

Analyse af omkostningsstrukturen i den danske vandsektor

Baggrundsnotat vedrørende Dansk Økonomi, efterår 2004, kapitel III

Dette baggrundsnotat indeholder estimationer af, hvilke faktorer der bestemmer omkostningerne i de større danske vandforsyninger. Der er i forhold til Dansk Økonomi, efterår 2004 foretaget yderligere følsomhedsanalyser af estimationerne, og de præsenterede data er grundigere beskrevet. Analysen viser, at private forbrugerejede vandforsyninger er mere effektive end offentligt ejede, og at der ville kunne opnås en besparelse på ca. 304 mio. kr. pr. år, hvis de offentlige var lige så effektive som de private. Estimationen er dog behæftet med betydelig usikkerhed.

1. Baggrund

I dette notat præsenteres en analyse af produktionsforholdene i vandforsyningen. Formålet med analysen er at identificere, hvilke faktorer der bestemmer produktionsomkostningerne, herunder ejerform, geografiske forhold og mulige stordriftsfordele. Der er en snæver sammenhæng mellem omkostningerne og prisen, da vandforsyningerne er underlagt hvile i sig selv princippet, hvilket betyder, at de samlede omkostninger over en årrække skal balancere med de samlede udgifter.

En række faktorer kan have indflydelse på omkostningerne til indvinding og distribution af vand. I denne analyse fokuseres på driftsomkostningerne i vandforsyningen. Driftsomkostningerne kan f.eks. være påvirket af jordbundsforhold, størrelse på grundvandsressourcen, karakteristika ved distributionsnettet, f.eks. befolkningstætheden og ledningslængden, og kapitalapparatets beskaffenhed (som jf. senere er forsøgt approksimeret). Der kan være stordriftsfordele i produktionen, og endelig kan private vandforsyninger på grund af kraftigere incitamentter til omkostningsbesparelser være mere effektive end offentlige vandforsyninger.

I afsnit 2 gennemgås databaggrunden, i afsnit 3 modellen og analysen. Begrænsninger i fortolkningen af resultaterne opsummeres i afsnit 4, i afsnit 5 beregnes et besparelspotentiale ved at foretage en effektivitetsfremmende regulering af de offentlige vandforsyninger, og analysen konkluderes i afsnit 6.

2. Data

I dette afsnit præsenteres det anvendte datamateriale og de specificerede variabler.

I alt er der ca. 3.000 vandforsyninger i Danmark. Mange af dem består af nogle få og små boringer. De data (undtagen data for befolkningstæthed), der ligger til grund for analysen, stammer fra Vandstatistikken, som er udarbejdet af DANVA, Dansk Vand- og Spildevandsforening, og er baseret på frivillig indberetning, hvorfor det primært er større vandforsyninger, der indgår i datasættet. Der er oplysninger for 147 vandforsyninger (men der er ikke data for alle variabler for alle 147 forsyninger, jf. senere). Danva oplyser, at de vandforsyninger, der ikke er med i statistikken, hovedsageligt er små vandforsyninger med f.eks. 1-2 boringer og kun 50-100 tilsluttede brugere.

Definitionen af variabler, der indgår i de nedenfor præsenterede estimationer, fremgår af tabel 1.

Tabel 1 Definition af variabler

Variabel	Definition
Omkialt	De samlede driftsomkostninger, dvs. ekskl. omkostninger til forrentning og afskrivninger i 2002, 1.000 kr.
Levialt	Vandforsyningens udpumpede mængde i 1.000 m ³ .
Omkialpr = omkialt / levialt	Driftsomkostninger i alt, kr/m ³ .
Privat	Dummy, som er nul, hvis vandforsyningen er offentlig og 1, hvis den er privat ejet.
Taethed	De kommunale nøgletal: Antal indbyggere pr. km ² i den kommune, vandforsyningen hører til i 2002.
Kapacitet	Max samlet kapacitet for rentvand, m ³ /time.

Indbyg	Antal indbyggere i forsyningsområdet.
Ledald	Gennemsnitlig alder for rentvandsledningsnettet i 2002.
Tabpct	Det umålte forbrug til brandslukning, skylning af ledninger mv. foruden spild ved utætheder, pct. af den udpumpede vandmængde.
Ansatt	Antal ansatte ved forsyningen.
Midt	Dummy for området i den østlige del af Jylland med nettonedbør på mellem 250 og 500 mm/år.
Vest	Dummy for området i den vestlige del af Jylland med nettonedbør på mellem 500 og 900 mm/år.
Sand	Dummy for vandforsyninger, hvor det vandførende jordlag består af sand og/eller grus.
Kalk	Dummy for vandforsyninger, hvor det vandførende jordlag består af kalk og/eller kridt.

