

Helhedsplan for Gudenaacentralen Konsekvensvurdering



Gudenaacentralen

Gudenaacentralen

Helhedsplan for Gudenaacentralen

Konsekvensvurdering

Januar 2006

Rapport udarbejdet for:

Gudenaacentralen - Bjerringbrovej 54 - DK-8850 Bjerringbro
Tlf.: 8668 1777

Rapport udarbejdet af:

Cowi A/S - Thulebakken 34 - DK-9000 Aalborg
Tlf.: 9936 7700
Salgsbehandler: Søren Adamsen

Tryk:

Ry Bogtrykkeri - 8689 1244

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	3
1.1	Baggrund	3
1.2	Formål med dokumentet	3
1.3	Præsentation af metoden	3
1.4	Modellerne	4
2	Driftsøkonomi	6
2.1	Model 0 - eksisterende forhold	6
2.2	Model 3 og 3.1 – kort omløbsstryg ved Tangeværket	9
2.3	Model 4 – omløb fra Ans	11
2.4	Model 7 – Omløb samt retablering af åens øverste 6 km	13
2.5	Opsummering	14
3	Medfinansiering	15
3.1	Opsummering	16
4	Regionaløkonomi	17
4.1	Model 0 - eksisterende forhold	17
4.2	Model 3 og 3.1 - kort omløbsstryg ved Tangeværket	21
4.3	Model 4 - omløb fra Ans	23
4.4	Model 7 - Omløb samt retablering af åens øverst 6 km	26
4.5	Opsummering	28
5	Miljø	30
5.1	Grundlag for vurdering af de miljømæssige forhold	32
5.2	Model 0 - eksisterende forhold	32
5.3	Miljøkonsekvenser som følge af ændret el produktion	36
5.4	Model 3 og 3.1- kort omløbsstryg ved Tangeværket	37
5.5	Model 4 - omløb fra Ans	38
5.6	Model 7 - Omløb samt retablering af åens øverst 6 km	40
6	Konklusion	43
7	Referencer	45

1 Indledning

Helhedsplan for Gudenaacentralen

Dette dokument er en sammenskrevet præsentation af de analyser, COWI har foretaget i forbindelse med vurderingen af konsekvenserne af implementeringen af en plan for Gudenaåens fremtidige passage ved Tangeværket.

1.1 Baggrund

Lovgrundlag for Tangeværket

Udløbet af Tangeværkets koncession til udnyttelse af vandkraften er pr. 17.12.2002 udsat til 8. januar 2008 (Lov nr. 1054). I løbet af perioden skal følgende afklares: El-museets fremtid (herunder fremtidig finansiering), konsultationer med interessenter skal indledes og gennemføres, afklaring af finansiering af et eventuelt projekt (herunder lokal medfinansiering), samt endelig en gennemførsel af en høring af det endelige lovforslag. Således skønnede Miljøministeren, at en helhedsløsning for forholdene kunne være på plads indenfor denne femårsperiode (Miljø- og Planlægningsudvalget, 2002).

1.2 Formål med dokumentet

Formål med nærværende helhedsplan

Med afsæt i ovennævnte udmelding fra Miljøministeren søger Gudenaacentralen at klarlægge konsekvenserne i forbindelse med implementeringen af en helhedsplan. Således tænkes dette dokument at klarlægge de driftsmæssige konsekvenser for Tangeværket, konsekvenserne for El-museet, undersøgelse af mulighederne for medfinansiering samt de forskellige regionaløkonomiske og miljømæssige konsekvenser.

Dokumentet vil således udgøre grundlaget for den videre proces i forbindelse med afdækning af lokale interessenters holdning til løsningsmulighederne. Endvidere vil det udgøre en basis for en videre diskussion med de nationale beslutningstagere.

1.3 Præsentation af metoden

Metodik

De følgende afsnit er opbygget omkring fire scenarier, der for to af scenariernes vedkommende kan implementeres i forskellig grad. De tre af de fire scenarier er udvalgt med afsæt i de løsninger, der blev præsenteret i skitseprojektet (Miljøministeriet & Fødevarerministeriet, 2002). Efter en betragtning om at udvælge et mindst omfattende scenarium, et midt-scenarium samt et mest omfattende scenarium blev henholdsvis model 3, 4 og 7 udvalgt. Desuden præsenteres en

model 0, som dels tjener som en statusbeskrivelse af de eksisterende forhold, dels som illustration af en status quo løsningsmodel.

Som baggrund for dette notat har indgået studier af tidligere undersøgelser suppleret med en række nye undersøgelser. Således ligger følgende baggrundsnotater til grund for dette dokument:

- Statusbeskrivelser for Tangeværket og Tange Sø
- Analyser af driftøkonomiske spørgsmål for Tangeværket og El-museet
- Analyser af muligheder for lokal medfinansiering
- Analyser af de miljømæssige konsekvenser ved implementering af de fire modeller
- Analyser af de regionaløkonomiske konsekvenser ved implementeringen af de fire modeller

Siden skitseprojektet blev udarbejdet i 2002, har Gudenaacentralen gennemført supplerende analyser vedr. fiskebestanden (WaterFrame, 2004 og 2005) og vandkvaliteten ved Tange Sø (Altenborg Miljø, 2004).

1.4 Modellerne

I det nedenstående præsenteres de fire modeller, hvis konsekvenser vil blive gennemgået i de efterfølgende kapitler.

For de tre modeller der fordrer nyanlæg er der gennemført beregninger med vandgennemføring på henholdsvis 15 %, 30 % og 85 %. Disse procentsatser er udvalgt for at tillade udviklingen af beregningseksempler men udelukker på ingen måde modeller med anderledes vandgennemføring.

1.4.1 Model 0 – eksisterende forhold

Model 0
Eksisterende forhold

Model 0 er en statusbeskrivelse af de eksisterende forhold. Modellen fungerer således på den ene side som en statusbeskrivelse og dermed som et referencepunkt for de andre modeller og på den anden side som en beskrivelse af det scenarium, hvor status quo i forbindelse med en passage omkring Tangeværket bevares. Dette vil sige fortsat og uændret drift af Tangeværket med en bevarelse af de muligheder for faunapassage, der allerede eksisterer.

1.4.2 Model 3 og 3.1 – kort omløbsstryg ved Tangeværket

Model 3 og 3.1
Kort omløbsstryg ved
Tangeværket

Model 3 og 3.1 er i udgangspunktet den mindst omfattende model. Her foreslås et omløb blot at bestå af et kort stryg ved frislusen (Tangeværket). Stryget starter ved Tange Sø's nordøstlige hjørne og vil få en 150 m lang indløbsprofil for at sikre det rette forhold mellem vandføring i omløbet og vandstanden i Tange Sø.

Det skal bemærkes, at et kort stryg kan påbegyndes andre steder end ved frislusen.

Model 3 kan implementeres med forskellige vandføringer, alt efter hvilken vandmængde, der ønskes ført gennem stryget.

Model 3 er endvidere beskrevet i to varianter: Model 3 og Model 3.1. I model 3 er omløbsstryget 2,3 km langt med et længdefald på 4 promille, mens det i model 3.1 er 1,1 km langt med et længdefald på 10 promille.

Model 3 er undersøgt for tre forskellige vandmængder, således at henholdsvis 15 %, 30 % eller 85 % af vandmængden i Gudenåen ledes uden om Tangeværket.

1.4.3 Model 4 – omløb fra Ans

Model 4
Omløb ved Ans

Model 4 består af en etablering af et omløb af Tange Sø begyndende ved Ans. Omløbet er 6 km langt og vil have et gennemsnitligt fald på 0,3 ‰ og vil blive afsluttet med et kort stryg med et fald på 5 ‰.

Som ved model 3 er model 4 undersøgt for tre forskellige vandmængder, således at henholdsvis 15 %, 30 % eller 85 % af vandmængden i Gudenåen ledes uden om Tangeværket.

1.4.4 Model 7 –Omløb samt reetablering af åens øverste 6km

Model 7
Langt omløb

Model 7 er den mest omfattende af de modeller, der er inddraget i denne undersøgelse. Denne løsning består af et omløb øst om Tange Sø startende ved ny dæmning øst for Ans. Omløbet er på 6,9 km med et gennemsnitligt fald på 0,3 ‰ og vil afsluttes med et stryg med et fald på 5 ‰. Modellen vil resultere i, at 6 km af Gudenåens oprindelige forløb vil blive genetableret ovenfor den nye dæmning.

Modellen betyder også, at hele Gudenåen ledes uden om Tange Sø og dermed også uden om Tangeværket. Vandtilstrømning til Tange Sø, vil således hovedsageligt ske fra Tange Å.

2 Driftsøkonomi

I dette afsnit beskrives status samt de forskellige modellers konsekvens for Tangeværket og El-museets driftsøkonomi. Der er i undersøgelsen forudsat, at den nuværende afregningspris på 60 øre pr. kilowatt time ikke ændres.

I behandlingen af de forskellige scenarier arbejdes der udelukkende med scenarier, der enten beskriver en situation, hvor Tangeværket kan opretholde kommerciel drift eller ikke kan opretholde kommerciel drift. Alternative driftsscenarier, hvor eksempelvis Tangeværket og produktionen af el mere eller mindre inddrages i museumsaktiviteterne, behandles således ikke.

