imellem laveste ("Min.") og højeste ("Max.") vurdering af anlægsomkostningerne er mindst. Modsat er forskellen relativt højest for nedsivningsanlæg og pileanlæg. En mulig forklaring på den større vurderede variation i anlægsomkostningerne for nedsivningsanlæg og pileanlæg vil være forskelle i størrelsen på anlæggene. Derudover er der eventuelt også regionale forskelle på anlægsomkostningen for anlæg af samme størrelse. For nedsivningsanlæg har variationen også baggrund i at nedsivningsanlæg er samlet under ét og inkluderer nedsivning ved gravitation, nedsivning ved tryk-satte systemer og nedsivning i sandmile.

Tabel 3 Intervaller for vurderinger af anlægsomkostninger (inflationsjusteret)

Anlægsomkostninger, inkl. moms (kr.)	Min.	Max.	Gns. af midelværdier
Samletank 6m <sup>3</sup>	20.000	30.000	25.798
Pileanlæg	19.595	108.744	74.059
Nedsivningsanlæg	13.298	93.916	43.056
Beplantet filteranlæg	50.000	70.000	60.000
Biologisk sandfilter	33.245	123.574	69.419
Minirensanlæg	35.000	122.336	76.628

Kilde: Se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger

<sup>30</sup> DTU, 2001, Danva, 2002, Hedeselskabet, 2003, Danva, 2005, Danske Kloakmestre, 2016 og Horsens Kommune, 2016.

## Driftsomkostninger

Ligesom for anlægsomkostningerne fremgår det af tabellen herunder at der er forskel på de gennemsnitlige middelværdier for driftsomkostningerne for de forskellige løsninger. Samletank og minirenselanlæg fremstår som de to løsninger med de i gennemsnit højeste driftsomkostninger, hvorimod de resterende løsninger placerer sig tættere på hinanden. Dette skyldes især at samletanken relativt til de andre løsninger oftere skal tømmes af slamsuger. For minirenselanlæggene er det især den lovpligtige årlige serviceordning jævnfør spildevandsbekendtgørelsens<sup>31</sup> §§ 33 og 34 der vil veje tungt i de årlige driftsomkostninger. Ingen af de andre løsninger har et lignende lovfæstet krav om årlig service, hvilket gør at disse løsningers forventede årlige driftsomkostninger ikke belastes på samme måde.

Laveste og højeste vurdering af driftsomkostningerne varierer i øvrigt imellem løsningerne. Forskellene afhænger især af hvor mange af de anvendte vurderinger, der har estimeret omkostningerne samt forudsætningerne for vurderingerne. F.eks. indeholder kun én af kilderne (DANVA, 2002<sup>32</sup>) en vurdering af de årlige driftsomkostninger for samletanke, hvorimod alle seks vurderinger har estimeret de årlige driftsomkostninger for minirenselanlæg. For yderligere beskrivelse af særlige forhold for vurderingernes største og mindste værdier, herunder hvad der er inkluderet i vurderingerne, se Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger.

**Table 4 Intervaller for vurderinger af driftsomkostninger (inflationsjusteret)**

Årlige driftsomkostninger inkl. moms (kr.)	Min.	Max.	Gns. af middelværdier
Samletank 6 m <sup>3</sup>	9.309	9.309	9.309
Pileanlæg	500	2.990	1.737
Nedsivningsanlæg	133	2.613	1.075
Beplantet filteranlæg	500	5.000	2.000
Biologisk sandfilter	133	4.100	1.635
Minirenselanlæg	2.613	7.612	5.078

Kilde: Se Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger

## Typiske omkostninger ved kontraktligt medlemskab

Når ejeren af en helårsbolig fra kommunalbestyrelsen modtager påbud om at forbedre spildevandsrensningen, skal påbuddet ifølge bekendtgørelse af lov om betalingsregler for spildevandsforsyningsselskaber § 7 a<sup>33</sup> følges af et tilbud om kontraktligt medlemskab af spildevandselskabet. Vælger ejeren af ejendommen at tage imod tilbuddet, står selskabet for anlæg og drift af en passende løsning. Ejeren af ejendommen skal til gengæld betale et engangsbeløb i form af standardtilslutningsbidrag samt løbende i årene fremover betale vandafledningsbidrag. Herudover skal ejeren af ejendommen selv afholde omkostningerne til evt. røromlægning og etablering af bundfældningstank på egen grund samt de løbende omkostninger til vedligeholdelse og drift af bundfældningstanken foruden el til anlægget. Tømning af bundfældningstanken – typisk én gang om året – står spildevandselskabet for.

På baggrund af ovenstående vil ejeren af ejendommen som minimum skulle betale tilslutningsbidraget ved indgåelsen af det kontraktlige medlemskab. Dette er under forudsætning af at der en fungerende bundfældningstank på ejendommen og at omlægning af ledninger og rør på ejendommen ikke er nødvendigt. Tilsvarende vil ejeren af ejendommen maksimalt skulle betale

<sup>31</sup> BEK nr 726 af 01/06/2016

<sup>32</sup> Vejledning for spildevandsplanlægning for det åbne land, Danva, 2002.

<sup>33</sup> LBK nr 633 af 07/06/2010

såvel tilslutningsbidrag som etablering af bundfældningstank og omlægning af rør på ejendommen. Disse scenarier er illustreret i nedenstående tabel sammen med et gennemsnitligt scenarie, hvor bundfældningstank og nye rør skal etableres men til gennemsnitlige omkostninger. For yderligere baggrund for værdierne angivet i tabellen se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger og Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner.

**Tabel 5 Engangsbetaling, kontraktligt medlemskab (inflationsjusteret)**

Engangsbetaling inkl. moms (kr.)	Min.	Max.	Gns. af middelværdier
Tilslutningsbidrag	35.694	36.073	35.757
Etablering af bundfældningstank	(13.063)	30.000	19.488
Omlægning af rør	(13.593)	27.186	14.211
Ejendommens ejers engangsbetaling, i alt	35.694	93.259	69.456

Kilde: Se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger, Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger og Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner

De årlige omkostninger for ejendommens ejer ved kontraktligt medlemskab vil som det fremgår af nedenstående tabel i høj grad afhænge af niveauet for det variable vandafledningsbidrag. Det faste vandafledningsbidrag er nogenlunde på samme niveau og det samme antages at gælde for vedligeholdelse af bundfældningstanke. For yderligere baggrund for omkostningerne angivet i nedenstående tabel se Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner.

**Tabel 6 Årlige omkostninger, kontraktligt medlemskab i udvalgte kommuner**

Årlige omkostninger inkl. moms (kr.)	Min.	Max.	Gns. af middelværdier
Vandafledningsbidrag (variabelt) (170m <sup>3</sup> /år)	4.672 (DKK 27,48 /m <sup>3</sup> )	10.540 (DKK 62,00 /m <sup>3</sup> )	7.544
Vandafledningsbidrag (fast)	625	754	704
Vedligeholdelse af bundfældningstank	-	-	-
Ejendommens ejers årlige omkostninger, i alt	5.297	11.294	8.248

Kilde: Se Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner

### Omkostninger ved kloakering i det åbne land

I henhold til miljøbeskyttelseslovens § 32<sup>34</sup> er det kommunalbestyrelsen der udarbejder spildevandsplanen for kommunen. Det er naturligvis i kommunalbestyrelsens interesse at spildevandsplanen efterfølgende i praksis kan implementeres. Dette fordrer en løbende dialog med det relevante spildevandsselskab, som skal stå for implementeringen af planen, blandt andet i forhold til fastsættelse af anlægs- og driftsbudgetter til en evt. kloakering i det åbne land.

### Anlægsomkostninger

Erfaringer med kloakering i det åbne land fra kommuner, spildevandsselskaber og rådgivere indikerer at spildevandsselskabernes anlægsomkostninger til kloakering i det åbne land – i nogle tilfælde tryksat – typisk ligger imellem DKK 75.000-125.000/ejendom ekskl. moms angiv-

<sup>34</sup> LBK nr 1189 af 27/09/2016

vet i 2016-priser. Der er dog også eksempler på projekter, hvor anlægsomkostningen har vist at være større, og grundene hertil varierer.

Det kan i øvrigt i nogle tilfælde være misvisende alene at opgøre anlægsomkostningerne per ejendom. F.eks. kan den demografiske udvikling fra spildevandsplanens vedtagelse til dens implementering gøre at anlægsomkostningen til kloakering fremstår højere end ventet. Man kan forestille sig en situation, hvor kloakeringen påbegyndes i henhold til spildevandsplanen, men at færre ejendomme end forventet tilsluttes, da ejendommene i mellemtiden fraflyttes, nedrives e.l. Derved bliver anlægsomkostningen per ejendom højere i end budgettet, men samlet set eventuelt lavere end i samme budget.

Ud over spildevandsselskabet har ejerne omkostninger i forbindelse med at deres ejendomme kloakeres. Først og fremmest skal de betale tilslutningsbidrag ligesom de skal ved kontraktligt medlemskab. Derudover vil de typisk have yderligere omkostninger til at føre ledninger på egen grund frem til det af spildevandsselskabet etablerede stik udenfor matriklen samt til bortledning af regnvand. Størrelsen af disse omkostninger vil variere og ifølge en opgørelse af Naturstyrelsen, nu MST, fra 2012<sup>35</sup> typisk være imellem 15-45.000 kr. Dette svarer i 2016-priser til 15.743-47.228 kr. Indenfor dette interval ligger også lignende vurderinger af DTU fra 2001<sup>36</sup> og af Danva fra 2005<sup>37</sup>.

**Tablet 7 Intervaller for anlægsomkostninger ved kloakering**

Anlægsomkostninger (kr.)	Min.	Max.	Gns. af middelværdier
Tilslutningsbidrag (inkl. moms)	35.694	36.073	35.757
Bortledning af regnvand og ledning til skel (inkl. moms)	15.743	47.228	31.486
Ejendommens ejers omk., i alt (inkl. moms)	51.437	83.301	67.243
Spildevandsselskabets anlægsomkostninger (ekskl. moms)	75.000	125.000	100.000
Spildevandsselskabets anlægsomkostninger (inkl. moms)	93.750	156.250	125.000
Anlægsomkostninger, i alt (inkl. moms)	109.493	203.478	156.486

Kilde: Se ud over ovenstående Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner samt *Undersøgelse af hjælpemuligheder for grundejere ved spildevandsrensning i det åbne land, Naturstyrelsen, 2012*

### Driftsomkostninger

For så vidt angår omkostninger til drift og vedligeholdelse af kloakering i det åbne land varierer disse bl.a. med spildevandsselskabets strategi: Nogle selskaber vælger pumper og pumpestationer med en relativt lav indkøbspris, men også med en levetid der er lavere end andre og dyrere pumper og derved højere vedligeholdelsesomkostninger.