Kilde: Danva (2003): *Vandstatistik 2002*. Dummy for midt og vest er baseret på kort præsenteret i Henriksen, H. J. og A. Sonnenborg (2004): *NOVA 2003 Temarapport: Ferskvandets kredsløb*. s. 20, GEUS, København.

Ud fra en oversigt over nettonedbørens regionale fordeling er landsdelene delt op i vest, midt og øst, hvor der er størst nettonedbør i den vestlige del af Jylland (**vest**=1), lidt mindre i resten af Jylland (**midt**=1) og mindst på Fyn, Sjælland og øerne. Opdelingen er sket på amtsniveau.

Vandforsyninger i følgende amter har dummyvariablen **vest** lig med 1: Ringkøbing Amt, Ribe Amt, Sønderjyllands Amt.

Vandforsyninger i følgende amter har dummyvariablen **midt** lig med 1: Nordjyllands Amt, Århus Amt, Viborg Amt, Vejle Amt.

Vandforsyninger i følgende amter antager værdien 0 for både **midt** og **vest**: Københavns Amt, Københavns og Frederiksberg Kommuner, Frederiksborg Amt, Roskilde Amt, Vestsjællands Amt, Storstrøms Amt og Fyns Amt.

Der er ingen data for vandforsyninger på Bornholm i statistikken.

I datasættet er det specificeret, hvad det vandførende jordlag består af. Det kan f.eks. være sand og grus eller kalk og kridt. Ud fra disse oplysninger er dummyvariablerne **sand** og **kalk** dannet, således at **sand** = 1, hvis jordlaget består af sand og/eller grus, og **kalk** = 1, hvis jordlaget består af kalk og/eller kridt. Dette er gjort for at tage højde for jordlagets indflydelse på indvindingsomkostningerne. I nogle tilfælde består jordlaget både af grus og kridt, og begge dummyvariabler er da lig med nul. Det samme gælder, for andre jordtyper end de ovenfor nævnte.

I afsnit 3 er afprøvet forskellige estimationer, og det viser sig, at omkostningerne (**omkialpr**) forklares bedst ved den leverede mængde (**levialt**), vandværkets geografiske placering (**midt**, **vest**), og om vandværket er offentligt eller privat (**privat**).

På grund af manglende observationer (jf. senere) bruges kun 94 observationer i den endelige estimation. I tabellerne nedenfor gives et overblik over variationen i data ved variablerne **omkialpr** og **levialt**:

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
omkialpr	94	5.508823	2.777459	1.115172	15.05282
levialt	94	2114.898	4031.666	111	33496

Det ses, at der er en ret stor spredning i begge variabler. Hvis man opdeler vandforsyningerne på offentlige og private, er de to variabler karakteriseret således for de private:

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
omkialpr	25	4.179053	1.275994	1.947712	7.517123
levialt	25	759.4	828.4686	111	3717

og således for de offentlige:

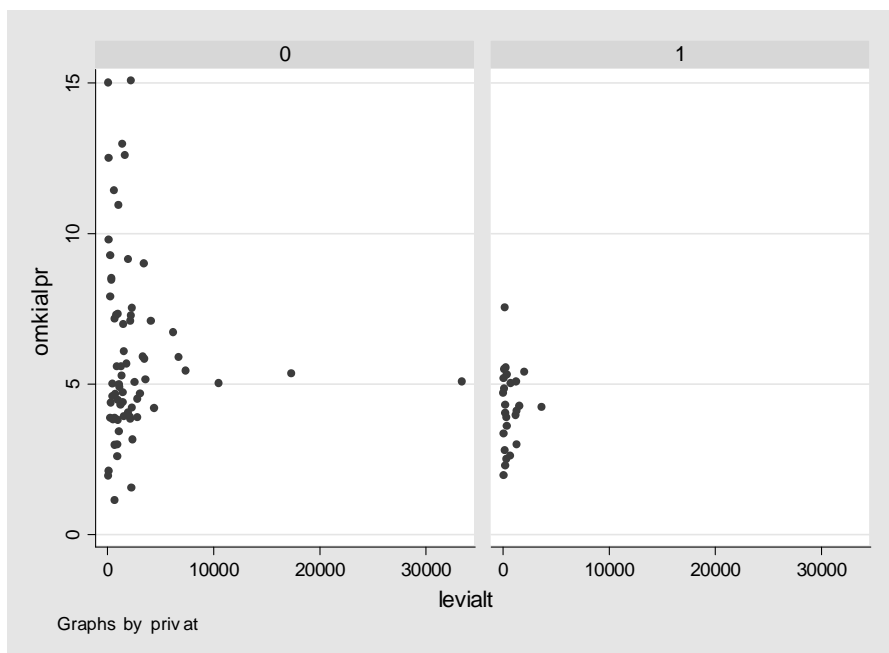
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
omkialpr	69	5.990624	3.014982	1.115172	15.05282
levialt	69	2606.02	4589.956	143.6	33496