I forbindelse med beskrivelsen af de driftsøkonomiske konsekvenser ved investeringer inddrages udelukkende investeringer i selve værket. Den driftsøkonomiske analyse behandler således ikke Gudenaacentralens mulige medfinansiering til anlægsarbejdet i forbindelse med implementeringen af de forskellige modeller.

De driftsøkonomiske beregninger er foretaget med et 30-årigt afskrivningsprofil.

2.1 Model 0 - eksisterende forhold

Model 0
Eksisterende forhold

En beskrivelse af den aktuelle status er som beskrevet indledningsvis også en beskrivelse af en status quo model, hvor vandføringen ikke ændres.

2.1.1 Gudenaacentralen og Tangeværket

Basisoplysning om Gudenaacentralen og Tangeværket

Gudenaacentralen AMBA ejer og driver Tangeværket med en gennemsnitsproduktion på 11,4 GWh. I tillæg hertil ejer og driver Gudenaacentralen 900 ha skov og sø arealer omkring Tange Sø.

Bemandingen består i øjeblikket af seks personer. Således varetager 4 årsværk driften af Tangeværket, 1 årsværk passer skov og sø og 1 årsværk vedligeholder arealerne omkring værket og El-museet.

Hovedparten af Gudenaacentralens indtjening kommer fra salg af el, mens en mindre del kommer fra lejeindtægter og salg af træ, fisk mv.

Tabel 2.1 angiver en indikativ opdeling af Gudenaacentralens driftsindtægter og udgifter for 2004 baseret på en forventet el produktion på 11,4 GWh.

Tabel 2.1 Budget for 2004 - opdelt og baseret på en elpris på 58 øre/kWh.

	Aktivitet	Drift af Tangeværket [mio. kr.]	Skov og sø [mio. kr.]	Vedligehold af omkringliggende arealer [mio. kr.]	Udlejning af bygninger mv. [mio. kr.]	Total [mio. kr.]
A	Driftsindtægter	6,6	0,2	0,0	0,5	7,3
B	Andre eksterne omk.	1,3	0,2	0,2	0,2	1,9
C	Personaleomkostninger	1,6	0,4	0,4	0,0	2,4
D	Andre driftsomkostninger	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3
E	Samlede driftsudgifter (B+C+D)	2,9	0,7	0,7	0,3	4,6
F	Netto drift likviditet (A - E)	3,6	-0,5	-0,7	0,2	2,6

Note: Opdelingen af omkostninger er baseret på Gudenaacentralens oplysninger. Produktionen er justeret til 11,4 GWh svarende til et gennemsnitsår.
(Som følge af afrunding forekommer afvigelser i summationerne).

Det fremgår af Tabel 2.1, at driften af Tangeværket årligt bidrager med ca. 3,6 mio. kr. til Gudenaacentralens økonomi. En del af den skabte likviditet anvendes på driften af sø og skov samt vedligeholdelse af omkringliggende arealer. Dette koster årligt Gudenaacentralen omkring 1,2 mio. kr. Udlejningen af jord og ejendom bidrager svagt positivt til Gudenaacentralens økonomi.

Gudenaacentralens ejerkreds

Gudenaacentralens overskud fordeles til ejerkredsen bestående af midtjyske forsyningsselskaber (NRGi, EnergiMidt og Galten Elværk) og kommuner (Skanderborg og Viborg kommuner).

Investeringsbehov

Investeringsmæssigt vurderes det, at Tangeværket ikke umiddelbart står overfor større investeringer. Men for at kunne opretholde sin nuværende kapacitet skal værket dog indenfor de næste 10-15 år udskifte 3 ud af 6 turbineaksler (10 mio. kr. i alt) samt 6 ud af 6 sæt reguleringskovle (6 mio. kr. i alt).

Sammenholdt med behovet for investeringer ser et driftsscenario således ud for Tangeværket (jf. Tabel 2.2):

Tabel 2.2 Driftsscenario og investeringsbehov model 0, Tangeværket.

Model	Vandreduktion	Årlig produktion [GWh]	Antal turbiner udskiftet	Antal regulerings-skovle udskiftet	Investeringsbe- løb [mio. kr.]	Effekt [MW]	Bemanding
0	0 %	11,4	3	6	16	3,9	4

Ved model 0 med ovenstående driftsscenario kan Tangeværkets likviditet beskrives med følgende model (jf. Tabel 2.3):

Tabel 2.3 Likviditetsbudget model 0, Tangeværket.

Model	Indtægter [mio.kr.]	Variable omkostninger [mio.kr.]	Persone omkostninger [mio.kr.]	Andre eksterne omkostninger [mio.kr.]	Samlede driftsudgifter [mio.kr.]	Årlig likviditet fra driften [mio.kr.]	Nutidsværdi af driftslikviditet (30 år) [mio.kr.]	Investering [mio.kr.]	Nettolikviditet (30 år) [mio.kr.]
0	6,8	0,3	1,6	1,0	3,0	3,9	59,8	16,0	43,8

Rentabel drift

Ved uændret produktion vil der således skabes en årlig likviditet på ca. 3,9 mio. kr. Nutidsværdien heraf udgør 59,8 mio. kr. ved 30 års drift. Dette skal sammenholdes med et investeringsbehov på 16 mio. kr. med en samlet nutidsværdi på knap 44 mio. kr. Set over et 30 års perspektiv vurderes det, at Gudenaacentralen alt andet lige vil kunne fortsætte en rentabel drift af Tangeværket.

For Gudenaacentralen vil likviditetsbudget samlet set se ud som følger (jf. Tabel 2.4):

Tabel 2.4 Samlet likviditetsbudget model 0, Gudenaacentralen.

Model	Drift af Tangeværket [mio.kr.]	Skov og sø [mio.kr.]	Udenomsarealer [mio.kr.]	Udlejning af jord og bygninger [mio.kr.]	Nettolikviditet/år [mio.kr.]
0	3,9	-0,5	-0,7	0,2	2,9

2.1.2 El-museet

El-museets situation er uændret ved model 0. En statusbeskrivelse af situationen vil således kunne illustreres ved regnskab 2003.

Besøgene til El-museet

Museet blev i 2003 besøgt af 50.147 gæster samt 3.725 gæster, der kun besøgte museets café. El-museets økonomi er baseret på tilskud fra den danske elforsyning (EnergiNet DK). I mindre omfang ydes der tilskud fra forskellige fonde og

råd mv. samt stat og kommuner. Med de nuværende tilskud er der balance mellem indtægter og udgifter.

El-museets økonomi

El-museet havde i 2003 indtægter fra museumsdrift på 8,2 mio. kr. Heraf udgjorde entréindtægter m.m. 1,5 mio. kr., 0,5 mio. kr. vedr. salg af ydelser, mens de resterende 6,2 mio. kr. stammer fra diverse tilskud. Der er indtægter fra kiosk/café på ca. 1,2 mio. kr., således at de samlede indtægter opgøres til 9,4 mio. kr. Tilskud udgør 65 % af de samlede indtægter (inklusive kiosk/café) og 75 % af de samlede indtægter fra museumsdriften.

Hovedparten af omkostningerne vedrører løn og lokaleomkostninger, hvilket gør det vanskeligt at reducere omkostningsniveauet uden samtidig at indskrænke aktivitetsniveauet. Museets evne til at tiltrække tilskud og donationer er på langt sigt stærkt relateret til besøgstallet.

Gudenaacentralen vedligeholder arealerne omkring El-museet samt støtter årligt med et beløb på ca. 200.000 kr.

2.2 Model 3 og 3.1 – kort omløbsstryk ved Tangeværket

Model 3 og 3.1 Kort omløbsstryk ved Tangeværket

Model 3 og 3.1 er de mindste omfattende af de modeller, der indebærer egentlig anlægsarbejder. Modellen er tilsvarende skitseprojektet fra 2002 undersøgt med vandføringer på henholdsvis 15 %, 30 % og 85 % af Gudenåens vandføring. Disse mængder er kun eksempler. Løsninger med andre procentsatser vil kunne vælges i stedet.

2.2.1 Tangeværkets driftsøkonomi

Vand gennem turbinerne er afgørende for Tangeværkets drift

Den eneste faktor, der umiddelbart har konsekvenser for Tangeværkets drift, er vandmængden, som ledes gennem turbinerne. Andre faktorer kunne være i hvilken størrelsesorden, der vælges at foretage medfinansieringer i et evt. anlægsarbejde, eller ændringer i afregningsprisen for el. Disse øvrige faktorer forudsættes ikke ændret.

Investeringsbehov

Reduktionen af vandgennemstrømningen vil også reducere behovet for investeringer. Sammenholdes de estimerede investeringsbehov for de tre afstrømningsscenarier (15 %, 30 % og 85 %) med de anslåede driftsresultater for model 3, kan dette beskrives som følgende (jf. Tabel 2.5):

Tabel 2.5 Driftsscenarier og investeringsbehov - model 3.