Herudover kan det være en del af driftsstrategien at selskabets egne ansatte drifter og vedligeholder større dele af forsyningens anlæg end andre lignende selskaber. Erfaringer med kloake-

<sup>35</sup> Undersøgelse af hjælpemuligheder for grundejere ved spildevandsrensning i det åbne land, Naturstyrelsen, 2012

<sup>36</sup> Smith, M.; Nielsen, S.B.; Hauger, M.B.; Gabriel, S.; Eilersen, A.M.; Elle, M.; Henze, M.; Hoffmann, B. og Mikkelsen, P.S. (2001): Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - en casestudie om Hillerød kommune. Miljø & Ressourcer DTU og BYG•DTU, Danmarks Tekniske Universitet.

<sup>37</sup> Rensning af spildevand i det åbne land – En oversigt over løsningsmuligheder, Danva, 2005.

ring i det åbne land fra forsyninger indikerer årlige driftsomkostninger imellem DKK 1.000-2.000/ejendom ekskl. moms, altså DKK 1.250-2.500/ejendom inkl. moms, men der synes at være større variation i disse omkostninger f.eks. afhængigt af ovennævnte vedligeholdelsesstrategi.

For både anlægs- og driftsomkostningerne til kloakering i det åbne land gælder i øvrigt at behandlingen af spildevandet videre i systemet bør tages i betragtning. Er kapacitetsudvidelser f.eks. nødvendige på spildevandsselskabets rensningsanlæg og/eller stiger driftsomkostningerne til hovedledninger og spildevandsselskabets rensningsanlæg som følge af den øgede mængde spildevand fra det åbne land bør disse omkostninger naturligvis også regnes med i opgørelsen af kloakeringsløsningens samlede omkostninger.

Ejerne af ejendommene der er kloakeret vil have årlige omkostninger til vandafledningsbidraget samt til vedligeholdelse af ledninger og rør på egen grund. Sidstnævnte antages dog at være sammenlignelige med tilsvarende omkostninger for de decentrale løsninger og opgøres derfor ikke selvstændigt her.

#### **Spildevandsrensning i Guldborgsund Kommune**

Guldborgsund Forsyning og kommunen har ved hjælp af spildevandsplanen<sup>38</sup> siden 2010 arbejdet hen imod forbedret spildevandsrensning i blandt andet kommunens åbne land. I perioden 2010-14 er en del ejendomme blevet kloakeret; primært ved hjælp af tryksat kloakering og i spildevandsplanen for 2014-2020 angives en skønnet enhedspris på DKK 87.000 pr. ejendom ekskl. moms i 2013-priser. Det svarer til knapt DKK 90.000 ekskl. moms i 2016-priser eller cirka DKK 112.000 inkl. moms.

Guldborgsund Forsyning modtager i 2016 omkring DKK 36.000 i tilslutningsbidrag per ejendom der tilsluttes den fælles spildevandsrensning og herefter cirka DKK 45/m<sup>3</sup> i vandafledningsafgift. Anlægsomkostningen for forsyningen vil skønsmæssigt altså være ca. DKK 54.000 netto i 2016-priser. Herudover kommer administrationsomkostninger for kommune og forsyningsselskab i forbindelse med etableringen af stik eller pumpestationer til de enkelte ejendomme.

Driftsomkostningerne til den tryksatte kloakering udgøres af pumpestationernes elforbrug, men en endnu større omkostning kan være udskiftning og vedligehold af pumpestationerne. For at kunne opgøre disse omkostninger kræves flere års drift, da de første år kan være præget af opstartsvanskeligheder og justeringer.

#### **Kloakering i det åbne land omkring Helsingør**

Et eksempel på et kloakeringsprojekt i det åbne land, hvor anlægsomkostningerne blev vurderet højere end forventet fra starten er fra Forsyning Helsingør. Her satte man i april 2015 en igangværende kloakering af 124 ejendomme i det åbne land i Bøtterup, Plejelt, Havreholm, Tinkerup og Skovhuse<sup>39</sup> i bero. Dette skete på baggrund af opdaterede vurderinger af anlægsomkostningerne, der ikke længere var DKK 120.000/ejendom men henimod det dobbelte og i enkelte tilfælde op imod DKK 290.000/ejendom.

<sup>38</sup> Guldborgssund Kommune, Spildevandsplan 2014-2020, 11. september 2014, [http://www.guldborgsund.dk/da/Borger/UDVIKLING\\_I\\_KOMMUNEN/Planer/~media/Borger/UDVIKLING\\_I\\_KOMMUNEN/Planer/Spildevandsplan\\_2014\\_2020/Spildevandsplan%202014-2020.ashx](http://www.guldborgsund.dk/da/Borger/UDVIKLING_I_KOMMUNEN/Planer/~media/Borger/UDVIKLING_I_KOMMUNEN/Planer/Spildevandsplan_2014_2020/Spildevandsplan%202014-2020.ashx)

<sup>39</sup> Forsyning Helsingør, Pressemeddelelse d.17. april 2015, <http://www.fh.dk/nyheder/udgifter-kloakering-aabne-land-hoejere-forventet>

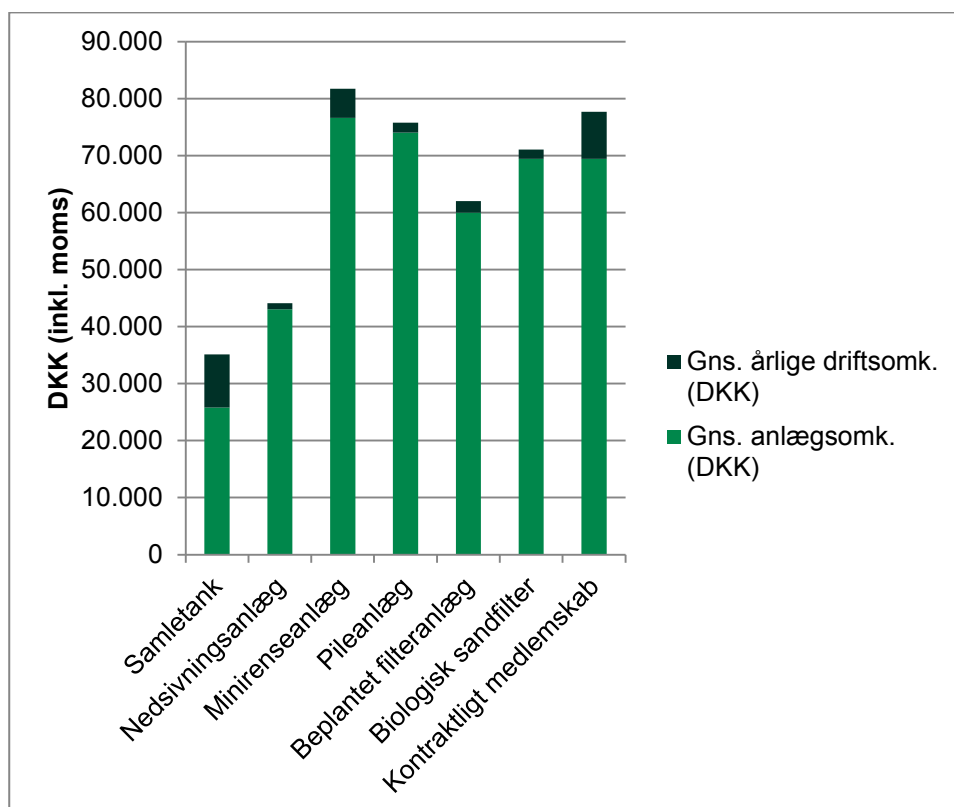
### Totaløkonomisk metode til sammenligning af løsninger

Når private husejere eller kommuner skal beslutte hvilken af de mulige løsninger til spildevandsrensning i det åbne land, der er den økonomisk mest fordelagtige, vil de ofte i et eller andet omfang anvende en totaløkonomisk metode. Det er derfor den tilgang, der anvendes i de følgende afsnit.

#### Fra borgerens synsvinkel

Når kommunen udsender påbud om at forbedre spildevandsrensningen på en ejendom indeholder det tilbuddet om kontraktligt medlemskab. Derved står borgeren som modtager af påbuddet overfor valget imellem at etablere sin egen private løsning eller at tage imod tilbuddet om kontraktligt medlemskab og lade spildevandsselskabet etablere en egnet løsning. Med udgangspunkt i de tidligere nævnte gennemsnit for anlæg- og driftsomkostninger fra de nævnte vurderinger fordeler omkostningerne sig derved således:

Figur 25 Anlægs- og driftsomkostninger inkl. moms (gns. omkostninger)



Kilde: Se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger, Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger og Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner

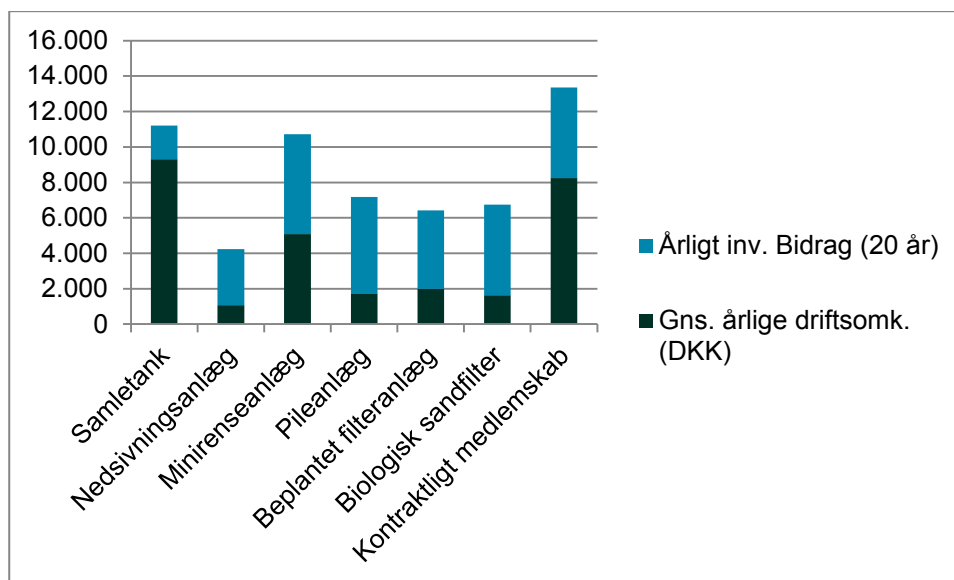
Som det fremgår af figuren samt tidligere tabeller er de laveste anlægsomkostninger typisk forbundet med etableringen af en samletank. Herefter følger oftest nedsivningsanlæg og beplantet filteranlæg, imens anlægstyperne biologisk sandfilter, pileanlæg og minirensesanlæg er tættere på hinanden. Anlægsomkostningerne for kontraktligt medlemskab er i disse beregninger også på niveau med sidstnævnte anlægstyper. Det skal i den forbindelse bemærkes at kontraktligt medlemskab i denne gennemsnitsberegning 'belastes' omkostningerne til etablering

af bundfældningstank (DKK 19.488) og omlægning af rør (DKK 14.211) jf. ovenstående tabel.

Rækkefølgen for anlægsomkostninger gælder dog sædvanligvis ikke for anlægstypernes årlige driftsomkostninger, hvor samletanke typisk er dyrest og kontraktligt medlemskab næstmest dyrt under de tidligere angivne forudsætninger. De resterende anlægstyper har mere sammenlignelige årlige driftsomkostninger med undtagelse af minirensenanlæg, der i gennemsnit ligger lidt højere på grund af det lovpligtige årlige tilsyn og i nogle tilfælde også udgifter til fosforfældning.