Det ses, at spredningen i den samlede leverede mængde vand (**levialt**) er større for de offentlige end for de private vandforsyninger, og gennemsnittet for de private er mindre end for de offentlige. Der findes dog små og store vandforsyninger både blandt de private og blandt de offentlige. De gennemsnitlige omkostninger er større for de

offentlige end for de private vandforsyninger. Gennemsnittet for de private er ca. 4 kr. pr. m³ vand, mens den for de offentlige er ca. 6 kr.

For at få overblik over data og danne sig et indtryk af, om der er stordriftsfordele, er driftsomkostningerne i alt pr. m³, **omkialpr**, i figur 1 plottet mod den samlede leverede mængde fra vandværket, **levialt**, for henholdsvis de offentlige (0, venstre) og de private (1, højre) vandværker.

Figur 1 Sammenhæng mellem ejerskab, omkostninger og størrelse af vandforsyningerne.



Kilde: Danva og egne beregninger på data.

Af figuren ses ikke tydelige tegn på stordriftsfordele, men det ses, at der er flere store vandforsyninger blandt de offentlige end blandt de private, som også har lavere omkostninger. Den større spredning i omkostningerne blandt de offentlige forsyninger kan alt andet lige tyde på, at der er et større effektiviseringspotentiale for de offentlige end for de private.

I nedenstående Tabel 2 er vist de gennemsnitlige driftsomkostninger (kr/m³ vand) fordelt på variablerne **midt**, **vest** og **øst** for hhv. de private og de offentlige forsyninger. Gennemsnittet er vægtet med den leverede mængde vand, dvs. at driftsomkostningerne for forsyninger, der leverer meget vand, bliver tillagt større vægt end driftsomkostninger for forsyninger, der ikke leverer så meget.

Tabel 2 Gennemsnitlige driftsomkostninger (kr. /m³)

		Vest	Midt	Oest	Hele landet
Private	Gennemsnitlige driftsomkostninger	3.88	5.26	4.72	4.48
	Samlet leveret mængde (1.000 m ³)	10282.00	2341.00	6362.00	18985.00
	Antal forsyninger	12	6	7	25
Offentlige	Gennemsnitlige driftsomkostninger	4.63	4.68	7.73	5.83
	Samlet leveret mængde (1.000 m ³)	20250.41	49300.40	110264.58	179815.38
	Antal forsyninger	15	15	39	69
Alle vandfor- syninger	Gennemsnitlige driftsomkostninger	4.34	4.74	7.00	5.53
	Samlet leveret mængde (1.000 m ³)	30532.40	51641.40	116626.58	198800.38
	Antal forsyninger	27	21	46	94

Anm.: Gennemsnitlige driftsomkostninger = $\sum_{i=1}^{n_k} omkialt / \sum_{i=1}^{n_k} levialt$,

n_k = antal forsyninger i kategori k, f.eks. antal private forsyninger i den vestlige del af landet.

Det ses, at der er en tendens til, at de gennemsnitlige driftsomkostninger på vandforsyningen varierer med beliggenheden i landet, og om vandforsyningen er privat eller offentlig.¹

Ikke alle 147 vandforsyninger i Danvas statistik er inkluderet i analysen. De fleste variabler er opgjort for hvert enkelt vandværk, men i 18 tilfælde er nogle variabler kun opgjort på kommunebasis. F.eks. gælder det for Skagen Kommune, hvor der både er et offentligt og et privat vandværk, at **omkialpr** kun er angivet for Skagen Kommune som helhed og ikke for hvert enkelt vandværk i kommunen. Dette er ikke hensigtsmæssigt, hvorfor disse 18 observationer er udeladt af analysen.

Ud over de private og kommunale vandværker er der to amtslige vandværker i datasættet. Disse er inkluderet som offentlige vandforsyninger, så der kun skelnes mellem offentlige og privatejede vandforsyninger i analysen.

Der er således 129 tilbageværende observationer. Blandt disse mangler værdien for nogle variabler for enkelte forsyninger, hvorfor antallet af observationer i estimationerne nedenfor er 94 eller derunder.