Model	Vandreduktion	Årlig produktion [GWh]	Antal turbiner udskiftet	Antal regulerings- skovle udskiftet	Investeringsbe- løb [mio. kr.]	Effekt [MW]	Bemanning
3A	15 %	8,5	2	5	11	3,5	4
3B	30 %	7,8	1	4	7	3	4
3C	85 %	1,1	0	0	0	2,2	4

Konsekvenserne for Tangeværkets likviditet vil således være følgende (jf. Tabel 2.6):

Tabel 2.6 Likviditetsbudget model 3, Tangeværket.

Model	Indtægter [mio.kr.]	Variable omkostninger [mio.kr.]	Persone omkostninger [mio.kr.]	Andre eksterne omkostninger [mio.kr.]	Samlede driftsudgifter [mio.kr.]	Årlig likviditet fra driften [mio.kr.]	Nutidsværdi af driftslikviditet (30 år) [mio.kr.]	Investering [mio.kr.]	Nettolikviditet (30 år) [mio.kr.]
3A	5,1	0,3	1,6	1,0	2,9	2,2	34,2	11,0	23,2
3B	4,7	0,2	1,6	1,0	2,9	1,8	28,0	7,0	21,0
3C	0,7	0,0	1,6	1,0	2,7	-2,0	-31,0	0	-31,0

Fortsat rentabel drift ved Model 3A og 3B

Det vurderes således, at el-produktion fortsat vil give forretningsmæssig fornuft i model 3A og 3B. Den årlige driftslikviditet udgør her henholdsvis 2,2 mio. kr. og 1,8 mio. kr., og dette kan over 30 år sagtens modsvare et investeringsbehov på henholdsvis 11 og 7 mio. kr.

Model 3C vil ikke medføre rentabel drift

Model 3C er derimod ikke kommercielt bæredygtig. Den årlige likviditet fra driften er negativ, og der kræves således et årligt bidrag på 2 mio. kr. for at kunne opretholde driften. Den samlede nutidsværdi er ved fortsat produktion negativ.

Den samlede likviditetsmodel for Gudenaacentralen er således for model 3 og de tre gennemstrømningsscenarier følgende (jf. Tabel 2.7):

Tabel 2.7 Samlet likviditetsmodel for Gudenaacentralen - model 3.

Model	Drift af Tangeværket [mio.kr.]	Skov og sø [mio.kr.]	Udenomsarealer [mio.kr.]	Udlejning af jord og bygninger [mio.kr.]	Netto likviditet/år [mio.kr.]
3A	2,2	- 0,5	- 0,7	0,2	1,3
3B	1,8	- 0,5	- 0,7	0,2	0,9
3C	-2,0	- 0,5	- 0,7	0,2	-3,0

2.2.2 El-museets driftsøkonomi

El-museet vil ikke blive påvirket direkte af en ændret vandførelse på samme måde som Tangeværket. En række faktorer har dog en sandsynlig effekt på antallet af besøgende, hvilket må betragtes som museets væsentligste succesfaktor.

Effekt af stryget for El-museet

Selve stryget vil gennem sin påvirkning af det omkringliggende område have en effekt på, hvor attraktivt museet fremstår. For El-museet vurderes model 3 umiddelbart at have en lille positiv effekt, da der fra El-museets side vurderes, at de faunamæssige effekter vil bidrage til museets attraktivitet.

Direkte afledt effekt af gennemstrømningsscenarierne

El-museets beliggenhed tæt på et fungerende vandkraftværk vurderes af El-museet at være en hovedattraktion i setup'et omkring museet. Således vil model 3A og model 3B betyde uændrede forhold for museet, hvor model 3C vil betyde, at museet mister sin væsentligste attraktion. En afvikling af Tangeværket ville dog i stedet kunne give museumsgæster adgang til selve turbinehallerne, men El-museet vurderer ikke, at det vil kunne erstatte tabet af at være placeret tæt på et kraftværk i fulde omdrejninger.

Indirekte afledt effekt af gennemstrømningsscenarierne

Endelig vil Model 3A og 3B betyde et generelt fald i Tangeværkets indtjening. Det må formodes at resultere i en reduktion i Gudenaacentralens direkte og indirekte støtte til museet gennem bl.a. økonomiske tilskud.

Gudenaacentralen oplyser, at model 3C vil medføre at elproduktionen indstilles.

2.3 Model 4 – omløb fra Ans

Model 4
Omløb fra Ans

Model 4 er vurderet - som model 3 - ved tre gennemstrømningsscenarier (15 %, 30 % og 85 % af vandet fra Gudenåen ledes igennem omløbet). De tre scenarier er tilsvarende model 3 kun illustrationer, og modeller med andre gennemstrømningsprocenter vil kunne vælges.

2.3.1 Tangeværkets driftsøkonomi

Anskuet fra en driftsøkonomisk vinkel er der kun én faktor, der har betydning, nemlig gennemstrømningen. Således er resultaterne for model 4 de samme som for model 3.

Investeringsbehov

Sammenholdt med behovet for investeringer har model 4 følgende konsekvenser for driftsøkonomien (jf. Tabel 2.8):

Tabel 2.8 Driftsscenarier og investeringsbehov - model 4.

Model	Vandreduktion	Årlig produktion [GWh]	Antal turbiner udskiftet	Antal regulerings- skovle udskiftet	Investeringsbe- løb [mio. kr.]	Effekt [MW]	Bemanding
4A	15 %	8,5	2	5	11	3,5	4
4B	30 %	7,8	1	4	7	3	4
4C	85 %	1,1	0	0	0	2,2	4

Konsekvenserne for Tangeværkets likviditet er følgende (jf. Tabel 2.9):

Tabel 2.9 Likviditetsbudget model 4, Tangeværket.

Model	Indtægter [mio.kr.]	Variable omkostninger [mio.kr.]	Persone omkostninger [mio.kr.]	Andre eksterne omkostninger [mio.kr.]	Samlede driftsudgifter [mio.kr.]	Årlig likviditet fra driften [mio.kr.]	Nutidsværdi af driftslikviditet (30 år) [mio.kr.]	Investering [mio.kr.]	Nettolikviditet (30 år) [mio.kr.]
4A	5,1	0,3	1,6	1,0	2,9	2,2	34,2	11,0	23,2
4B	4,7	0,2	1,6	1,0	2,9	1,8	28,0	7,0	21,0
4C	0,7	0,0	1,6	1,0	2,7	-2,0	-31,0	0	-31,0

Fortsat rentabel drift ved model 4A og 4B, mens model 4C ikke vil medføre rentabel drift

El produktion vurderes fortsat at være en bæredygtig forretning i model 4A og 4B. Model 4C er ikke kommercielt bæredygtig. Gudenaacentralen oplyser, at produktionen på Tangeværket indstilles.

Den samlede likviditetsmodel for Gudenaacentralen er således for model 4 og de tre gennemstrømningsscenarier følgende (jf. Tabel 2.10):

Tabel 2.10 Samlet likviditetsmodel for Gudenaacentralen - model 4.

Model	Drift af Tangeværket [mio.kr.]	Skov og sø [mio.kr.]	Udenomsarealer [mio.kr.]	Udlejning af jord og bygninger [mio.kr.]	Nettolikviditet/år [mio.kr.]
4A	2,2	- 0,5	- 0,7	0,2	1,3
4B	1,8	- 0,5	- 0,7	0,2	0,9
4C	-2,0	- 0,5	- 0,7	0,2	-3,0

2.3.2 El-museets driftsøkonomi

De driftsøkonomiske konsekvenser for El-museet ved implementeringen af model 4 må forventes i store træk at være de samme som ved model 3.

Effekterne afledt af gennemstrømningsscenerierne vil forblive de samme som ved model 3. Kan Tangeværket ikke opretholde kommerciel drift, vurderer museet, at de vil miste en central attraktion. Ligeledes vil den direkte og indirekte støtte fra Gudenaacentralen bortfalde.

2.4 Model 7 – Omløb samt retablering af åens øverste 6 km

Model 7
Omløb fra Ans

Model 7 er den mest omfattende af tre undersøgte modeller, idet alt vandet i Gudenåen ledes uden om Tangværket. Således vil kun det vand, som strømmer til Tange Sø fra søens direkte opland, kunne ledes igennem Tangeværket.

2.4.1 Tangeværkets driftsøkonomi

Analysen af scenariet for Tangeværkets driftsøkonomi baseres kun på den vandmængde, der hidrører fra Tange Å.

Tabel 2.11 Driftsscenerier og investeringsbehov - model 7.

Model	Vandre- duktion	Årlig produk- tion [GWh]	Antal turbiner udskiftet	Antal regule- rings- skovle udskiftet	Investe- ringsbe- løb [mio. kr.]	Effekt [MW]	Beman- ding
7	90 %	0,7	0	0	0	1,4	4

Konsekvenserne for Tangeværkets likviditet er følgende (jf. Tabel 2.12):

Tabel 2.12 Likviditetsbudget model 7, Tangeværket.