Ses omkostningerne over en længere tidshorisont og fordeles den initiale anlægsomkostning derved ud på flere perioder bliver de årlige omkostninger til de forskellige løsninger herved mere sammenlignelige. I figurene herunder er anlægsomkostningerne omregnet til et årligt investeringsbidrag ved anvendelse af en årlig kalkulationsrentefod på 4%. Driftsomkostningerne er derudover angivet i faste priser.

**Figur 26** Årlige driftsomkostninger og investeringsbidrag (20 år)

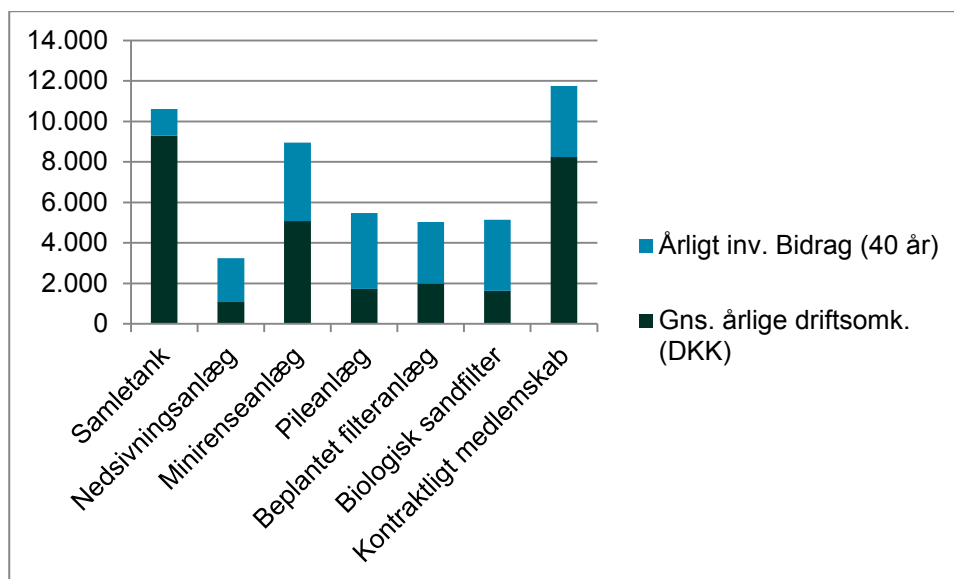


Kilde: Se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger, Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger og Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner

Af ovenstående fremgår det at nedsivningsanlæg under de angivne forudsætninger er den økonomisk mest fordelagtige løsning med en årlig omkostning omkring DKK 4.200. Herefter følger beplantet filteranlæg, biologisk sandfilter og pileanlæg ganske tæt imellem DKK 6.400-7.200 årligt imens samletank og minirensenanlæg ligger fra DKK 10.700-11.200 årligt. Kontraktligt medlemskab fremstår her som den relativt dyreste løsning til samlet set DKK 13.300 årligt.

Herunder er samme beregning foretaget men for en tidshorisont på 40 år.

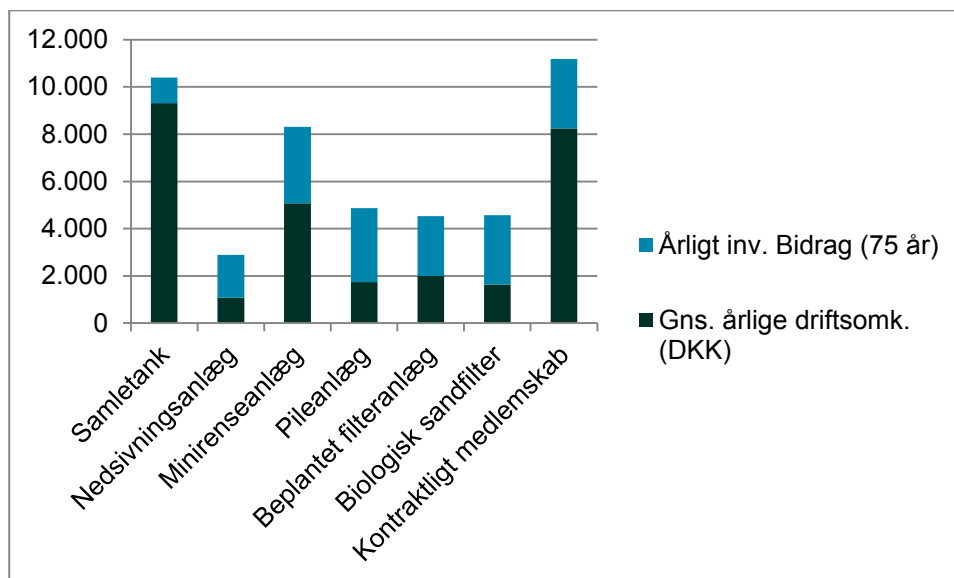
**Figur 27 Driftsomkostninger og investeringsbidrag (40 år) (gns. løsning)**



Kilde: Se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger, Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger og Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner

Igen er samme beregning foretaget men for en tidshorisont på 75 år.

**Figur 28 Driftsomkostninger og investeringsbidrag (75 år) (gns. løsning)**



Kilde: Se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger, Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger og Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner

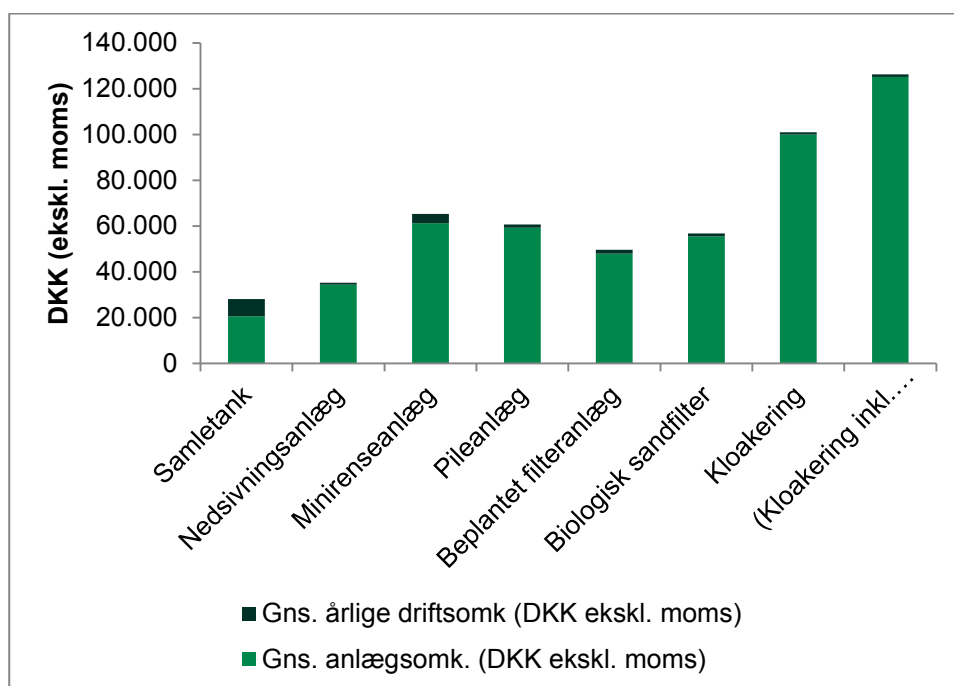
For tidshorisonterne på 40 og 75 år ændrer rangeringen af løsningerne ift. de årlige omkostninger sig ikke fra tidshorisonten på 20 år, men f.eks. minirensesanlæggets årlige omkostninger falder set ift. henholdsvis samletank og kontraktligt medlemskab. Der er i ovenstående omkostninger ikke taget højde for evt. omkostninger til mere omfattende og påkrævet vedligehold af de

forskellige løsninger, da det primært er hensigten at illustrere hvorledes det årlige investeringsbidrag falder med tidshorizonten, og hvordan de årlige driftsomkostninger derved får forholdsmæssigt større og større betydning for de samlede årlige omkostninger for løsningerne.

### Fra spildevandsselskabets synsvinkel

Spildevandsselskabet kan stå overfor valget imellem enten at prioritere kloakering eller etablering af en decentral løsning under kontraktligt medlemskab. Herunder er omkostningerne svarende til ovenfor for borgeren illustreret. Omkostningerne er korrigeret for moms, men ikke for tilslutningsbidraget da det vil være det samme uanset løsning. Der er til forskel fra beregningerne ovenfor for borgeren anvendt en lavere kalkulationsrente på 2 %, da den antages at afspejle spildevandsselskabernes realrente. Kloakering er ligeledes angivet, hvor de gennemsnitlige omkostninger til omlægning af rør (DKK 25.188 ekskl. moms) for ejeren af ejendommen ("borgeren") er inkluderet i de samlede omkostninger til kloakering.

**Figur 29 Anlægs- og driftsomkostninger ekskl. moms (gns. omkostninger)**

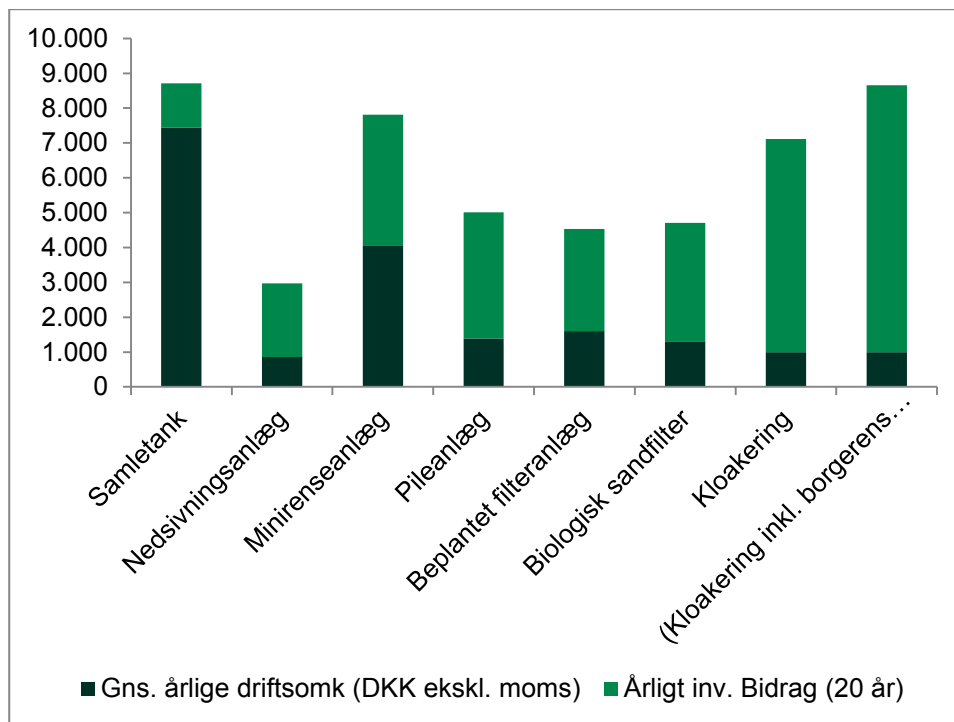


Kilde: Se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger og Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger

Som det fremgår af figuren er der initialt større anlægsomkostningerne forbundet med kloakering set i forhold til de andre løsninger, men de årlige driftsomkostninger er i denne beregning forholdsvist lave.