Tallene for befolkningstætheden er fra de kommunale nøgletal og er opgjort for hver enkelt kommune. I de kommuner, hvor der er flere vandforsyninger, har hver vandforsyning i kommunen således fået tillagt en befolkningstæthed svarende til den gennemsnitlige i kommunen. Dette kan være misvisende, hvis det pågældende

¹ Det ses, at de gennemsnitlige driftsomkostninger i hele landet for hhv. offentlige og private vandforsyninger er forskellige fra tallene i tabellerne på s. 4. Dette skyldes, at tallene i tabel 2 er vægtet med den leverede mængde vand.

vandværk ligger ude på landet i en ellers befolkningstæt by. Det er dog den eneste måde, hvorpå der kan tages højde for befolkningstæthed med de tilgængelige data.

3. Model og analyse

Nedenfor følger en beskrivelse af resultaterne. Først præsenteres den foretrukne relation, mens der i den sidste del af afsnittet er præsenteret alternative specificationer.

3.1 Foretrukken relation

Nedenstående relation er valgt som den foretrukne, da den dels stemmer overens med forventningen og dels giver tilfredsstillende estimationsresultater. Den indeholder de to variabler **privat** og **levialt**, som angiver ejerskab af og størrelse på vandforsyningen. Desuden indgår dummiene **midt** og **vest**, som angiver den geografiske placering i landet opdelt efter mængden af nettonedbør.

$$\text{omkialpr} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{privat} + \beta_2 \cdot \text{levialt} + \beta_3 \cdot \text{midt} + \beta_4 \cdot \text{vest} + u$$

Variabelnavnenes betydning er desuden angivet i tabel 1. I forhold til forventningen om, hvilke forhold der kan forklare driftsomkostningerne, har det vist sig, at kapacitetsvedligeholdelsesomkostningerne, længden af nettet, jordbundstypen og befolkningstæthed ikke bidrager til forklaring af driftsomkostningerne.

Estimationsresultatet for den foretrukne relation blev således:

Source	SS	df	MS	Number of obs = 94		
Model	199.024026	4	49.7560066	F(4, 89) =	8.96	
Residual	518.403879	89	5.82476268	Prob > F =	0.0000	
Total	717.427905	93	7.71427855	R-squared =	0.2774	
				Adj R-squared =	0.2449	
				Root MSE =	2.4135	

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
privat	-1.169509	.4597565	-2.54	0.013	-2.083036	-.2559828
levialt	-.0000671	.0000339	-1.98	0.051	-.0001345	3.58e-07
midt	-2.120864	.5625157	-3.77	0.000	-3.23857	-1.003157
vest	-2.733973	.5623377	-4.86	0.000	-3.851326	-1.61662
_cons	7.22081	.5310184	13.60	0.000	6.165688	8.275932

Alle 4 forklarende variabler er signifikante på 5 pct. niveau.² Ud af de 129 tilbageværende observationer er der 35 manglende observationer for variablen **omkialpr** og/eller **levialt**, hvorfor der kun estimeres på 94 observationer.

Ved indsættelse af estimationsresultaterne ovenfor i den foretrukne relation fås:

$$\mathbf{omkialpr} = 7,221 - 1,170\mathbf{privat} - 0,0001\mathbf{levialt} - 2,121\mathbf{midt} - 2,734\mathbf{vest}$$

Koefficienten til **privat** er negativ, hvilket stemmer overens med forventningen, da privatejede selskaber typisk vil have stærkere incitament til effektivitet end offentligt ejede selskaber.³ Estimationen viser således, at driftsomkostningerne pr. m³ vand i gennemsnit er 1,17 kr. mindre for private i forhold til offentlige vandforsyninger.⁴

For hver 1.000 m³ vand den udpumpede mængde stiger, falder driftsomkostningerne med 0,01 øre pr. m³ vand. Der er altså tilsyneladende tale om begrænsede, men signifikante stordriftsfordele for vandforsyningerne.

Koefficienterne til **midt** og **vest** er begge negative. For vandværker i den vestlige del af Jylland, hvor den årlige nettonedbør er mellem 500 og 900 mm, er driftsomkostningerne pr. m³ vand 2,73 kr. lavere end på Fyn og Sjælland, mens driftsomkostningerne i den østlige del af Jylland, med nettonedbør mellem 250 og 500 mm årligt, er 2,12 kr. lavere end på Fyn, Sjælland og øerne. På Fyn, Sjælland og øerne er nettonedbøren under 250 mm årligt.

Der er forsøgt med en række alternative specifikationer af estimationen, som er dokumenteret i det følgende afsnit.

3.2 Alternative specifikationer

I estimationen i ovenstående afsnit 3.1 er der to outliers, som det er forsøgt at tage ud, uden estimerne i den foretrukne relation ændrede sig væsentligt. I de to tilfælde er de totale driftsomkostninger pr. m³ vand 15 kr., hvilket er væsentligt over gennemsnittet for vandforsyningerne, men ikke urealistisk. Desuden har den ene vandforsyning også et tab (til brandslukning, spild ved utætheder mv.) på 13 pct., (hvor de færreste forsyninger

² På grund af heteroskedasticitet er der anvendt robuste standardafvigelse.