Model	Indtæg- ter [mio.kr.]	Variable omkost- ninger [mio.kr.]	Perso- nale omkost- ninger [mio.kr.]	Andre ekster- ne om- kost- ninger [mio.kr.]	Samle- de drifts- udgifter [mio.kr.]	Årlig likviditet fra drif- ten [mio.kr.]	Nutids- værdi af driftsli- kviditet (30 år) [mio.kr.]	Investe- ring [mio.kr.]	Nettoli- kviditet (30 år) [mio.kr.]
7	0,4	0,0	1,6	1,0	2,7	-2,2	-34,6	0	-34,6

Den samlede likviditetsmodel for Gudenaacentralen er for model 7 følgende (jf. Tabel 2.13):

Tabel 2.13 Samlet likviditetsmodel for Gudenaacentralen - model 7.

Model	Drift af Tangeværket [mio.kr.]	Skov og sø [mio.kr.]	Udenomsarealer [mio.kr.]	Udlejning af jord og bygninger [mio.kr.]	Netto likviditet/år [mio.kr.]
7	- 2,2	- 0,5	- 0,7	0,2	- 3,2

Model 7 vil ikke medføre rentabel drift

Model 7 resulterer i en situation, hvor det er umuligt at opretholde kommerciel drift. Gudenaacentralen oplyser, at produktionen på Tangeværket indstilles.

Konsekvens for El-museet

2.4.2 El-museets driftsøkonomi

For El-museet vil model 7 have en overvejende negativ indvirkning, da Tangeværket vil skulle indstille sin el produktion. Endvidere vil den direkte og indirekte støtte fra Gudenaacentralen (vedligeholdelsen af de omkringliggende arealer samt økonomiske midler) bortfalde.

2.5 Opsummering

Det skal understreges, at de estimerede effekter er udtryk for COWIs vurdering. Vurderingen er foretaget under forbehold for, at afregningsprisen for vandkraft ikke ændres. Vurderingen tager ikke højde for Gudenaacentralens eventuelle medfinansiering af anlægsprojekter.

Det konkluderes, at driftsøkonomiske konsekvenser for Tangeværket for model 3A, 3B, 4A samt 4B vil være af mindre betydning, hvorimod vil model 3C, 4C samt 7 ikke give grundlag for forretningsmæssig drift af Tangeværket, der efter Gudenaacentralens oplysning vil blive indstillet.

For El-museet vil 3C, 4C og 7 ifølge El-museet ligeledes have en signifikant negativ effekt. El-museet vurderer, at model 3A og 3B vil kunne have en lille positiv effekt.

3 Medfinansiering

I det følgende redegøres der for, hvorledes mulighederne for lokal medfinansiering i relation til de forskellige modeller kan etableres.

Indledningsvis har COWI i samarbejde med Gudenaacentralen identificeret en række lokale interessenter, der kunne tænkes at ville bidrage til etableringen af en helhedsløsning for Gudenåens passage ved Tangeværket.

Disse interessenter er efterfølgende blevet interviewet vedrørende deres ønske og evne til at kunne bidrage.

Interviewpersonerne

De interviewede¹ i undersøgelsen er:

- Borgmester Poul Vesterbæk, Bjerringbro Kommune
- Borgmester Hans-Jørgen Hørning, Kjellerup Kommune
- Direktør (miljø og teknik) Uffe Holm-Christensen, Viborg Amt
- Kontorchef Anton Bech, Skov og Naturstyrelsen
- Direktør Robert Møller, Gudenaacentralen
- Formand Kaj Lindvig, Danmarks Lystfiskerforening v/ Bjerringbro og omegns Sportsfiskerforening
- Lokalformand Birgit Sandermann Justesen, Danmarks Naturfredningsforening/ Bjerringbro - Hvorslev
- Direktør Georg Stenstrup, El-museet
- Formand Verner Gorridsen, Foreningen til Tange Sø's bevarelse

Undersøgelsens konklusion

Undersøgelsen afdækkede en opdeling i tre kategorier:

- De, der er økonomisk formående, men ikke ønsker at deltage i en medfinansiering
- De, der gerne vil deltage i en medfinansiering, men på betingelser
- De, der ikke ser sig økonomisk formående

Aktører, der ikke ønsker medfinansiering

Til den første gruppe hører både Kjellerup og Bjerringbro Kommuner, samt Viborg Amt. Ingen af disse tre offentlige aktører ser nogen interesse i eller føler sig forpligtiget til at bruge midler på en fremtidige passage af Gudenåen ved Tangeværket og Tange Sø.

¹ Interviews blev foretaget i perioden fra den 6. december 2004 til den 7. december 2004.

Aktører, der vil bidrage til medfinansiering

Den anden gruppe udgøres af Tangeværket, El-museet samt Foreningen til Tange Søes bevarelse. Alle tre aktører forestiller sig dog kun at ville bakke finansielt op om en løsning, der er mindst omfattende. Det vil sige en model 3 med mindst mulig vandgennemstrømning i stryget. Den finansielle støtte fra El-museet samt fra Foreningen til Tange Søes bevarelse må dog betragtes som symbolsk og for El-museets vedkommende i form af en indsats i forbindelse med ansøgning om midler.

Aktører, der ikke kan bidrage til medfinansiering

Den tredje gruppe udgøres af to frivillige foreninger i lokalområdet: Danmarks Naturfredningsforening og Sportsfiskerforeningen. For begge gælder, at de ikke er i besiddelse af midler i en størrelsesorden, der kan være relevant i forbindelse med en løsning for Gudenåens passage.

3.1 Opsummering

For enkelte af de forskellige løsningsmodeller kan der sandsynligvis opnås lokal medfinansiering.

For model 0 giver det ikke mening at se på lokal medfinansiering, da modellen ikke indebærer investeringer.

For model 3 vurderes der at være en vis sandsynlighed for at kunne finde lokal medfinansiering for de to løsninger med mindst vandgennemføring i omløbet (model 3A og 3B). Dette vil dog ikke være tilfældet for model 3C.

Det vurderes ikke, at model 4 og model 7 vil kunne opnå lokal medfinansiering.

4 Regionaløkonomi

I det følgende beskrives de regionaløkonomiske konsekvenser, som de forskellige modeller vil have. Det er vurderet, at Tangeværket p.t. og i fremtiden vil kunne have en konsekvens for en række regionaløkonomiske forhold. Det vil primært være effekter for lokalområdet, men også i et vist omfang for Viborg Amt.

Der bliver i afsnittet set på konsekvenserne forbundet med Tangeværket, turisme (El-museet, lystfiskerturisme, camping- og kanoturisme) og anlægsarbejde.

For at kunne foretage en realistisk sammenligning mellem de forskellige effekter er de regionaløkonomiske beregninger også foretaget i et 50-årigt perspektiv. Således er det muligt at sammenholde de tal som tidligere er blevet uarbejdet af COWI i forbindelse med costbenefit vurderinger ved de forskellige omløbsløsninger. Disse tidligere costbenefit analyser er nemlig baseret på det forhold, at der er forskellige fordelinger af omkostninger og fordele ved de foreslåede omløbsmodeller. Disse forskelle udjævnes ved at anskue effekterne over et perspektiv på 50 år. Der anvendes i analysen en rentefod på 5% p.a.

4.1 Model 0 - eksisterende forhold

Model 0
Eksisterende forhold

Model 0 udgør en beskrivelse af status for den nuværende regionaløkonomiske effekt.

Afsnittet bygger på tidligere undersøgelser af de samfundsøkonomiske konsekvenser i forbindelse med implementeringen af forskellige modeller (COWI, 2002) samt nye analyser og data (COWI, 2004).

4.1.1 Tangeværket

Regionaløkonomisk
effekt på skatteindtægter
og køb af serviceydelser

Den regionaløkonomiske effekt af Tangeværket ved forsat uændret drift defineres som den effekt, værkets drift har på det omkringliggende område. COWI finder, at dette primært vedrører 2 faktorer: skatteindtægter samt køb af varer og serviceydelser.

Skatteindtægter Med en antaget gennemsnitlig kommuneskat på 20,8 %², samt en amtsskat på 12,5 % bidrager Gudenaacentralen årligt gennem lønkronerne (til de seks ansatte) via indkomstskatten årligt med 666.000 kr.

Køb af serviceydelser Værkets drift og vedligehold foretages i 95 % af tilfældene af lokale og regionale serviceudbydere. Ud af en postering i 2003 til drift og vedligehold på 840.000 kr. blev ca. 798.000 kr. brugt i lokalområdet.

Endelig kan bemærkes, at værkets overskud (2,5 mio. i 2003) for 97,9 %³ vedkommende ledes videre til de forbrugerejede regionale elforsyningselskaber.

Tangeværkets regionaløkonomiske effekt opgøres som følgende (jf. Tabel 4.1):

Tabel 4.1 Tangeværkets regionaløkonomiske effekter.

Regionaløkonomisk parameter	Værdi [tusind kr.]
Estimerede lokale og regionale skatteindtægter	666
Over 50 år fremskrevet med 5 %	7.637
Tangeværkets køb af lokale serviceydelser	798
Over 50 år fremskrevet med 5 %	9.151

Note: Beregninger foretaget af COWI, 2005, samt oplysninger fra Gudenaacentralen (Gudenaacentralen, 2004). Fremskrivningen er foretaget for at kunne etablere et nutidigt sammenligningsgrundlag med de regionaløkonomiske effekter af eventuelle anlægsarbejder i forbindelse med de forskellige omløbsmodeller.