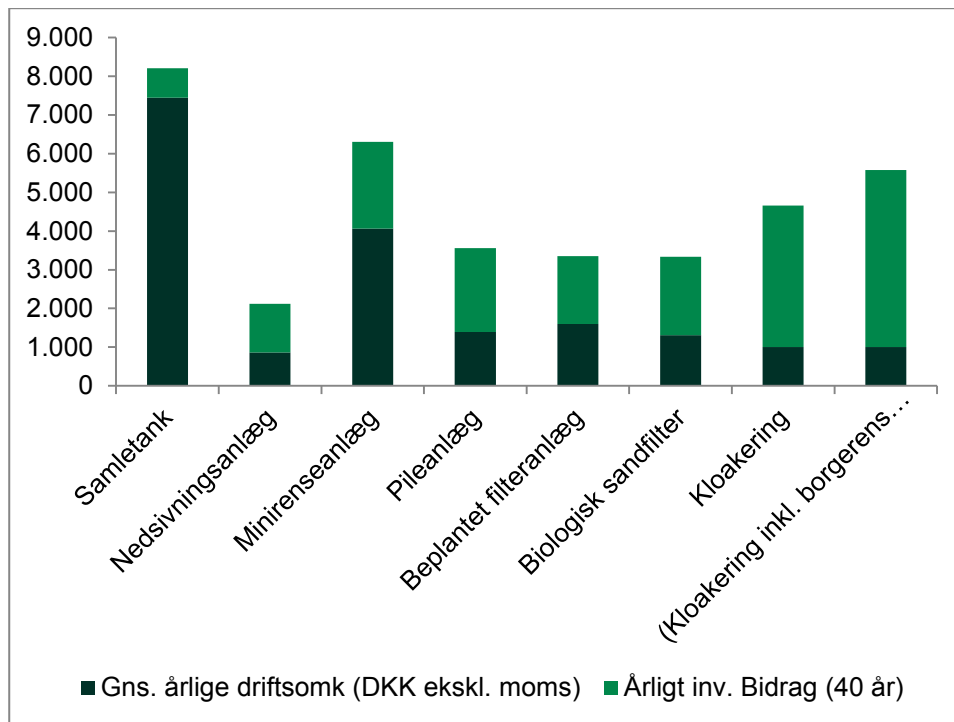
Sammenlignes løsningerne som ovenfor over en længere tidsperiode ses nedenstående udvikling.

Figur 30 Driftsomkostninger og investeringsbidrag for selskabet (20 år)



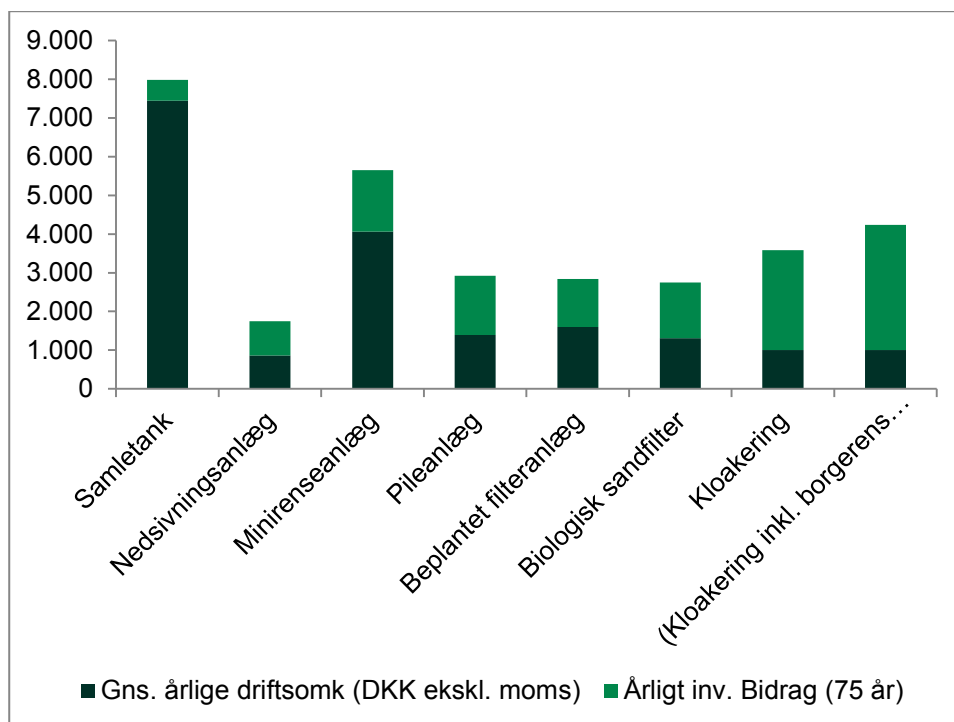
Kilde: Se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger og Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger

Figur 31 Driftsomkostninger og investeringsbidrag for selskabet (40 år)



Kilde: Se Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger og Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger

Figur 32 Driftsomkostninger og investeringsbidrag for selskabet (75 år)



Kilder: Se Bilag 4: Vurderinger af anlægsmkostninger og Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger

Det fremgår af ovenstående figurer hvordan nedsivningsanlæg, pileanlæg, beplantede filteranlæg og biologisk sandfilter under de angivne forudsætninger fremstår som samlet set økonomisk mere fordelagtige løsninger end henholdsvis kloakering, minirensesanlæg og samletank. I praksis vil et spildevandsselskab dog næppe vælge en samletank som løsning til den angivne årlige driftsomkostning. Herudover kan selskabet evt. opnå en lavere årlig driftsomkostning til minirensesanlæg – især hvis stordriftsfordele kan opnås med flere minirensesanlæg f.eks. gennem en serviceaftale med ekstern leverandør.

## Følsomheder

Centrale antagelser der kan ændre de forskellige løsningers årlige omkostninger er f.eks.

- **Samletank:** De årlige gennemsnitlige driftsomkostninger for samletanken udgøres primært af udgifter til tømning af tanken. I ovenstående er de årlige driftsomkostninger til tømningen sat til DKK 9.309 på baggrund af Danva, 2002. Priserne for tømning af samletanke og behandling af spildevandet varierer alt efter kommune samt forholdene på den ejendom, hvor samletanken befinder sig. Det betyder selvsagt at ejendomme med samletank og produktion af mindre mængder spildevand (f.eks. sommerhuse) kan opleve væsentligt mindre årlige driftsomkostninger end ovenfor angivet. Modsat kan en større produktion af spildevand, der ledes til samletank, betyde at de årlige driftsomkostninger er større. Derfor vil en samletank oftest egne sig bedst til ejendomme med mindre mængder produceret spildevand.
- **Nedsivningsanlæg:** Gunstige jordbundsforhold (ikke-leret jord), tilstrækkelig lav grundvandsstand (minimum 1 meter fra anlæg til højeste grundvandsstand) og afstandskrav (til vandindvinding, til vandløb søer og hav samt andre nedsivningsanlæg) er afgørende.

de for om nedsivningsanlægget kan etableres. Anlægsomkostningen til nedsivningsanlægget kan blive højere end angivet ovenfor, hvis der f.eks. skal etableres sandmille eller der efterfølgende skal ske en dyr reetablering af det berørte areal. De angivne driftsomkostninger for nedsivningsanlæg kan ligeledes blive større i tilfælde hvor silvestrengene ofte skal spules eller endda udskiftes efter få år.

- *Minirenselanlæg:* Set i forhold til nedsivningsanlæg, pileanlæg, beplantet filteranlæg og sandfilter har minirenselanlægget et nogenlunde tilsvarende investeringsbidrag i beregningerne ovenfor. Minirenselanlægget har imidlertid i beregningerne større årlige driftsomkostninger end de nævnte andre anlæg, og dets økonomiske fordelagtighed er derved følsom overfor netop niveauet for denne.
- *Pileanlæg:* Anlægsomkostningen til pileanlæg varierer regionalt, og kan pileanlægget etableres med lavere anlægsomkostninger, er ovenstående årlige investeringsbidrag naturligvis lavere.
- *Beplantet filteranlæg:* Som for pileanlæg varierer anlægsomkostningen til beplantede fiberanlæg regionalt og reetableringsomkostningerne kan også variere. Kan et beplantet filteranlæg etableres med lavere anlægsomkostninger herunder til reetablering, falder ovenstående årlige investeringsbidrag.
- *Kontraktlig medlemskab:* Tilslutningsbidraget er sammenligneligt i de fleste kommuner, men vandafledningsafgiften vil variere. Den årlige omkostning til vandafledning vil derfor variere fra kommune til kommune, og den vil derved være afgørende for om kontraktligt medlemskab viser sig mest økonomisk fordelagtigt set i forhold til andre løsninger.
- *Kloakering:* Anlægsomkostningen til kloakering varierer ligesom for de andre løsninger. Kommunerne reviderer dog løbende spildevandsplanerne, hvorved der er mulighed for at udsætte eller skrinlægge kloakeringsprojekter, såfremt de viser sig at være dyrere end budgetteret. Med hensyn til at beregne og vurdere de årlige driftsomkostninger for kloakering opgjort per ejendom, kan det i mange tilfælde være vanskeligt. Dette primært fordi der oftest anlægges gennemsnitsbetragtninger i opgørelserne i kraft af at marginalbetragtninger på ejendomsniveau vanskeligt lader sig gøre, eller i bedste fald kræver en stor arbejdsindsats samt en række antagelser.

## Vurdering af løsningerne – supplerende parametre

Som nævnt tidligere i afsnittet om metode blev opgørelserne over løsningernes totaløkonomi desuden hvor der var et egnet vurderingsgrundlag suppleret af en oversigt over en række yderligere parametre. Parametrene blev for hver løsning angivet som 'lav', 'mellem' eller 'høj' ud fra hvordan løsningerne indbyrdes placerede sig<sup>40</sup>. Parametrene, som løsningerne blev vurderet på, er:

- *Ressourceeffektivitet og bidrag til cirkulær økonomi:* Løsningens samlede årlige forbrug af relevante input:
  1. El (kWh eller kr./år)
  2. Kemikalier (typisk fosforfældningsvæske) (liter eller kr./år)

<sup>40</sup> En tilsvarende tilgang i form af opstilling af en række 'vurderingskriterier' er tidligere anvendt i vurderinger af spildevandsløsninger i det åbne land bl.a af Danmarks Tekniske Universitet uden at der dog er direkte sammenfald imellem vurderingskriterierne deri og parametrene angivet her. Se evt. Smith, M.; Nielsen, S.B.; Hauger, M.B.; Gabriel, S.; Eilersen, A.M.; Elle, M.; Henze, M.; Hoffmann, B. og Mikkelsen, P.S. (2001): Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - en casestudie om Hillerød kommune. Miljø & Ressourcer DTU og BYG•DTU, Danmarks Tekniske Universitet.