³ se Det Økonomiske Råd (2004): *Dansk Økonomi, forår 2004*. København.

⁴ Der er ligeledes lavet en vægtet regression, hvor vægtene er den leverede mængde vand på vandforsyningen. Koefficienterne i den vægtede regression afviger dog ikke betydeligt fra koefficienterne i den viste foretrukne relation og har dermed ikke betydning for det beregnede besparelsespotentiale i afsnit 5.

har tab på over 10 pct.) Da resultatet ikke er specielt følsomt over for de to outliers, er de medtaget i analysen.

Det er forsøgt at medtage de 18 vandforsyninger, hvor variabler, der kun er opgjort på kommunebasis, kom til at gælde for hvert enkelt vandværk i kommunen. Dette ændrede kun estimaterne meget lidt. Da data ikke er korrekt specificeret for de 18 observationer, er det dog valgt at ekskludere dem.

København og Frederiksberg

Da vandforsyningerne i København og Frederiksberg er større end størsteparten af de andre forsyninger i datamaterialet og hovedsagelig indvinder vand i andre kommuner, er disse forsøgt udeladt:

```

Regression with robust standard errors
Number of obs =      92
F( 4,      87) =      8.42
Prob > F      =      0.0000
R-squared     =      0.2758
Root MSE     =      2.441

```

omkialpr	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
privat	-1.175518	.4796646	-2.45	0.016	-2.128903	-.2221326
levialt	-.0000716	.0000907	-0.79	0.432	-.0002519	.0001087
midt	-2.117471	.5708006	-3.71	0.000	-3.251999	-.9829425
vest	-2.735609	.5675539	-4.82	0.000	-3.863684	-1.607534
_cons	7.230211	.5745094	12.59	0.000	6.088311	8.37211

Det ses, at koefficienterne stort set er uændrede, men den leverede mængde er ikke længere signifikant. Der er således ikke tegn på stordriftsfordele, når vandforsyningerne i København og Frederiksberg tages ud. Dette viser for det første, at resultatet for så vidt angår stordriftsfordele er meget følsomt over for små ændringer i data. For det andet stemmer resultatet godt overens med en hollandsk undersøgelse (se Dansk Økonomi, efterår 2004), der viser, at der skal være over 100.000 tilsluttede brugere ved forsyningen, før man kan påvise stordriftsfordele. I forsyningsområderne i Frederiksberg og København er der hhv. ca. 90.000 og 500.000 indbyggere, hvilket kan forklare, at de betyder meget for analysens resultat mht. stordriftsfordele.

Ledningslængde

For at undersøge om andre karakteristika ved distributionsnettet end befolkningstæthed kan have indflydelse på omkostningerne, er det forsøgt at medtage den totale rentvandsledningslængde (ledningsanlæg fra behandlingsanlæg til vandværk og videre til forsyningsstederne) i den foretrukne relation som et udtryk for, hvor tæt folk bor i området og som en indikator for forskellen mellem land og by. Men denne er insignifikant på 5 pct. niveau. Det er også forsøgt at bruge den totale rentvandsledningslængde pr. m³ leveret vand, men heller ikke denne er signifikant.

Kapitalomkostninger

Omkostningsforskellene mellem vandforsyninger kunne skyldes, at forsyninger med nyt kapitalapparat er billigere at vedligeholde. Driftsomkostningerne er opgjort ekskl. omkostninger til forrentning og afskrivning. Derved kunne vandforsyninger med nye anlæg komme til at fremstå som værende mere effektive, fordi man ikke tager højde for deres højere kapitaludgifter. Der findes dog ikke data for værdien af kapitalapparatet, hvorfor beskaffenheden af dette er forsøgt approksimeret med andre variabler.

Det er forsøgt at bruge vandforsyningens tab, **tabpct** (tab til brandslukning, spild ved utætheder mv. i pct. af den udpumpede vandmængde), til at korrigere for dette ud fra den betragtning, at tabet kan være afhængigt af anlæggets tilstand, men denne parameter var ikke signifikant på 5 pct. niveau.

Den gennemsnitlige alder for rentvandsledningsnettet, **ledalder**, kunne også være en proxy for ledningsnettets tilstand. Den viste sig dog ikke at være signifikant.

Således har det ikke kunnet påvises, at forskelle i kapitalapparatets tilstand i de forskellige forsyninger har afgørende betydning for driftsomkostningerne.