4.1.2 Turisme

Turisme i området omkring Tange Sø er her afgrænset til El-museet, lystfiskerturisme og aktiviteter knyttet til kano- og campingturisme.

El-museet

El-museet indgår i det tilbud af oplevelser, der omgiver Tange Sø. Som sådan kan det være svært at sætte tal på, hvor stor de samfundsøkonomiske konsekvenser er, da værdien af de forskellige tilbud kan være svær at prisfastsætte (herlighedsværdi, kulturel værdi etc.).

El-museets omsætning Med en årlig omsætning på museet på over ni millioner kroner (El-museet, 2003), har museet dog også en mere håndgribelig regionaløkonomisk effekt. Gennem beskæftigelse og aflønning af personale (10+ ansatte) bidrager museet således regional/lokaløkonomisk gennem indkomstskatten med 1.210.095 kr. (2003 tal).

² Bjerringbro Kommune: 20,9 %, Kjellerup Kommune: 20,6 % samt Hvorslev Kommune: 20,9 %.

³ De sidste 2,1 % af andelene i værket ejes af et antal kommuner.

El-museets køb af varer og lønudgifter	Museets drift af café og kiosk bidrager ligeledes regional/lokaløkonomisk ved indkøb af varer og aflønning af personale, hvilket i 2003 beløb sig til henholdsvis 559.000 kr. og 571.000 kr.
El-museets køb af serviceydelser	Endelig bidrager museet også regional/lokaløkonomisk gennem køb af lokale serviceydelser og køb af materialer, hvilket sammenlagt i 2003 beløb sig til 3.116.000 kr.

Tabel 4.2 El-museets regionaløkonomiske effekter.

Regionaløkonomisk parameter	Værdi [tusind kr.]
Estimerede lokale og regionale skatteindtægter	1.210
<i>Over 50 år fremskrevet med 5 %</i>	<i>16.054</i>
Museets køb af serviceydelser og materialer	3.116
<i>Over 50 år fremskrevet med 5 %</i>	<i>35.732</i>
Café og kiosks indkøb af varer til café og kiosk	559
<i>Over 50 år fremskrevet med 5 %</i>	<i>6.410</i>

Note: Beregninger foretaget af COWI, 2005, samt oplysninger fra El-museet (El-museet, 2003 og 2004). Fremskrivningen er foretaget for at kunne etablere et nutidigt sammenligningsgrundlag med de regionaløkonomiske effekter af eventuelle anlægsarbejder i forbindelse med de forskellige omløbsmodeller.

Lystfiskerturisme

Lystfiskerturisme har marginal regionaløkonomisk effekt

Lystfiskerturismen er afhængig af selvproducerende havørred

Lystfiskerturismen omkring Tange Sø og i Gudenaåen nedstrøms Tange Sø vurderes at have marginal regionaløkonomisk effekt.

Væsentligst for lystfiskerturismen vil være, hvorvidt antallet af laks og havørred vil stige i forbindelse med de foreslåede modeller. Øget lystfiskerturisme er knyttet tæt sammen med etableringen af en selvreproducerende og dermed leve- og bæredygtig bestand af laksefisk.

For at få et indtryk af den regionaløkonomiske effekt af en selvreproducerende bestand af havørred opstrøms Tange Sø er den sandsynlige mængde af fisk sammenholdt med erfaringer fra Karup Å, Gudenaåen (Bjerringbro), Gudenaåen (Langå) samt Skjern Å. I COWIs beregninger af de samfundsøkonomiske konsekvenser (COWI, 2002) blev modellernes korrelation med den forventede havørredopgang forbi Tangeværket vurderet (jf. Tabel 4.3):

Tabel 4.3 Kategorisering af modeller på baggrund af reproduktionsforhold for laks og havørred (Miljøministeriet & Fødevarerministeriet, 2002).

Beskrivelse	Modeller	Forventet havørredopgang forbi Tange [antal]
Intet grundlag for leve og bæredygtig bestand af havørred og laks	3A, 3B, 3C, 4A og 4B	130 til 5.000
Grundlag for leve og bæredygtig bestand af havørred og laks	4C og 7	8.000 hhv. 26.000

Kano- og campingturisme

Kanoturisme ved Tangeværket

Kanoturisme er sammen med sejlads en del af det daglige billede af Tange Sø. Det er vurderet i COWIs samfundsøkonomiske analyse (COWI, 2002), at omkring 5.500 kanoer hvert år passerer Tangeværket, samt at yderligere 2.500 begynder deres tur ved Tangeværket. Derudover er søen hjemsted for tre sejlklubber.

Campingturisme

En oversigt over antallet af overnatninger sammenholdt med, hvad en campingturist i gennemsnit betaler pr. døgn i forbindelse med sit ophold, giver et estimat over den regionaløkonomiske effekt af kano- og campingturisme ved Gudenaåen omkring Tange Sø (jf. Tabel 4.4):

Tabel 4.4 Regionaløkonomisk effekt af overnattende kano- og campingturisme ved model 0.

Regionaløkonomisk parameter	Værdi [tusind kr.]
Bjerringbro Teltplads	1.255
Truust Camping	7.530
I alt	8.785
Over 50 år fremskrevet med 5 %	100.741

Note: Beregninger foretaget af COWI, 2005, baseret på oplysninger fra Midt Nord Turisme (2004). En nordisk turist bruger kr. 251 pr. døgn. Fremskrivningen er foretaget for at kunne etablere et nutidigt sammenligningsgrundlag med de regionaløkonomiske effekter af eventuelle anlægsarbejder i forbindelse med de forskellige omløbsmodeller.

4.1.3 Lokal andel ved anlægsarbejder

De forskellige passagemodeller vil for en periode på mellem 2 og 4 år betyde investeringer i forbindelse med anlægsarbejdet. En betydelig del af disse investeringer vil erfaringsmæssigt tilfalde det lokale erhvervsliv (i.e. entreprenører etc.). Dette vil resultere i en regionaløkonomisk effekt på kort sigt.

Da model 0 ikke indbefatter nogen ændring i den eksisterende situation og dermed intet anlægsarbejde, er der naturligvis ikke tale om nogen regionaløkonomisk effekt her.

4.2 Model 3 og 3.1 - kort omløbsstryg ved Tangeværket

Model 3 og 3.1
Kort omløbsstryg ved
Tangeværket

Denne model er den mindst omfattende af de tre modeller fra skitseprojektet.

4.2.1 Tangeværket

Tangeværkets regionaløkonomiske bidrag består som beskrevet i afsnit 4.1.1 af køb af varer og serviceydelser samt de regionale/lokale skatteindtægter.

En nedskæring i bemanningen på Tangeværket synes ikke umiddelbart mulig, hvorfor kun to scenarier i forbindelse med implementeringen af model 3 (og de tre gennemstrømningsscenarier) er realistiske: rentabel drift med 4 ansatte, eller ingen drift og ingen ansatte. Den samme antagelse må ligeledes gælde Tangeværkets køb af varer og serviceydelser.

Regionaløkonomisk
effekt på skatteindtægter
og køb af serviceydelser

Baseret på disse overvejelser vil Tangeværket således opretholde sin regionaløkonomiske effekt ved model 3A og 3B. Denne effekt vil bortfalde ved model 3C.

4.2.2 Turisme

El-museet

El-museets økonomi baserer sig kun i begrænset omfang på entréindtægter. Således udgjorde entréindtægten fra de 50.147 besøgende i 2003 kun 19 % af museets samlede indtægter. Museets største indtægt, nemlig forskellige offentlige og private tilskud, vurderes dog i høj grad at afhænge af antallet af besøgende.

Den sandsynlige påvirkning af evnen til at kunne tiltrække gæster vurderes derfor at være en god indikator for museets succes og dermed evne til at opretholde dets regionaløkonomiske effekt.

Attraktionsværdi for El-
museet

Model 3 vil for alle tre gennemstrømningsscenarier betyde et plus for museets attraktionsværdi. Mulighederne for at formidle oplevelsen af områdets biologi og kulturlandskab vurderes af museet at ville forbedres ved anlægningen af et kort stryg.

Konsekvenser for
El-museet ved nedlæg-
gelse af Tangeværket

I forbindelse med muligheden for at kunne formidle oplevelser omkring elektricitetens historie vurderes model 3A og 3B ikke at påvirke attraktionsværdien (El-museet, 2004). Model 3C derimod vil sandsynligvis have en neutral, negativ eller meget negativ effekt, alt efter om der vælges at opretholde en slags "museumsdrift"⁴ på det ikke længere kommercielt rentable Tangeværk (neutralt), om publikum får adgang til det nedlagte Tangeværk (negativt), eller om det nedlagte Tangeværk bliver lukket helt for offentligheden (meget negativt).

Lystfiskerturisme

Uanset hvor stor en vandmængde, der ledes igennem et kort stryg ved Tangeværket, vil det ifølge DMUs beregninger (COWI, 2002) være højst usandsyn-

⁴ Hvor værket holdes i gang i museets åbningstid.

ligt at der kan etablere en selvreproducerende havørredbestand opstrøms Tangeværket, da dødeligheden i Tange Sø vil være uforandret.

Lystfiskerturisme vil ikke bidrage til regionaløkonomisk effekt

Derfor forventes hverken model 3A, 3B eller 3C at kunne bidrage til lystfiskerturismen.