3. Vedligeholdelse og service (timer eller kr./år)

4. Antal tømninger samt tømte mængder ( $m^3$  eller kr./år)

Herudover yderligere bidrag til cirkulær økonomi angivet ved at estimere markedsværdien af de output fra løsningen, som har en salgsværdi.

- *Miljøbeskyttelse*: Operationaliseringen af miljøbeskyttelsen ved angivelse af løsningens mulige rensklasser relativt til de andre løsninger i analysen.
- *Teknisk fleksibilitet og kapacitet*: Løsningens tilpasningsmuligheder til varierende produktion. Tilpasningsmulighederne til varierende produktion angivet som forholdet mellem den minimalt krævede spildevandsmængde ( $>0$ ) og den maksimalt mulige behandlede spildevandsmængde for det samme anlæg.
- *Økonomisk fleksibilitet*: Andelen af de samlede anlægsomkostninger, der er bundet til den pågældende løsning: Hvad er værdien af den del af løsningen, der kan fungere med en anden alternativ løsning, relativt til de initiale anlægsomkostninger?

**Tabel 8 Supplerende parametre for løsningerne**

	<b>Ressourceeffektivitet og bidrag til cirkulær økonomi</b>	<b>Miljøbeskyttelse (renseklasser)</b>	<b>Teknisk fleksibilitet og kapacitet</b>	<b>Økonomisk fleksibilitet</b>
Samletank 6m <sup>3</sup>	El: Lav (DKK 0/år) Kemikalier: Lav (0 DKK/år) Vedligehold: Lav Tømning: Høj (0-.../år)	Høj (O, SO, OP, SOP***)	Høj (0-...PE)	Lav (0%)
Pileanlæg	El: Lav (DKK 100-200) Kemikalier: Lav (0 DKK/år) Vedligehold: Lav-Mellem Tømning: Mellem (1 gang/år) Cirkulær økonomi: Mellem	Høj O, SO, OP, SOP	Mellem	Mellem (20%)
Nedsivningsanlæg	El: Lav (ca. DKK 500) Kemikalier: Lav (0 DKK/år) Vedligehold: Lav-Mellem Tømning: Mellem (1 gang/år)	Høj O, SO, OP, SOP	Mellem (1-5 PE, 6-10 PE osv.)****	Mellem (20%)
Beplantet filteranlæg	El: Lav (ca. DKK 200) Kemikalier: Lav-Mellem (DKK 450-800/år) Vedligehold: Lav-Mellem Tømning: Mellem (1 gang/år)	Mellem-Høj O, SO, OP, SOP*	Mellem (1-5 PE, 6-10 PE osv.)****	Mellem (30%)
Biologisk sandfilter	El: Lav (ca. DKK 200) Kemikalier: Lav-Mellem (DKK 450-800/år) Vedligehold: Lav-Mellem Tømning: Mellem (1 gang/år)	Mellem-Høj O, SO, OP, SOP*	Mellem (1-5 PE, 6-10 PE osv.)****	Mellem (20%)
Minirenselanlæg	El: Lav (ca. DKK 700-1300/år) Kemikalier: Lav-Mellem (DKK 450-800/år) Vedligehold: Lav-Mellem Tømning: Mellem (1 gang/år)	Høj O, SO, OP, SOP**	Mellem (1-5 PE, 6-10 PE osv.)****	Mellem (20%)
Kloakering	El: Lav (DKK 200-400) Kemikalier: Lav (fælles anlæg) Vedligehold: Lav-Mellem Tømning: Lav (Ingen)	Høj O, SO, OP, SOP**	Høj (0-...PE)	Lav (0%)

- \* Opfylder som standard O og SO, men kan ved installering af fosforfælningsbrønd evt. opfylde krav ift. fosfor også. Dette kan variere fra kommune til kommune.
- \*\* Minirenselanlæg skal i Danmark typegodkendes og af denne godkendelse vil renseklassen fremgå.

- \*\*\* Rensningen af spildevandet foretages på fælles spildevandsrensningsanlæg
- \*\*\*\* Jf. MST's vejledninger.

Som det fremgår af ovenstående oversigt er de fleste løsninger relativt effektive, når det kommer til deres elforbrug: Ingen af løsningerne synes i sig selv at være meget energislugende. Det samme gælder ift. løsningernes direkte kemikalieforbrug (fosforfældningsvæske), der doseres og derved fremstår ganske moderat. Vedligehold på forskellige anlæg vil variere, men er løsningerne dimensioneret og anlagt hensigtsmæssigt fra starten er der ikke klare indikationer af at nogle løsninger kræver væsentligt mere vedligeholdelse end andre. Med hensyn til antallet af tømninger skiller samletanken sig naturligt ud, hvorimod de andre løsninger er mere sammenlignelige. Pileanlæg er i øvrigt den eneste løsning hvor bidraget til cirkulær økonomi er angivet til 'mellem'. Dette er på baggrund af at pileanlæggenes pil har en – om end begrænset – værdi som f.eks. brændsel. De andre løsninger har ingen angivelse ift. cirkulær økonomi, da de ikke umiddelbart har output med en tydelig markedsværdi.

Mulighederne for at beskytte miljøet er gode med alle de nævnte løsninger, der kan leve op til de angivne renskrav. Nogle løsninger kræver dog evt. installation af fosforfældningsbrønd for at de opfylder det højeste renskrav SOP.

Løsningernes tekniske fleksibilitet og kapacitet varierer men er generelt set på et sammenligneligt niveau. Derimod er der større forskel i deres økonomiske fleksibilitet, som er angivet som en procentsats. Procentsatsen er beregnet ved at antage en omkostning på bundfældningstank og røromlægning på DKK 20.000 og dele med den tidligere angivne maksimale anlægsomkostning for løsningerne angivet i vurderingerne. Samletanke og kloakering kombineres ikke med bundfældningstank og disse løsninger vurderes derved lavt på denne parameter.

## Fordeling af omkostninger

Afhængigt af forretningsmodel (egen privat løsning, kontraktligt medlemskab eller spildevandslaug) vil såvel anlægs- som driftsomkostningerne fordeles forskelligt. I tabellerne herunder en skematisk oversigt for hver af de tre forretningsmodeller, der angiver hvem betalingen sker fra ('Fra') og til hvem ('Til').

**Tabel 9 Fordeling af omkostninger – egen privat spildevandsløsning**

<b>Privat spildevands- løsning</b>				
	Husholdning (grundejer)	Spildevandsselskab	Stat	Erhverv
Etablering af anlæg	Fra			Til
Evt. ny bundfældning- stank	Fra			Til
Evt. omlægning af rør på egen grund	Fra			Til
Evt. ændringer ved el og vand på egen grund	Fra			Til
Evt. tilslutningsbidrag				
Evt. omk. til tingslys- ning (laug)				
Evt. omk. til erstat- ning (laug)				
Evt. andre omk. til etablering af laug.				
Omk. El	Fra			Til
Tømning af bund- fældningstank	Fra	(Via)		Til
Serviceaftale (mini- reenseanlæg o.a.)	Fra			Til
Vedligeholdelse af anlæg	Fra			Til
Vedligeholdelse af bundfældningstank og rør på egen grund	Fra			Til
Vandafledningsbidrag				
Spildevandsafgift (stat)	Fra		Til	

Kilde: Egen tilvirkning

**Tabel 10 Fordeling af omkostninger – kontraktligt medlemskab**

<b>Kontraktligt medlemskab</b>				
	Husholdning (grundejer)	Spildevandsselskab	Stat	Erhverv
Etablering af anlæg		Fra		Til
Evt. ny bundfældningstank	Fra			Til
Evt. omlægning af rør på egen grund	Fra			Til
Evt. ændringer ved el og vand på egen grund	Fra			Til
Evt. tilslutningsbidrag	Fra	Til		
Evt. omk. til tingslysning (laug)				
Evt. omk. til erstatning (laug)				
Evt. andre omk. til etablering af laug.				
Omk. El	Fra			Til
Tømning af bundfældningstank		Fra		Til
Serviceaftale (minirenseanlæg o.a.)				Til
Vedligeholdelse af anlæg		Fra		Til
Vedligeholdelse af bundfældningstank og rør på egen grund	Fra			Til
Vandafledningsbidrag	Fra	Til		
Spildevandsafgift (stat)	Fra		Til	

Kilde: Egen tilvirkning

**Tabel 11 Fordeling af omkostninger – spildevandslaug**

<b>Spildevandslaug</b>					
	Spildevandslaug (flere grundejere)	Husholdnings-ning (medlem af laug)	Spildevands-selskab	Stat	Erhverv
Etablering af anlæg	Fra				Til
Evt. ny bundfældningstank		Fra			Til
Evt. omlægning af rør på egen grund		Fra			Til
Evt. ændringer ved el og vand på egen grund		Fra			Til
Evt. tilslutningsbidrag	Til	Fra			
Evt. omk. til tingslysning (laug)	Fra			Til	
Evt. omk. til erstatning (laug)*	(Fra)	(Til)			
Evt. andre omk. til etablering af laug.	Fra				Til
Omk. El	Fra				Til
Tømning af bundfældningstank	Fra				Til
Serviceaftale (minirenselanlæg o.a.)	Fra				Til
Vedligeholdelse af anlæg	Fra				Til
Vedligeholdelse af bundfældningstank og rør på egen grund	Fra				Til
Vandafledningsbidrag	Til	Fra			
Spildevandsafgift (stat)**	(Fra)			(Til)	

Kilde: Se bilag

\*Søges ofte undgået

\*\* Gælder ikke pileanlæg

# Bilag 3: Data indsamlet til totaløkonomisk analyse

- *Anlægsomkostninger* (kr. inkl. moms): Den typiske samlede investering i år 0 til den pågældende løsning. Det vil sige alle anlægsomkostninger til selve løsningen og hvad der evt. yderligere typisk skal suppleres med af rør mv. til separering, bundfældnings-tanke etc.
- *Levetid* (år): Løsningens forventede tekniske levetid. Det vil sige hvor længe løsningen i praksis forventes at opretholde sin funktion.
- *Produktionskapacitet* (PE eller m<sup>3</sup>) per år: Den mængde spildevand løsningen er designet til at håndtere. Løsningen dimensioneres ift. den forventede mængde spildevand, der skal renses. Kapaciteten angives typisk i hvor mange personer i husstanden, som løsningen kan behandle spildevandet fra. Løsninger til én husstand er typisk dimensioneret til 5 personer dvs. angivet til 5 PE (personækvivalent<sup>41</sup>).
- *Forbrug* (kWh, m<sup>3</sup>, liter, kg, kr.) per år: Løsningens forventede årlige forbrug af el, kemikalier etc. Flere løsninger har et løbende forbrug af el til f.eks. pumper mv. Herudover kan der f.eks. anvendes fosforfældningsvæske, såfremt løsningen er etableret med en fosforfældningsbrønd.
- *Drift og vedligeholdelse* (timer, kr.) per år: Løsningens forventede årlige udgifter til drift og vedligeholdelse. Løsningerne kræver i varierende omfang vedligeholdelse (udskiftning af dele etc.) og drift (tømning, rensning mv.).
- *Scrapværdi og afskrivningsprofil* (kr., kr. per år): Løsningens evt. værdi efter dens levetid er udløbet. I praksis kan nogle løsninger have en negativ scrapværdi, da de skal opgraves eller på anden måde fjernes og der er omkostninger forbundet med dette.
- *Forretningsmodeller*: De typisk anvendte forretningsmodeller i forbindelse med etablering af løsningen. Nogle løsninger anvendes oftere sammen med nogle forretningsmodeller end andre. Den anvendte forretningsmodeller bestemmer hvordan omkostningerne (anlæg og drift) fordeles imellem de involverede aktører.