Gratis arbejdskraft

Små private vandforsyninger kan være delvist baseret på frivillig arbejdskraft, hvilket kan give sig udslag i lavere omkostninger. Dette vil dog primært gælde for mindre forsyninger, der som nævnt ovenfor ikke indgår i det anvendte datasæt. For at teste om der også anvendes gratis arbejdskraft i de private forsyninger, der indgår i datamaterialet, er **ansat/omkialt** regresseret på **privat**, og **ansat/levialt** er regresseret på **privat**. En signifikant sammenhæng i disse regressioner ville kunne tolkes som en forskel i brug af betalt arbejdskraft og dermed indikere brug af gratis arbejdskraft. I

ingen af disse regressioner blev der fundet en signifiant sammenhæng. De gennemførte tests tyder altså ikke på, at de private vandforsyninger generelt har færre ansatte. Man kunne især forvente, at vandværker med 0 eller 1 ansat har frivillig arbejdskraft. Derfor er det forsøgt at tage disse ud af analysen, men dette giver stort set uændrede parameterestimer. Tilsyneladende er det altså ikke et problem for analysens resultater, at der er frivillig arbejdskraft på de private vandforsyninger.

Instrumentvariabler

Estimationerne tyder på, at der er en svag sammenhæng mellem den leverede mængde og omkostningerne pr. m³. For at kunne fortolke estimatet til **levialt** som ovenfor er det afgørende, at der er estimeret den rigtige kausalitet. Da der estimeres en omkostningsfunktion, er det vigtigt, at det er den leverede mængde, der bestemmer omkostningerne og dermed prisen, og ikke prisen der via en efterspørgselseffekt bestemmer den leverede mængde, **levialt**. Dette kan testes ved at foretage en instrumentvariabelestimation.

Til dette formål er det nødvendigt at finde et instrument, som er korreleret med den leverede mængde, men som er ukorreleret med variationer i efterspørgslen efter vand. Der er fundet to instrumenter for **levialt**. Disse er **kapacitet** og **indbyg**. I dette underafsnit redegøres der for, hvorfor disse instrumenter anses for egnede, og det undersøges, om der er endogenitet i modellen.

kapacitet forventes at have en sammenhæng med den leverede vandmængde, selvom der vil være vandforsyninger, hvor dette ikke er tilfældet. Når man bygger et nyt vandværk, beregnes, hvor meget vand, man maksimalt forventer, der kan være behov for, og derudover kalkuleres med en sikkerhedsmargin. Hvis der for eksempel er planer om boligbebyggelse i området, vil man naturligvis tage højde for dette i beregningerne af kapaciteten.⁵ Det virker derfor rimeligt, at der er korrelation mellem leveret mængde, **levialt**, og kapaciteten. Da kapaciteten er bestemt på baggrund af en forventet maksimal efterspørgsel og tillagt en sikkerhedsmargin, må det forventes, at kapaciteten er ukorreleret med efterspørgselsvariationer bestemt af prisen på vand.

⁵ I visse tilfælde kan der dog være nogle vandforsyninger, hvis kapacitet er langt større end den leverede mængde (hvis planerne om boligbebyggelse f.eks. aldrig blev ført ud i livet), og der vil være nogle forsyninger, hvis kapacitet kun er en smule over behovet, f.eks. hvis antallet af tilflyttere til forsyningsområdet har været større end forventet.

indbyg forventes også at være korreleret med den leverede mængde, da flere indbyggere i forsyningsområdet vil kræve en større leveret mængde. Den enkelte indbyggers efterspørgsel efter vand må imidlertid forventes at være ukorreleret med antallet af indbyggere.

Den regression og hjælperegression, der nu estimeres er derfor:

Hjælperegression:

$$\text{levialt} = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \text{indbyg} + \alpha_2 \cdot \text{kapacitet} + v$$

IV-Regression:

$$\text{omkialpr} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{privat} + \beta_2 \cdot \overline{\text{levialt}} + \beta_3 \cdot \text{midt} + \beta_4 \cdot \text{vest} + u$$

hvor $\overline{\text{levialt}}$ er den prædikterede værdi af **levialt**.

Resultatet af hjælperegressionen blev:

Source	SS	df	MS	Number of obs = 87		
Model	1.4917e+09	2	745872622	F(2, 84) =	7041.34	
Residual	8897924.28	84	105927.67	Prob > F	= 0.0000	
Total	1.5006e+09	86	17449339.2	R-squared	= 0.9941	
				Adj R-squared	= 0.9939	
				Root MSE	= 325.47	

levialt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
indbyg	.0641222	.001329	48.25	0.000	.0614794	.066765
kapacitet	.1493903	.0522416	2.86	0.005	.0455021	.2532785
_cons	70.70176	44.15369	1.60	0.113	-17.10269	158.5062

Det ses, at begge instrumenter er signifikante og altså velvalgte instrumenter. Der er hér kun 87 observationer, da der er manglende observationer for instrumenterne i syv tilfælde.