Ingen regionaløkonomisk effekt

Kano- og campingturisme

Model 3 vurderes ikke at have en effekt på kano- og campingturismen (Natouren, 2005 og Truust Camping, 2005). Dog må El-museets øgede attraktionsværdi ved at kunne tilbyde formidling vedrørende biologi og kulturlandskab vurderes at have en marginal positiv effekt.

4.2.3 Lokal andel ved anlægsarbejder

Regionaløkonomisk effekt ved anlægsarbejder

Investeringer, der er knyttet til implementeringen af model 3A, 3B og 3C, vil på kort sigt have en regionaløkonomisk effekt.

I COWIs rapport om de samfundsøkonomiske analyser (COWI, 2002) blev følgende oversigt over størrelsen af investeringsbehovet udfærdiget (jf. Tabel 4.5):

Tabel 4.5 *Anlægsudgifter ekskl. arealerhvervelse. Diskonteringsfaktor = 5 % p.a. og projektopstart i 2003. (Miljøministeriet & Fødevarerministeriet, 2002 og COWI, 2002).*

Model	Samlede anlægsudgifter ekskl. arealerhvervelse [mio. kr.]	Indtægter fra grussalg [mio. kr.]	Projektperiode [antal hele år]	Samlet nutidsværdi [mio. kr.]
3A	41,1	6,9	2	32,7
3B	42,8	7,0	2	34,2
3C	66,5	9,2	2	54,6
3.1A	11,7	0,5	2	10,5
3.1B	13,0	0,6	2	11,7
3.1C	20,4	0,9	2	18,3

Andel af lokale og regionale anlægsarbejder

Sammenholdt med erfaringer fra tilsvarende projekter kan et overslag over den regionale andel af anlægsinvesteringerne udfærdiges. Således vurderes det, at lokale/regionale aktører procentvis vil blive inddraget i et omfang på 30 % - 50 %.

Under forudsætning af, at det er muligt for lokalområdet at tilvejebringe den efterspurgte kapacitet indenfor transport af jord og grus, graveopgaver etc., skønnes følgende lokale omsætning (jf. Tabel 4.6):

Tabel 4.6 Lokal andel af anlægsinvesteringer.

Model	Anlægsarbejde slut [antal hele år]	Skønnet lokal andel [mio. kr.]
3A	2	13,7
3B	2	14,1
3C	2	21,4
3.1A	2	3,5
3.1B	2	3,9
3.1C	2	6,1

Note: Beregninger foretaget af COWI, 2005, baseret på fremskrivning af anlægsoverslag fra skitseprojektet 2002.

4.3 Model 4 - omløb fra Ans

Model 4
Omløb ved Ans

Denne model omfatter et omløb startende ved Ans. Modellen er beskrevet ved tre gennemstrømningsscenarier.

4.3.1 Tangeværket

Som ved model 3 vurderes her, hvorvidt Tangeværket er i stand til at fortsætte kommerciel drift eller ej ved implementering af model 4.

Baseret på beregningerne vedrørende Tangeværkets driftsscenarier (afsnit 2.2.1.) vil model 4A (omløb med 15 % vandføring) og 4B (omløb med 30 % vandføring) muliggøre kommerciel drift. Derimod vil 4C (omløb med 85 % vandføring) ikke muliggøre kommerciel drift.

Regionaløkonomisk
effekt på skatteindtægter
og køb af serviceydelser

Baseret på disse overvejelser vil Tangeværket således opretholde sin regionaløkonomiske effekt ved model 4A og 4B. Denne effekt vil bortfalde ved model 4C.

4.3.2 Turisme

El-museet

Som angivet i afsnit 4.4.2 antages en models påvirkning af El-museets evne til at tiltrække besøgende at være udslagsgivende for, om El-museets regionaløkonomiske effekt påvirkes.

Konsekvenser for El-
museet ved nedlæggelse
af Tangeværket

Muligheden for formidling af elektricitetens historie er uændret ved fortsat kommerciel drift i model 4A og 4B. Model 4C gør det ikke muligt for Tangeværket at opretholde kommerciel drift. Konsekvensen af model 4C vurderes at være henholdsvis neutral, negativ eller meget negativ, jf. afsnit 4.2.2.

Lystfiskerturisme

Model 4's påvirkning på lystfiskerturismen afhænger hovedsagligt af, om det er muligt at etablere en selvreproducerende bestand af havørred opstrøms Tange Sø.

Etablering af selvproducerende havørred bestand

I forbindelse med model 4 vurderes gennemstrømningsscenarierne A og B ikke at kunne danne grundlag for tilstrækkelig smoltproduktion (Miljøministeriet & Fødevareministeriet, 2002). Model 4C vurderes derimod at give tilstrækkelige passagemuligheder for både havørred og laks udenom Tange Sø til, at smolt i tilstrækkeligt omfang vil kunne trække ud i havet, hvorfor det er sandsynligt, at en selvopretholdende bestand vil kunne etableres.

En undersøgelse af effekten af det forventede optræk må foretages ved at sammenholde forholdene fra lignende områder. Til dette formål er der taget afsæt i følgende strækninger: Karup Å, Gudenåen (Bjerringbro), Gudenåen (Langå) samt Skjern Å.

På baggrund af dataindsamlinger i de fire ovenfor nævnte områder vedr. indtægter i forbindelse med lystfiskerturisme (salg af fiskeret, bidrag til lokal økonomi, vurdering af omfang etc.) vurderes den samfundsøkonomiske effekt at være følgende for de udvalgte modeller (jf. Tabel 4.7):

Tabel 4.7 Samfundsøkonomisk værdi af lystfiskerturisme, diskonteringsrate = 5 % p.a., 50 års horisont (COWI, 2002).

Model	Samlet samfundsøkonomisk værdi, nutidsværdi [mio. kr.]
4A	0,0
4B	0,0
4C	27,2

På kort sigt vurderes lystfiskerturisme dog ikke at have signifikant betydning for beskæftigelsen i området.

Kano- og campingturisme

Lille effekt for kano- og campingturisme

Model 4 vurderes ikke i nogen af gennemstrømningsscenarierne umiddelbart at have nogen mærkbar effekt på kano- og campingturismen (Natouren, 2005 og Truust Camping, 2005). Dog vurderes det, at muligheden for at kunne undgå Tange Sø vil resultere i et øget antal overnatninger på Truust Camping. Skøns-mæssigt vil antallet af overnatninger stige med 20 %⁵.

De regionaløkonomiske effekter er således for henholdsvis 4A/4B og 4C følgende (jf. Tabel 4.8):

⁵ Interview med Thorkild Petersen, Truust Camping, 06.01.2005

Tabel 4.8 Regionaløkonomisk værdi af Kano- og campingturisme ved model 4.

Regionaløkonomisk parameter	Værdi [tusinde kr.]
Hvor kanoturister er nødt til at krydse Tange Sø	
Bjerringbro Teltplads - årligt	1.255
Truust Camping - årligt	7.530
I alt	8.785
Over 50 år fremskrevet med 5 %	100.741
Hvor kanoturister kan undgå at skulle krydse Tange Sø	
Bjerringbro Teltplads - årligt	1.255
Truust Camping - årligt	9.036
I alt	10.291
Over 50 år fremskrevet med 5 %	118.011

Note: Beregninger foretaget af COWI, 2005. Fremskrivningen er foretaget for at kunne etablere et nutidigt sammenligningsgrundlag med de regionaløkonomiske effekter af eventuelle anlægsarbejder i forbindelse med de forskellige omløbsmodeller.

Det skal dog bemærkes, at det ikke er afklaret, om kanoturister vil kunne sejle via et eventuelt omløb. Endvidere er det kun Truust Camping, der har vurderet, at dette vil have en positiv effekt (Truust Camping, 2005).

4.3.3 Lokal andel ved anlægsarbejder

Regionaløkonomisk effekt ved anlægsarbejder

I forbindelse med de investeringer, der er knyttet til implementeringen af model 4A, 4B og 4C, vil også de på kort sigt have en regionaløkonomisk effekt.

I COWIs rapport om de samfundsøkonomiske analyser (COWI, 2002) blev følgende oversigt over størrelsen af investeringsbehovet udfærdiget (jf. Tabel 4.9):

Tabel 4.9 Anlægsudgifter ekskl. arealerhvervelse. Diskonteringsfaktor = 5 % p.a. og projektopstart i 2003 (Miljøministeriet & Fødevareministeriet, 2002 og COWI, 2002).

Model	Samlede anlægsudgifter ekskl. arealerhvervelse [mio. kr.]	Indtægter fra grussalg [mio. kr.]	Projektperiode [antal hele år]	Samlet nutidsværdi [mio. kr.]
4A	45,1	3,1	2	39,8
4B	55,1	5,5	2	47,2
4C	73,5	9,0	3	60,0

Andel af lokale og regionale anlægsarbejder

Sammenholdt med erfaringer fra tilsvarende projekter, kan et overslag over den regionale andel af anlægsinvesteringerne udfærdiges. Således vurderes det, at lokale/regionale aktører procentvis vil blive inddraget i et omfang på 30 % - 50 %.