---

<sup>41</sup> "Ved 1 personækvivalent (PE) forstås, jf. § 4, stk. 5, 21,9 kg organisk stof pr. år målt som biokemisk iltforbrug (BI5), 4,4 kg total kvælstof pr. år eller 1,0 kg total fosfor pr. år." Miljøstyrelsen, Vejledning til bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4, 1999

<http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?http://www2.mst.dk/udgiv/Publikationer/1999/87-7909-510-0/html/default.htm>

# Bilag 4: Vurderinger af anlægsomkostninger

## Anlægsomkostninger

Herunder er en skematisk oversigt over anlægsomkostningerne angivet i de pågældende kilder.

**Tablet 12 Vurderinger af anlægsomkostninger**

Anlægsomkostninger, inkl. moms (kr.)	DTU 2001 <sup>42</sup>	Danva 2002 <sup>43</sup>	Hedeselskabet, 2003 <sup>44</sup>	Danva 2005 <sup>45</sup>	Danske Kloakmestre, 2016 <sup>46</sup>	Horsens Kommune, 2016 <sup>47</sup>
Omlægning af ledninger og rør på ejendommen	0-20.000			12.000		
Bundfældningstank		10-15.000	10-15.000		20-30.000	15-25.000
Samletank 6m <sup>3</sup>		Ca. 20.000				20-30.000
Pileanlæg (uden ned-sivning)	55-80.000*	40-60.000	15-80.000		70.000	60-100.000
Nedsivningsanlæg (gravitation)		10-20.000				
Nedsivningsanlæg (tryksat system)	25-50.000*	15-25.000	15-40.000	62-76.000**	30-65.000	40-50.000
Nedsivningsanlæg i sandmile		20-30.000				
Beplantet filteranlæg					60.000	50-70.000
Biologisk sandfilter (med membran)	40-60.000*	25-50.000	30-80.000	81-100.000**	70.000	40-50.000
Minirensanlæg	70-90.000	50-70.000	40-65.000	74-80.000**	65.000	35-50.000
Omlægning af ledninger og rør på ejendommen	0-20.000			12.000		

<sup>42</sup> Smith, M.; Nielsen, S.B.; Hauger, M.B.; Gabriel, S.; Eilersen, A.M.; Elle, M.; Henze, M.; Hoffmann, B. og Mikkelsen, P.S. (2001): Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - en casestudie om Hillerød kommune. Miljø & Ressourcer DTU og BYG•DTU, Danmarks Tekniske Universitet.

<sup>43</sup> Vejledning for spildevandsplanlægning for det åbne land, Danva, 2002.

<sup>44</sup> Spildevand i det åbne land, Hedeselskabet, 2003. Indstik i Hedeselskabets tidsskrift Vækst 3-2002. 2. oplag.

<sup>45</sup> Rensning af spildevand i det åbne land – En oversigt over løsningsmuligheder, Danva, 2005.

<sup>46</sup> Løsninger til forbedret spildevandsrensning i det åbne land, Danske Kloakmestre, brochure downloadet fra hjemmeside den 28/04-2016.

<sup>47</sup> Spildevand i det åbne land, Horsens Kommune, informationsfolder downloadet fra hjemmeside den 29/4-2016.

Bundfældningstank		10-15.000	10-15.000		20-30.000	15-25.000
Samletank 6m <sup>3</sup>		Ca. 20.000				20-30.000
Pileanlæg (uden ned-sivning)	55-80.000*	40-60.000	15-80.000		70.000	60-100.000
Nedsivningsanlæg (gravitation)		10-20.000				
Nedsivningsanlæg (tryksat system)	25-50.000*	15-25.000	15-40.000	62-76.000**	30-65.000	40-50.000
Nedsivningsanlæg i sandmile		20-30.000				
Beplantet filteranlæg					60.000	50-70.000
Biologisk sandfilter (med membran)	40-60.000*	25-50.000	30-80.000	81-100.000**	70.000	40-50.000
Minirensesanlæg	70-90.000	50-70.000	40-65.000	74-80.000**	65.000	35-50.000

Kilde: Egen tilvirkning af vurderingerne i de angivne kilder.

\* Inkl. bundfældningstank (10.000 kr.) og ledningsomlægning (0-20.000 kr.)

\*\* Intervallet er her angivet imellem henholdsvis en 'privat løsning' og en 'kommunal løsning'.

Som det fremgår, angiver flere af kilderne et interval for anlægsomkostningerne. Korrigeres intervallerne midtpunkter for prisudviklingen<sup>48</sup> fås nedenstående justerede middelværdier angivet i 2016-priser:

<sup>48</sup> Korrektionen foretages ved hjælp af BVT-deflatoren fra Energistyrelsens Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger 2016 - version 3 af 25. april 2016 <http://www.ens.dk/info/ta-kort/fremskrivninger-analyser-modeller/samfundsokonomiske-beregnings-forudsatninger>

**Tabel 13 Vurderinger af anlægsomkostninger (inflationsjusteret)**

Anlægsomkostninger, inkl. moms (kr.)	DTU 2001	Danva 2002	Hedeselskabet, 2003	Danva 2005	Danske Kloakmestre, 2016	Horsens Kommune, 2016
Omlægning af ledninger og rør på ejendommen	13.593			14.829		
Bundfældningstank		16.622	16.329		25.000	20.000
Samletank 6m <sup>3</sup>		26.596				25.000
Pileanlæg (uden ned-sivning)	91.752	66.490	62.051		70.000	80.000
Nedsivningsanlæg (gravitation)		19.947				
Nedsivningsanlæg (tryk-sat system)	50.974	26.596	35.924	85.266	47.500	45.000
Nedsivningsanlæg i sandmile		33.245				
Beplantet filteranlæg					60.000	60.000
Biologisk sandfilter (med membran)	67.965	49.867	71.848	111.834	70.000	45.000
Minirensanlæg	108.744	79.788	68.582	95.152	65.000	42.500

Kilde: Egen tilvirkning af vurderingerne i de angivne kilder.

Herunder opsummeres særlige forhold nævnt i kilderne til henholdsvis min. eller max. værdien for anlægsomkostningerne.

- Omlægning af ledninger og rør:
  - Min. værdi
    - Kilde: DTU, 2001
    - Særlige forhold: Omkostningen hertil påhviler ejeren af ejendommen.
  - Max. værdi
    - Kilde: DTU, 2001
    - Særlige forhold: Omkostningen hertil påhviler ejeren af ejendommen.
- Bundfældningstank
  - Min. værdi
    - Kilde: Hedeselskabet, 2003
    - Særlige forhold: Inkluderer umiddelbart ikke omlægning af rør.

- Max. værdi
    - Kilde: Danske Kloakmestre, 2016
    - Ikke nærmere angivet.
- Samletank
  - Min. værdi
    - Kilde: Horsens Kommune, 2016
    - Særlige forhold: Ikke nærmere angivet
  - Max. værdi
    - Kilde: Horsens Kommune, 2016
    - Særlige forhold: Ikke nærmere angivet
- Pileanlæg
  - Min. værdi
    - Kilde: Hedeselskabet, 2003
    - Særlige forhold: Anlægsomkostningerne (DKK 15-80.000 i 2003-priser) vurderes bl.a. at afhænge af [mængden af] nedbør, om tæt dug etableres [med eller uden nedsivning] og om der anvendes pumpe [tryksætning eller gravitation]. Anlægsomkostningen omfatter ikke bundfældningstank og evt. omlægning af rør.
  - Max. værdi
    - Kilde: DTU, 2001
    - Særlige forhold: Anlægsomkostningen (DKK 55-80.000 i 2001-priser) inkluderer behandlingsdel (45.000), bundfældningstank (10.000), pumpe m. el og trykrør (0-5.000) samt ledningsomlægning (0-20.000).
  - Supplerende vurdering: I branchen er erfaringen at der kan være store regionale forskelle i anlægsomkostningen på pileanlæg til enkelte ejendomme. Erfaringsmæssigt ligger de større pileanlæg i Jylland omkring DKK 45.000-52.000 ekskl. moms og uden bundfældningstank og evt. røromlægninger altså cirka DKK 56.000-65.000 inkl. moms. På Sjælland er det erfaringen at anlægsomkostningen ofte er højere og omkring DKK 90.000-100.000 inkl. moms blandt andet på grund af længere transporttid mv.
- Nedsivningsanlæg
  - Min. værdi
    - Kilde: Danva, 2002
    - Særlige forhold: Anlægsomkostningen (DKK 10.000 i 2002-priser) er angivet for et standard nedsivningsanlæg, der fungerer ved hjælp af gravitation, en fordelerbrønd samt to sivestrenge á ca. 15 meter.
  - Max. værdi
    - Kilde: Danva, 2005
    - Særlige forhold: Anlægsomkostningen (DKK 76.000 i 2005-priser) er angivet for det tilfælde, hvor en kommune foretager anlægget af løsningen. Den inkluderer bundfældningstank (10.000), grundejers andel af stikledninger (12.000), forundersøgelser (2.000), projektering (6.000), produktleverance (18.000) samt jordarbejder-el-diverse (28.000). På grund af en højere kvalitet af nedsivningsanlægget og større retableringsomkostninger er kommunens anlægsomkostninger vurderet samlet set DKK 14.000 højere end hvis en borger anlægger sit eget private nedsivningsanlæg.