Resultatet af instrumentvariabelestimationen ses nedenfor:

IV (2SLS) regression with robust standard errors

Number of obs =	87
F(4, 82) =	7.10
Prob > F =	0.0001
R-squared =	0.2417
Root MSE =	2.4626

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
levialt	-.0000552	.0000359	-1.54	0.128	-.0001266	.0000162
privat	-1.097474	.4701492	-2.33	0.022	-2.032751	-.1621979
midt	-1.917085	.6146007	-3.12	0.003	-3.139722	-.6944486
vest	-2.571452	.6052809	-4.25	0.000	-3.775548	-1.367355
_cons	7.012831	.6157061	11.39	0.000	5.787996	8.237667

Her estimeres på de samme 87 observationer som i hjælperegressionen.

Det ses, at alle forklarende variabler med undtagelse af **levialt** er signifikante på 5 pct. niveau, og at koefficienterne ikke har ændret sig meget i forhold til den samme regression uden instrumenter.

Det er desuden forsøgt at lave samme estimation, men kun med ét instrument, hhv. **kapacitet** og **indbyg**, men forklaringsgraderne for disse er som forventet mindre, og parameterestimatet til $\overline{levialt}$ er stort set uændret.

Et Hausman test er udført for at teste for endogenitet. Hausman testet giver en χ^2 -størrelse med 5 frihedsgrader på 0,00 ved afrunding og dermed en signifikanssandsynlighed på 1,00.⁶ Det afvises derfor, at der er endogenitet i modellen. Den foretrukne relation er derfor som i afsnit 3.1.

4. Forbehold over for estimationen

Der er en række forbehold overfor estimationerne, som betyder, at resultaterne skal fortolkes med varsomhed. Neden for gives en opsummering af disse forbehold.

- **Befolkningstæthed:** Befolkningstætheden er i de kommunale nøgletal kun givet for den enkelte kommune og er ikke specificeret på forsyningsområde. Datasættet er sat sammen, så alle vandforsyninger i en given kommune får en

⁶ Testet er lavet ved at teste den viste IV-regression over for den almindelige regression med de samme observationer som i IV-regressionen. Denne regression er derfor lavet på færre observationer, nemlig 87, end i regressionen i afsnit 3.1, da antallet af observationer, der bruges i IV-regressionen og i regressionen uden instrumenter, bør være de samme ved sammenligning.

befolkningstæthed, der svarer til den gennemsnitlige i kommunen. Dette er ikke hensigtsmæssigt, men den eneste mulighed vi har for at inddrage befolkningstætheden i analysen. Imidlertid er befolkningstætheden ikke medtaget i den foretrukne relation, hvorfor det ikke spiller nogen rolle for resultatet.

- Kapitalapparat: Vandforsyninger med nye anlæg kan have lavere driftsomkostninger end forsyninger med ældre anlæg, da driftsomkostningerne er beregnet ekskl. omkostninger til forrentning og afskrivning. På den måde kan de nye anlæg komme til at virke mindre omkostningskrævende, end de i virkeligheden er. Det er forsøgt at korrigere for dette ved at tilføje den gennemsnitlige alder for rentvandsledningsnettet til den foretrukne relation, men den var ikke signifikant. Ligeledes spillede forsyningens tab heller ikke nogen rolle for omkostningerne. De anvendte proxyer er muligvis ikke tilstrækkelige, hvorfor det ikke kan udelukkes, at kapitalapparatets beskaffenhed har indflydelse på driftsomkostningerne.
- De geografiske dummyer **midt** og **vest** er dannet ud fra oplysninger om mængden af nettonedbør i nogle større områder i landet og ikke specifikt for den enkelte kommune eller den enkelte vandforsyning. Det er derfor sandsynligt, at variablerne ikke beskriver nettonedbørens påvirkning på driftsomkostningerne særligt præcist.
- Dummyerne for jordbundsforhold (som kunne have betydning for, hvor let det er at indvinde vand) var ikke signifikante. Imidlertid var data for jordbundsforhold heller ikke særligt detaljeret, så det er muligt, at koefficienten til dummi'en ikke helt afspejler betydningen af variationen i jordbundsforhold for driftsudgifterne.
- Gratis arbejdskraft: Det er undersøgt, om de generelt lavere omkostninger hos de private vandforsyninger kan skyldes brug af gratis arbejdskraft. Undersøgelsen viste ikke tegn på dette, så tilsyneladende er det ikke et problem for analysens resultater, at der er frivillig arbejdskraft på de private vandforsyninger. Det er dog ikke sikkert, at den gennemførte undersøgelse er tilstrækkelig til at afvise, at frivillig arbejdskraft på de private vandforsyninger har betydning for driftsomkostningerne.
- Stikprøve: Da der som nævnt er ca. 3.000 vandforsyninger i Danmark, og der i undersøgelsen kun indgår 94, kan man diskutere, om denne stikprøve indeholder