Under forudsætning af, at det er muligt for lokalområdet at tilvejebringe den efterspurgte kapacitet indenfor transport af jord og grus, graveopgaver etc., skønnes følgende lokale omsætning (jf. Tabel 4.10):

Tabel 4.10 Lokal andel af anlægsinvesteringer.

Model	Anlægsarbejde slut [antal hele år]	Skønnet lokal andel [mio. kr.]
4A	2	14,6
4B	2	18,2
4C	3	28,3

Note: Beregninger foretaget af COWI, 2005.

4.4 Model 7 - Omløb samt retablering af åens øverst 6 km

Model 7

Denne model indbefatter etablering af et omløb startende ved en nyetableret dæmning øst for Ans, samt retablering af åens øverst 6 km. I denne model ledes alt vand fra Gudenåen uden om Tange Sø.

4.4.1 Tangeværket

Det eneste vand, der kan ledes igennem Tangeværket, er vandet fra Tange Sø direkte opland. Afstrømningen er tilstrækkelig til, at der kan opretholdes museumsdrift eller lignende - modellen vil dog på ingen måde kunne gøre det muligt at opretholde kommerciel drift på værket.

Gudenaacentralen oplyser, at henset til bemandingskrav og maskinanlæggets tekniske udformning vil museumsdrift ikke kunne opretholdes.

Regionaløkonomisk effekt på skatteindtægter og køb af serviceydelser

Model 7 resulterer således i et bortfald af Tangeværkets regionaløkonomiske effekt som beskrevet i afsnit 4.1.1.

4.4.2 Turisme

El-museet

Som angivet i afsnit 4.2.2. antages en pågældende models påvirkning af El-museets evne til at tiltrække besøgende at være udslagsgivende for, om El-museets regionaløkonomiske effekt påvirkes.

I relation til formidling af biologi og kulturlandskabet omkring Tange Sø, så vurderes det af museet, at model 7 generelt vil indvirke negativt på museets drift. Dels vil de synlige miljøeffekter ligge ude i terrænet, dels vurderes de større anlægsarbejder forbundet med model 7 at få store konsekvenser for kulturlandskabet.

Det er uklart hvorvidt og i hvilket omfang et anlægsprojekt som angivet i model 7 vil kunne tiltrække turister. Det er muligt at et projekt vil have så stor national synlighed, at det helt eller delvist kan opveje den nedgang i turisme, som ændringen i biologi og kulturlandskab vil betyde.

Konsekvenser for Elmuseet ved nedlæggelse af Tangeværket

Model 7 gør det ikke muligt for Tangeværket at opretholde kommerciel drift. Konsekvensen vurderes at være henholdsvis neutral, negativ eller meget negativ, jf. afsnit 4.2.2.

Lystfiskerturisme

Positiv regionaløkonomisk effekt på lystfiskerturismen

Model 7 vil skabe grundlag for etablering af en leve og bæredygtig havørred bestand, og modellen vil således have en positiv regionaløkonomisk effekt i forbindelse med øget lystfiskerturisme.

På baggrund af erfaringer med lignende områder (Karup Å, Gudenaåen (Bjerringbro), Gudenaåen (Langå) samt Skjern Å) vurderes model 7 således at have følgende regionaløkonomiske effekt (jf. Tabel 4.11):

Tabel 4.11 Samfundsøkonomisk værdi af lystfiskerturisme, diskonteringsrate = 5 % p.a., 50 års horisont - model 7 (COWI, 2002).

Model	Samlet samfundsøkonomisk værdi, nutidsværdi [mio. kr.]
7	25,7

Ikke flere arbejdsplader pga. øget lystfiskerturisme

På kort sigt vurderes lystfiskerturisme dog ikke at have signifikant betydning for beskæftigelsen i området i form af flere arbejdsplader.

Positiv effekt for kano-turisme

Kano- og campingturisme

Ved model 7 vil kanoturister ikke skulle krydse Tange Sø. Dette vurderes af Truust Camping at ville øge antallet af overnatninger med minimum 20 % (Truust Camping, 2005). Bjerringbro Teltplads og Kanoudlejning mener dog ikke, at det vil have nogen effekt for dem (Natouren, 2005).

Sammenlagt vil model 7 således have følgende effekt (jf. Tabel 4.12) :

Tabel 4.12 Regionaløkonomisk værdi af Kano- og campingturisme ved model 7.

Regionaløkonomisk parameter	Værdi [tusinde kr.]
Bjerringbro Teltplads	1.255
Truust Camping	9.036
I alt	10.291
Over 50 år fremskrevet med 5 %	118.011

Note: Beregninger foretaget af COWI, 2005. Fremskrivningen er foretaget for at kunne etablere et nutidigt sammenligningsgrundlag med de regionaløkonomiske effekter af eventuelle anlægsarbejder i forbindelse med de forskellige omløbsmodeller.

4.4.3 Lokal andel ved anlægsarbejder

I forbindelse med de investeringer, der er knyttet til implementeringen af model 7, vil også den på kort sigt have en regionaløkonomisk effekt.

I COWIs rapport om de samfundsøkonomiske analyser (COWI, 2002) blev følgende oversigt over størrelsen af investeringsbehovet udfærdiget (jf. Tabel 4.13):

Tabel 4.13 *Anlægsudgifter ekskl. arealerhvervelse. Diskonteringsfaktor = 5 % p.a. og projektopstart i 2003 (Miljøministeriet & Fødevarerministeriet, 2002 og COWI, 2002).*

Model	Samlede anlægsudgifter ekskl. arealerhvervelse [mio. kr.]	Indtægter fra grussalg [mio. kr.]	Projektperiode [antal hele år]	Samlet nutidsværdi [mio. kr.]
7	143,2	12,7	4	117,7

Andel af lokale og regionale anlægsarbejder

Sammenholdt med erfaringer fra tilsvarende projekter, kan et overslag over den regionale andel af anlægsinvesteringerne udfærdiges. Således vurderes det, at lokale/regionale aktører procentvis vil blive inddraget i et omfang på 30 % - 50 %.

Under forudsætning af, at det er muligt for lokalområdet at tilvejebringe den efterspurgte kapacitet indenfor transport af jord og grus, graveopgaver etc., skønnes følgende lokale omsætning (jf. Tabel 4.14):

Tabel 4.14 *Lokal andel af anlægsinvesteringer.*

Model	Anlægsarbejde slut [antal hele år]	Skønnet lokal andel [mio. kr.]
7	4	52,1

Note: Beregninger foretaget af COWI, 2005.

4.5 Opsummering

Det er konkluderet, at Gudenaåens fremtidige passage ved Tangeværket og Tange Sø enten vil have en positiv, neutral eller negativ regionaløkonomisk betydning afhængig af, hvilken model der vil blive implementeret.

Overordnet vurderes det, at den nuværende konstellation omkring især Tangeværket og El-museet har en vis regionaløkonomisk effekt. Især vurderes El-museet at have en dynamisk effekt for turismeindustrien i området.

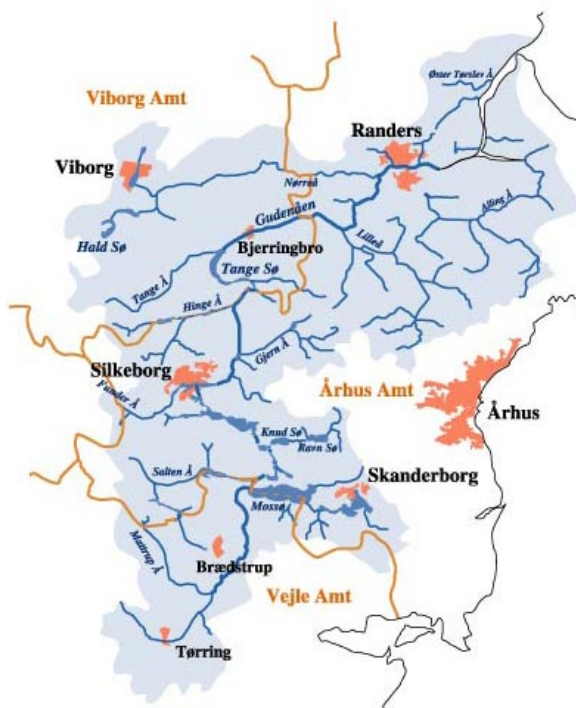
Ved implementering af de andre modeller skønnes model 3A, 3B, 4A og 4B ikke at have nogen signifikant regionaløkonomisk effekt. På kort sigt vil der kunne observeres en positiv effekt igennem investeringerne i forbindelse med anlægsarbejderne.

De regionaløkonomiske effekter ved model 3C, 4C og 7 er dog mere usikre. På kort sigt vil der være betydelige positive effekter afledt af de store anlægsinvesteringer, på længere sigt vil bortfaldet af effekten fra Tangeværket kunne mærkes, og sandsynligvis også en svækkelse af El-museet. Til gengæld vil muligheden for at udvikle turisme koblet til lystfiskeri formentlig kunne styrkes.