- Supplerende vurdering: Erfaringerne i branchen tilsiger at nedsivning i sandmile i anlægsomkostninger ligger omkring DKK 60.000 ekskl. moms altså ca. DKK 75.000 inkl. moms.
- Beplantet filteranlæg
  - Min. værdi
    - Kilde: Horsens Kommune, 2016
    - Særlige forhold: Anlægsomkostningen er angivet uden bundfældningstank.
  - Max. værdi
    - Kilde: Horsens Kommune, 2016
    - Særlige forhold Anlægsomkostningen er angivet uden bundfældningstank.
  - Supplerende vurdering:
    - Danske Kloakmestre, 2016 angiver en anlægsomkostning på DKK 60.000, der midt i intervallet for angivelsen fra Horsens Kommune, 2016. Herudover er erfaringen i branchen at et beplantet filteranlæg i anlægsomkostninger minimum ligger på DKK 34.000 ekskl. moms, bundfældningstank og evt. røromlægninger, men inklusiv P-anlæg til fosforudfældning. Altså omkring DKK 42.000 inkl. moms. Tilsvarende er erfaringen en anlægsomkostning på DKK 75.000-95.000 inkl. moms for større beplantede filteranlæg med bundfældningstank, røromlægninger, vanskeligere adgangs- og arbejdsforhold samt mere reetablering.
- Biologisk sandfilteranlæg
  - Min. værdi
    - Kilde: Danva, 2002
    - Særlige forhold: Inkluderer etablering af pumpe, sivstreng, opsamlingsdræn, filtermateriale, evt. membran, målebrønd og udløb til recipient.
  - Max. værdi
    - Danva, 2005
    - Særlige forhold: Anlægsomkostningen (DKK 100.000 i 2005-priser) er angivet for det tilfælde, hvor en kommune foretager anlægget af løsningen. Den inkluderer bundfældningstank (10.000), grundejers andel af stikledninger (12.000), projektering (6.000), produktleverance (28.000) samt jordarbejder-el-diverse (44.000). På grund af en højere kvalitet (filtergrus, membran, overvågning, el), større reetableringsomkostninger og projekteringsomkostninger samt bedre dokumentation er kommunens anlægsomkostninger vurderet samlet set DKK 19.000 højere end hvis en borger anlægger sit eget private sandfilteranlæg.
- Minirensenanlæg
  - Min. værdi
    - Kilde: Horsens Kommune, 2016
    - Særlige forhold: Anlægsomkostningen er angivet uden bundfældningstank.
  - Max. værdi
    - Kilde: DTU, 2001:

- Særlige forhold: Anlægsomkostningen (DKK 90.000 i 2001-priser) inkluderer behandlingsdel (50.000), bundfældningstank (10.000), pumpe m. el og trykrør (10.000) og ledningsomlægning (0-20.000).

# Bilag 5: Vurderinger af driftsomkostninger

Herunder er en skematisk oversigt over driftsomkostningerne angivet i de pågældende kilder.

**Tabel 14 Vurderinger af driftsomkostninger**

Driftsomkostninger, inkl. moms (kr.)	DTU 2001 <sup>49</sup>	Danva 2002 <sup>50</sup>	Hedeselskabet, 2003	Danva 2005 <sup>51</sup>	Danske Kloakmestre, 2016 <sup>52</sup>	Horsens Kommune, 2016 <sup>53</sup>
Samletank		7.000				-
Pileanlæg (uden nedsivning)	2.1-2.200	1.000	500-2.000		2.300	500
Nedsivningsanlæg (gravitation)		0				
Nedsivningsanlæg (tryksatsystem)	1.1-1.200	100	500-2.000	700	2.1-2.300	1.000
Nedsivningsanlæg i sandmile		100				
Beplantet filteranlæg)					500	2-5.000
Biologisk sandfilter (med membran)	1.200	100	500-2.000	700	3.100	800-4.100
Minirensningsanlæg	5.600	5.000	2-4.000	2500	5.200	3.500-4.500

Kilde: Egen tilvirkning af vurderingerne i de angivne kilder.

Som det fremgår, angiver kilderne en værdi eller et interval for driftsomkostningerne. Korrigeres værdierne eller intervallerne midtpunkter for prisudviklingen<sup>54</sup> fås nedenstående justerede middelværdier angivet i 2016-priser

<sup>49</sup> Smith, M.; Nielsen, S.B.; Hauger, M.B.; Gabriel, S.; Eilersen, A.M.; Elle, M.; Henze, M.; Hoffmann, B. og Mikkelsen, P.S. (2001): Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - en casestudie om Hillerød kommune. Miljø & Ressourcer DTU og BYG•DTU, Danmarks Tekniske Universitet.

<sup>50</sup> Vejledning for spildevandsplanlægning for det åbne land, Danva, 2002.

<sup>51</sup> Rensning af spildevand i det åbne land – En oversigt over løsningsmuligheder, Danva, 2005.

<sup>52</sup> Løsninger til forbedret spildevandsrensning i det åbne land, Danske Kloakmestre, brochure downloadet fra hjemmeside den 28/04-2016.

<sup>53</sup> Spildevand i det åbne land, Horsens Kommune, informationsfolder downloadet fra hjemmeside den 29/4-2016.

**Tabel 2 Vurderinger af driftsomkostninger (inflationsjusteret)**

Driftsomkostninger, inkl. moms (kr.)	DTU 2001 <sup>55</sup>	Danva 2002 <sup>56</sup>	Hedeselskabet, 2003	Danva 2005 <sup>57</sup>	Danske Kloakmestre, 2016 <sup>58</sup>	Horsens Kommune, 2016 <sup>59</sup>
Bundfælningsstank		500	500		-	-
Samletank		9.309				
Pileanlæg (uden nedsivning)	2.855	1.330	653		2.300	500
Nedsivningsanlæg (gravitation)						
Nedsivningsanlæg (tryksystem)	1.495	133	653	865	2.100	1.000
Nedsivningsanlæg i sandmile		133				
Beplantet filteranlæg					500	2.000
Biologisk sandfilter (med membran)	1.631	133	653	865	3.100	800
Minirenselanlæg	7.612	6.649	2.613	3.089	5.200	3.500
Tilslutning til offentlig kloak	300	2000	2.250-6.000			

Kilde: Egen tilvirkning af vurderingerne i de angivne kilder.

Herunder opsummeres særlige forhold nævnt i kilderne til henholdsvis min. eller max. værdien for driftsomkostningerne. Værdierne afspejler de forskellige forhold der indgår i vurderingerne. I det følgende vil disse forhold blive beskrevet for hver løsning med reference til den vurdering, der er kilde til henholdsvis min. eller max. værdien.

<sup>54</sup> Korrektionen foretages ved hjælp af BVT-deflatoren fra Energistyrelsens Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger 2016 - version 3 af 25. april 2016 <http://www.ens.dk/info/tal-kort/fremskrivninger-analyser-modeller/samfundsokonomiske-beregningsforudsætninger>

<sup>55</sup> Smith, M.; Nielsen, S.B.; Hauger, M.B.; Gabriel, S.; Eilersen, A.M.; Elle, M.; Henze, M.; Hoffmann, B. og Mikkelsen, P.S. (2001): Vurdering af spildevandsløsninger i det åbne land - en casestudie om Hillerød kommune. Miljø & Ressourcer DTU og BYG•DTU, Danmarks Tekniske Universitet.

<sup>56</sup> Vejledning for spildevandsplanlægning for det åbne land, Danva, 2002.

<sup>57</sup> Rensning af spildevand i det åbne land – En oversigt over løsningsmuligheder, Danva, 2005.

<sup>58</sup> Løsninger til forbedret spildevandsrensning i det åbne land, Danske Kloakmestre, brochure downloadet fra hjemmeside den 28/04-2016.

<sup>59</sup> Spildevand i det åbne land, Horsens Kommune, informationsfolder downloadet fra hjemmeside den 29/4-2016.

- Samletank
  - Min. værdi
    - Kilde: Danva, 2002
    - Særlige forhold: Den årlige driftsomkostning på DKK 7.000 i 2002-priser er angivet for tømning af en 6 m<sup>3</sup>-samletank for 100 m<sup>3</sup>/år i alt.
  - Max. værdi
    - Kilde: Danva, 2002
    - Særlige forhold: Den årlige driftsomkostning på DKK 7.000 i 2002-priser er angivet for tømning af en 6 m<sup>3</sup>-samletank for 100 m<sup>3</sup>/år i alt.
- Pileanlæg
  - Min. værdi
    - Kilde: Horsens Kommune, 2016
    - Særlige forhold: Driftsomkostningerne (DKK 500 i 2016-priser) dækker pumpens elforbrug samt afskrivninger på dykpumpen. Inkluderer ikke tømning af bundfældningstank én gang årligt, vedligeholdelse (ca. 6-8 timer/år) eller spildevandsafgift.
  - Max. værdi
    - Kilde: DTU, 2001
    - Særlige forhold: driftsomkostningen (DKK 2.200 i 2001-priser) inkluderer tømning af bundfældningstank (600), pumpe med el og trykrør (0-100), øvrig drift (1.000) samt service og til syn (500).
- Nedsivningsanlæg
  - Min. værdi
    - Kilde: Danva, 2002
    - Særlige forhold: Driftsomkostningen (DKK 100 i 2002-priser) er angivet for såvel et tryksat nedsivningsanlæg som et nedsivningsanlæg i sandmile. Driftsomkostningen inkluderer pumpens elforbrug.
  - Max. værdi
    - Kilde: Hedeselskabet, 2003
    - Særlige forhold: Driftsomkostningen (DKK 500-2.000 i 2003-priser) omfatter tømning af bundfældningstank, pumpens elforbrug samt service af pumpe.
- Beplantet filteranlæg
  - Min. værdi
    - Kilde: Danske Kloakmestre, 2016
    - Særlige forhold: Driftsomkostningen (DKK 500 i 2016-priser) er angivet for anlæggets årlige elforbrug til pumpe.
  - Max. værdi
    - Kilde: Horsens Kommune, 2016
    - Særlige forhold: Driftsomkostningen (DKK 2.000-5.000 i 2016-priser) inkluderer strøm til pumpe, afskrivninger på dykpumpe, serviceaftale og evt. udgifter til kemikalier. Inkluderer ikke årlig tømning af bundfældningstank.
- Biologisk sandfilteranlæg
  - Min. værdi
    - Kilde: Danva, 2002
    - Særlige forhold: Driftsomkostningen (DKK 100 i 2002-priser) inkluderer pumpens elforbrug.
  - Max. værdi
    - Kilde: Horsens Kommune, 2016
    - Særlige forhold: Driftsomkostningen (DKK 800-4.100 i 2016-priser) inkluderer strøm til pumpe, afskrivninger på dykpumpe, serviceafta-

le og evt. udgifter til kemikalier. Inkluderer ikke årlig tømning af bundfældningstank.

- Minirensesanlæg
  - Min. værdi
    - Kilde: Hedeselskabet, 2003
    - Særlige forhold: Driftsomkostningen (DKK 2.000-4.000 i 2003-priser) inkluderer tømning af bundfældningstank (500), serviceaftale (500-1.000), anlæggets elforbrug (500-1.500), forbrug af kemikalier samt løbende vedligeholdelse.
  - Max. værdi
    - Kilde: DTU, 2001:
    - Særlige forhold: Driftsomkostningen (DKK 5.600 i 2001-priser) inkluderer tømning af bundfældningstank (600), service og tilsyn (2.000) samt øvrig drift (3.000).

# Bilag 6: Spildevandstakster i udvalgte kommuner

Herunder er en oversigt over de for 2016 gældende tilslutningsbidrag og vandafledningsafgifter for seks udvalgte kommuner og spildevandsselskaber.

**Tablet 3 Takster for udvalgte kommuner**

DKK, inkl. moms	Tilslutningsbidrag (spildevand)	Vandafledningsafgift (med vandmåler)	Vand afledningsafgift (uden vandmåler)	Vandafledningsbidrag (fast del)
	pr. bolig	pr. m <sup>3</sup>	pr. år	pr. stik
Køge Kommune	36.072,70	43,54	7.401,98	
Solrød Spildevand	35.694,00	32,50	3.900,00	
Stevns Spildevand	35.693,92	62,00		753,75
NK Forsyning	35.693,93	47,00		717,92
Aarhus Vand	35.693,93	27,48		625,00
Lolland Spildevand	35.693,92	53,7375		717,9126
Gennemsnit	35.757,07	44,38		703,65

Kilde: Takstblade fra de angivne kommuner og selskaber.