tilstrækkelig information til at kunne beskrive omkostningsstrukturen i vandsektoren. Imidlertid leverede disse 94 vandforsyninger knap halvdelen af den samlede leverede mængde drikkevand i 2002.⁷ Det er dog ikke sikkert, at stikprøven er repræsentativ. F.eks. kan det være, at det er de mest effektive, der indberetter, da incitamentet for disse er større. Hvis dette både gælder for de offentlige og de private vandforsyninger, vil det dog ikke have betydning for resultatet.

- Kvalitet: Der er i analysen ikke taget højde for, at der kan være forskel i kvaliteten af vandet og i serviceniveaet på vandforsyningerne. Nogle større vandforsyninger kan have højere omkostninger, fordi man på disse f.eks. fjerner en del arsen og nikkel fra drikkevandet ved almindelig vandbehandling.

5. Beregning af samlet besparelsespotentiale ved regulering af vandforsyning

Ud fra estimaterne i den foretrukne relation i afsnit 3.1 kan et besparelsespotentiale beregnes:

$$\text{Besparelse} = 1,17 \cdot (1-0,37) \cdot 412,9 \text{ mio. kr.} = \mathbf{304,3 \text{ mio. kr.}}$$

Hvor 1,17 er besparelsen pr. m³ vand i den foretrukne model ved at regulere de offentlige vandforsyninger, så de blev lige så effektive som de private. (1-0,37) er andelen af vand leveret fra offentlige vandværker, og 412,9 mio er leverede m³ drikkevand i 2002. Det beregnede besparelsespotentiale er således 304,3 mio. kr. i 2002. Den kommunale driftsudgift til drikkevand var 1,754 mia. kr. i 2002. Så den potentielle besparelse ved privatisering af vandforsyningerne svarer til $304,3/1.754 = 17,3$ pct. af driftsudgifterne i 2002.

Ved benyttelse af koefficienten til **privat**'s 95 pct. konfidensinterval vil besparelsen i 2002 ligge mellem 66,6 mio. kr. og 541,8 mio. kr. i 2002. Dette giver et interval for besparelsen fra 3,8 pct. til 30,9 pct. af driftsudgifterne.

Det skal bemærkes, at investeringsomkostningerne ikke indgår i vurderingen af potentialet. Da langt størsteparten af investeringsopgaverne allerede i dag er udliciteret, kan der ikke forventes et betydeligt besparelsespotentiale fra investeringsdelen af udgifterne. Da de samlede investeringsomkostninger i 2002 udgjorde under 15 pct. af de

⁷ $(198,8/412,9)$ mio. m³ vand = 48,15 pct. af den samlede leverede mængde drikkevand.

samlede omkostninger for de forsyninger, der indgår i analysen, vil det ikke have nogen stor betydning for det samlede besparelspotentiale i vandsektoren.

6. Konklusion

Den overordnede konklusion er, at driftsomkostningerne i de private vandforsyninger i gennemsnit er 1,17 kr. pr. m³ lavere end i de offentlige vandforsyninger.

Hvis de nuværende offentlige forsyninger var lige så effektive som de private, ville det kunne give en besparelse på ca. 304 mio. kr. svarende til 17 pct. af driftsudgifterne til drikkevand i 2002.

Driftsomkostningerne pr. m³ vand reduceres iflg. analysen med 0,01 øre for hver 1.000 m³ vand, der leveres. Der er altså i de danske vandforsyninger tegn på små stordriftsfordele, men resultatet er meget følsomt over for, om de store vandforsyninger i København og Frederiksberg er medtaget. Det kan således ikke konkluderes, at der er mulighed for at høste en gevinst ved dannelse af større vandforsyninger end i dag.

Driftsomkostningerne i vandforsyninger i den nordlige og østlige del af Jylland er 2,12 kr. lavere pr. m³ end på Fyn, Sjælland og øerne, mens den vestlige del af Jylland har driftsomkostninger, der er 2,73 kr. lavere pr. m³.

En række forbehold i forbindelse med data betyder, at estimationen er behæftet med betydelig usikkerhed, så resultaterne skal fortolkes med varsomhed, jf. afsnit 4.