# Bilag 7: Supplerende informationer om vurderingerne

Herunder er supplerende informationer om vurderingerne angivet.

- *Anlægsomkostninger:*
  1. DTU, 2001: De samlede anlægsomkostninger specificeres i behandlingsdel, bundfældningstank, pumpe, evt. pumpeledning samt mulig ledningsomlægning på grunden.
  2. Danva, 2002: Overslagene omfatter kun omkostninger forbundet med håndtering af spildevand, ikke anlægsudgifter til omlægning af rør og håndtering af tag- og overfladevand.
  3. Hedeselskabet, 2003: Anlægsomkostningen omfatter ikke etablering af bundfældningstank og omlægning af rør
  4. Danva, 2005: Anlægsomkostningen er for enkelthusholdninger baseret på erfaringstal og priser fra leverandører. Forskellige kloakeringsprojekters gennemsnitlige anlægsomkostninger danner grundlag for estimater af disse.
  5. Danske Kloakmestre, 2016: Anlægsomkostningen inkluderer moms og arbejds løn men ikke omkostningerne til en evt. ny bundfældningstank.
  6. Horsens Kommune, 2016: Anlægsomkostningerne er vejledende skøn og inklusiv moms, men inkluderer ikke omkostningerne til en evt. ny bundfældningstank.
  
- *Levetider:*
  1. DTU, 2001: Rør (herunder trykrør), brønde samt bundfældnings- og samle-tanke samt minirenselanlæg 50 år. For de øvrige anlægstyper og pumper levetid på ca. 20 år.
  2. Danva, 2002: Ikke nærmere angivet.
  3. Hedeselskabet, 2003:
    - Nedsivningsanlæg: 20-40 år, pumpe kortere.
    - Sandfilter: 20-40 år, pumpe kortere.
    - Pileanlæg: 20-40 år, pumpe kortere.
    - Minirenselanlæg: 20-40 år, mekaniske og elektriske dele kortere. Brønd 50 år.
    - Kloakering: 60 år, mekaniske og elektriske dele kortere.
  4. Danva, 2005:
    - Kloakanlæg år 100
    - Pumpestationer år 20
      - Pumper år 10
    - Minibiologisk anlæg år 30
      - Blæser til minibiologisk anlæg år 10
    - Sandfilter, nedsivning år 30
      - Filtermateriale til sandfilter år 15
  1. Danske Kloakmestre, 2016: Ikke nærmere angivet.
  2. Horsens Kommune, 2016: Ikke nærmere angivet.
  
- *Produktionskapacitet:*
  1. DTU, 2001: To konkrete eksempler på ejendomme i Hillerød Kommune er udvalgt som cases. Ejendommene har hhv. to og fem beboere. De beskrevne løsninger har kapacitet til at behandle spildevandet fra beboerne.

2. Danva, 2002: Ikke angivet.
  3. Hedeselskabet, 2003: 5PE anlæg indgår i vurderingen, det vil sige anlæg der kan håndtere spildevand fra en normal husholdning med fem beboere.
  4. Danva, 2005: Angivet et par steder som '5 PE' anlæg.
  5. Danske Kloakmestre, 2016: Angives for 5 PE anlæg.
  6. Horsens Kommune, 2016: Har fokus på enkelthusstande.
- *Forbrug:*
1. DTU, 2001: De samlede driftsomkostninger per år til pumpe og el er vurderet på baggrund af litteraturstudie.
  2. Danva, 2002: De samlede driftsomkostninger er angivet men ikke nærmere specificeret.
  3. Hedeselskabet, 2003: Driftsomkostningen inkluderer såvel tømning af bundfældningstank som elforbrug.
  4. Danva, 2005: Driftsomkostningen er baseret på erfaringstal, forespørgsler hos leverandører samt skøn. Driftsomkostningen er specificeret i drift/serviceopgave, tømning af bundfældningstank samt el-udgifter.
  5. Danske Kloakmestre, 2016: Omkostningen forbundet med løsningens forventede årlige elforbrug er angivet.
  6. Horsens Kommune, 2016: Driftsomkostningen inkluderer primært elforbrug til pumpe samt fornyelse af pumpe ved forventet endt levetid. Inkluderer ikke omkostninger til tømning af bundfældningstank.
- *Drift og vedligeholdelse:*
1. DTU, 2001: De samlede driftsomkostninger per år til tømning af bundfældningstank, service og tilsyn samt øvrig drift er vurderet på baggrund af litteraturstudie. Derudover er spildevandsafgift angivet.
  2. Danva, 2002: Ikke nærmere angivet.
  3. Hedeselskabet, 2003: Driftsomkostningen inkluderer såvel tømning af bundfældningstank som elforbrug.
  4. Danva, 2005: Driftsomkostningen er baseret på erfaringstal, forespørgsler hos leverandører samt skøn. Driftsomkostningen er specificeret i drift/serviceopgave, tømning af bundfældningstank samt el-udgifter.
  5. Danske Kloakmestre, 2016: Den forventede samlede årlige omkostning til drift (ekskl. elforbrug) er angivet for løsningerne.
  6. Horsens Kommune, 2016: Driftsomkostningen inkluderer primært elforbrug til pumpe samt fornyelse af pumpe ved forventet endt levetid. Inkluderer ikke omkostninger til tømning af bundfældningstank.
- *Scrapværdi og afskrivningsprofil:*
1. DTU, 2001: Der regnes ikke med hverken en positiv scrapværdi eller omkostninger til bortskaffelse af anlæg.
  2. Danva, 2002: Ikke angivet.
  3. Hedeselskabet, 2003: Ikke angivet.
  4. Danva, 2005: Scrapværdi ikke angivet. Afskrivning angivet som lineær over investeringens forventede levetid.
  5. Danske Kloakmestre, 2016: Ikke angivet.
  6. Horsens Kommune, 2016: Ikke angivet.
- *Forretningsmodeller:*
1. DTU, 2001: Henholdsvis kontraktligt medlemskab af spildevandsforsyningen og etablering af egen løsning for enkelt husstand indgår som forretningsmodeller i analysen.
  2. Danva, 2002: Ikke angivet.

3. Hedeselskabet, 2003: Henholdsvis kontraktligt medlemskab af spildevandsforsyningen og etablering af egen privat løsning for enkelt husstand indgår i vurderingen.
4. Danva, 2005: Kontraktligt medlemskab af spildevandsforsyningen og etablering af egen privat løsning for enkelt husstand vurderes.
5. Danske Kloakmestre, 2016: Primært fokus er etablering af egen privat løsning for enkelt husstand.
6. Horsens Kommune, 2016: Kontraktligt medlemskab og etablering af egen privat løsning.

# Bilag 8: Tidligere anvendte totaløkonomiske beregninger

Herunder er angivet de anvendte forudsætninger i to eksempler på totaløkonomiske beregninger:

## Danva, 2005<sup>60</sup>:

Sammenligningen af de forskellige løsninger foretages ud fra en totaløkonomisk betragtning, hvor:

$$\text{Totale omkostninger} = \text{Driftsudgifter} + \text{anlægsudgifter/levetid} + \text{anlægsudgifter} \times \text{rente}$$

Anlægsomkostningen afskrives over den forventede levetid og den anvendte rentefod for anlægsinvesteringen er 5 %.

## Orbicon, 2010<sup>61</sup>:

Der foretages en økonomisk sammenligning af mulige spildevandsrenseløsninger i Faxe Kommune. Sammenligningen sker ud fra en totaløkonomisk betragtning ved beregning af anlægsomkostninger, tilslutningsbidrag og vandafledningsafgift samt nutidsværdien for en 20 årig periode. Beregningerne sker for fem forskellige løsninger, hvor anlægsomkostningerne varieres imellem 'billigt' og en 'dyrt' for hver løsning, afhængigt af om bundfældningstank, rørlægning mv. kan genanvendes. Driftsomkostningerne i beregningerne afspejler de daværende forhold i Faxe Kommune og varieres også mellem 'billigt' og 'dyrt' ud fra om husejeren selv kan stå for noget af vedligeholdelsen. Herudover er omkostningsniveauerne baseret på Orbicons erfaringer med de forskellige løsninger, og forudsætningerne er endvidere:

- Priser er angivet i kr. ekskl. moms.
- Vandforbruget er sat til 115m<sup>3</sup>/år svarende til en husstand med 2,5 personer.
- Tryksat kloakering er baseret på et anlæg med 200 meter trykledning.
- Anlæg af løsningerne inkluderer "...generelt opgravning, sætning, tilslutninger og tilfyldning inkl. levering af alle nødvendige materialer og bortkørsel af overskudsjord mv. samt reetablering af de berørte arealer omkring anlæggene via såning af græs." men "...omfatter ikke specificerede ekstraordinære udgifter til håndtering af vanskelige grundvands- og funderingsforhold, forurenede jord samt rydning for etablering af adgangsforhold. I en anlægstypes dyre løsning inkluderes dog 20 % til lignende uforudsete udgifter."
- Den anvendte kalkulationsrente er sat til 3 % i hele perioden, hvilket svarer til en rente på 6 % fratrukket en inflation på 3 %.

---

<sup>60</sup> Rensning af spildevand i det åbne land – En oversigt over løsningsmuligheder, Danva, 2005.

<sup>61</sup> Økonomisk sammenligning af renseløsninger i det åbne land i Faxe Kommune, Orbicon, 2010.

# Bilag 9: Oversigt - supplerende parametre til vurdering af løsningerne

Parametrene, som løsningerne er vurderet på, er:

- *Ressourceeffektivitet og bidrag til cirkulær økonomi:* Relativt til de andre løsninger der indgår i analysen, hvor godt udnytter denne løsning da input? Operationalisering af ressourceeffektiviteten skete ved at opgøre løsningens samlede årlige forbrug af relevante input:

1. EI (kWh eller kr./år)
2. Kemikalier (typisk fosforfældningsvæske) (liter eller kr./år)
3. Vedligeholdelse og service (timer eller kr./år)
4. Antal tømninger samt tømte mængder (m<sup>3</sup> eller kr./år)

Herudover er evt. bidrag til cirkulær økonomi angivet ved at estimere markedsværdien af de output fra løsningen, som har en salgsværdi.

- *Miljøbeskyttelse:* Operationaliseringen af miljøbeskyttelsen er sket ved at angive løsningens mulige rensklasser relativt til de andre løsninger i analysen.
- *Teknisk fleksibilitet og kapacitet:* Løsningens tilpasningsmuligheder til varierende produktion. Tilpasningsmulighederne til varierende produktion er operationaliseret ved forholdet mellem den minimalt krævede spildevandsmængde (>0) og den maksimalt mulige behandlede spildevandsmængde for det samme anlæg.
- *Økonomisk fleksibilitet:* Denne parameter er operationaliseret ved at angive hvor stor en andel af de samlede anlægsomkostninger, der er bundet til den løsning. Det vil sige: Hvad er værdien af den del af løsningen, der kan fungere med en anden alternativ løsning, relativt til de initiale anlægsomkostninger?





Miljøstyrelsen  
Haraldsgade 53  
1401 København K

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)