5 Miljø

Beskrivelse af
Gudena-systemet

Gudenåen begynder sit lange løb ved udspringet i Tinnet Krat mellem Thyregod og Tørring. Åen udspringer som et lille vandløb, der gradvist vokser til Danmarks længste vandløb gennem sine 158 km. Gudenåens vandføring overgås kun af Skjern Å. Gudenåen adskiller sig væsentligt fra andre danske vandløb ved at gennemstrømme eller stå i forbindelse med ikke mindre end 34 søer. Søerne i Gudena-systemet er varierende, både dybe og lavvandede, nærings- og kalkfattige søer, humusrige, samt søer med både lang og kort opholdstid. Tilstedeværelsen af disse mange søer har stor betydning for Gudenåens vandkvalitet (Gudenaakomiteen, 1998). Den kunstige Tange Sø er den sidste sø, der gennemstrømmes af Gudenåen før dennes udløb til Randers Fjord.



Figur 5-1 Gudena-systemet fra udspring til udløb i Randers Fjord (Gudenaakomiteen, 2004).

Tilblivelse af
Tange Sø

Tange Sø blev etableret i forbindelse færdiggørelsen af Tangeværket i 1921 (Miljøministeriet og Fødevarerministeriet, 2002). I forbindelse med Tangeværkets opførelse blev der etableret en fisketrappe, som skulle sikre, at fiskene fortsat kunne vandre frit i Gudenåen. Fisketrappen havde, sammenlignet med

åens middelvandføring på 21.000 l/s, en lille vandføring på ca. 20 l/s og virkede ikke efter hensigten. Dette resulterede bl.a. i, at Gudenå-laksen uddøde (Miljøministeriet og Fødevarerministeriet, 2002)⁶.

Der er fra begyndelsen af 1980 foretaget en række ændringer for at forbedre passageforholdene ved Tangeværket, og der er iværksat undersøgelser vedrørende tilstanden i Gudenå-systemet om vandkvalitet m.v. ved Tangeværket:

Ændringer foretaget ved Tange Sø

- Etablering af forbedret fisketrappe i 1980 med en vandføring på ca. 150 l/s
- I 1992 blev der etableret et 20 mm skråtstillet ledegitter ved udløbet fra Tangeværkets turbiner for at lede opgående fisk til fisketrappens indløb
- I 1994 blev det eksisterende afgitringsanlæg ved indløbet til turbinerne udskiftet med en ny rist med en tremmevidde på 20 mm
- I 2003 blev afgitringsanlægget igen ændret ved udskiftning af risten til en ny med 10 mm tremmevidde
- I 2003 er etableret en ungfiskesluse med en vandføring mellem 350 og 400 l/s i risten ved indløbet til turbinerne, der skal forbedre mulighederne for, at smolt (unge lakse- og ørredfisk) kan foretage nedstrøms passage forbi Tangeværket.

Undersøgelser foretaget ved Tange Sø

- I årene fra 1999 - 2004 har Gudenaacentralen iværksat undersøgelser med henblik på at belyse effekten af Tange Sø i forhold til stoftransporten i Gudenåen før og efter Tange Sø.
- Miljøministeriet og Fødevarerministeriet har i årene 2000 - 2002 gennemført et større skitseprojekt, der gennemgår 8 forskellige modeller for faunapassage ved Tange Sø. Denne undersøgelse inkluderer en række andre undersøgelser omkring Gudenåen, Tangeværket og Tange Sø
- Senest har Gudenaacentralen i 2004 og 2005 iværksat en undersøgelse, der skal vurdere den eksisterende fisketrappe og ungfiskesluses effektivitet . samt kvantificere forekomsten af yngel af laksefisk.

I de efterfølgende afsnit er der overordnet redegjort for omfang og konsekvenser for miljøforhold ved Tangeværket, Tange Sø og Gudenåen ved gennemførelse af 3 af de 8 forskellige modeller for etablering af en faunapassage forbi Tangeværket.

⁶ Gudenaacentralen er af den opfattelse at Gudenå-laksen uddøde omkring 1915 i forbindelse med lukningen af Frisenvold Fiskegård.

5.1 Grundlag for vurdering af de miljømæssige forhold

Grundlag for vurderingerne

Udgangspunktet for vurderingen af de miljømæssige konsekvenser ved gennemførelse af de forskellige løsningsmodeller for en fremtidig passage af Gudenåen ved Tangeværket og Tange Sø er baseret på skitseprojektet (Miljøministeriet & Fødevarerministeriet, 2002). Siden 2002 har Gudenaacentralen gennemført egne undersøgelser af henholdsvis fisketrappen ved Tangeværket (WaterFrame, 2004-2005) og vandkvalitetsundersøgelser ved Tange Sø (Altenborg Miljø, 2004-2005). De seneste rapporter har været inddraget i forbindelse med beskrivelse af de eksisterende forhold ved Tangeværket.

5.2 Model 0 - eksisterende forhold

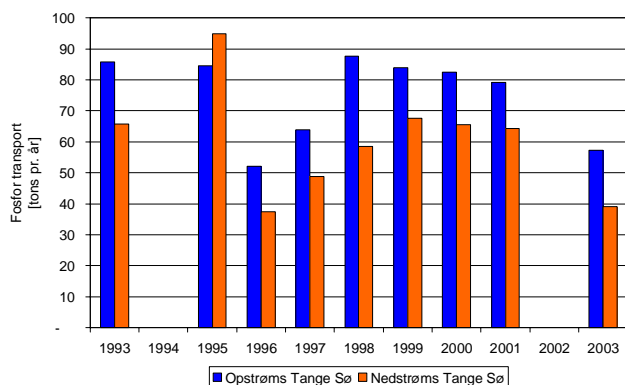
5.2.1 Vandkvalitet

Tange sø

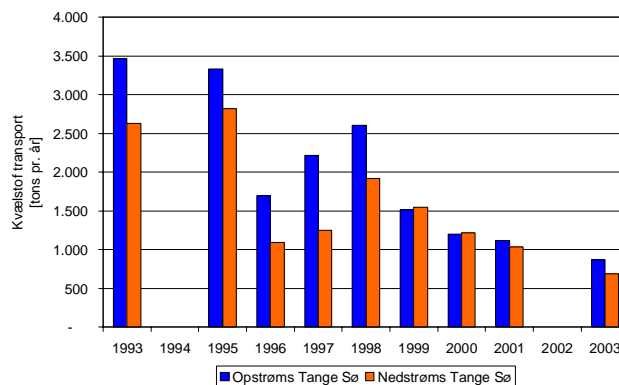
Vandmiljøhandlingsplaner har medført reduktion i forurening af næringsalte i Gudenåen

Den vigtigste kilde til forurening med næringsalte i Gudenåen og Gudenåens søer skyldes diffus udledning fra dyrkede arealer, tidligere udledning af urensset spildevand, samt den eksisterende udledning af rensset spildevand fra byerne langs Gudenåen. I forbindelse med gennemførelse af vandmiljøhandlingsplanerne (I-II) er der sket en markant reduktion i tilførslen af næringsalte til Gudenå-systemet.

Belastningen af søen betyder, at der om sommeren opstår en moderat algevækst, der medfører en dårlig sigtddybde i søen.



Figur 5-2 Stoftransport af fosfor ind og ud af Tange Sø. Data fra 1993, 1995-1997 er fra DMU (1998), mens data fra 1998-2001 og 2003 er fra Altenborg Miljø (2004).



Figur 5-3 Stoftransport af kvælstof ind og ud af Tange Sø. Data fra 1993, 1995-1997 er fra DMU (1998), mens data fra 1998-2001 og 2003 er fra Altenborg Miljø (2004).

Tilbageholdelse af kvælstof og fosfor i Tange Sø

Tange Sø er medvirkende til tilbageholdelse af fosfor og i perioder til dels også kvælstoftilbageholdelse (jf. figur 5-2 og figur 5-3). Dette tilbagehold medfører, at den næringsstoffebetingede påvirkning af Gudenå nedstrøms Tange Sø og Randers Fjord reduceres. Tilbageholdelsen udgør i 2003 ca. 30 % og ca. 20 % for henholdsvis fosfor og kvælstof af den samlede tilledning af disse stoffer til

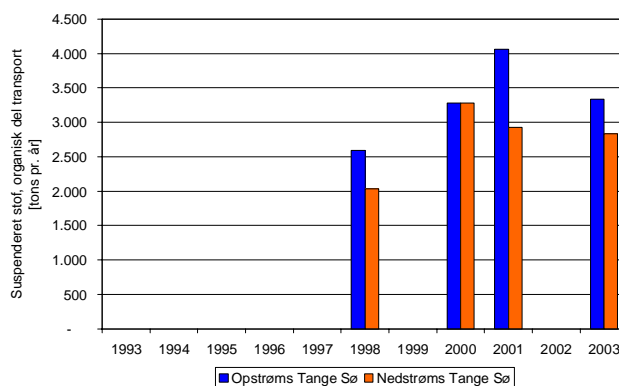
søen (Altenborg Miljø, 2004). Tilbageholdelsen i Tange Sø svarer til ca. 10 % og 5 % af den samlede belastning af henholdsvis fosfor og kvælstof til Randers Fjord (Altenborg Miljø, 2004 og Århus Amt, 2004).

Gudenå

Næringsstoffer har større effekt på vandkvaliteten i en sø, sammenlignet med indvirkningen på et vandløb. Især algeproduktionen i de mange søer påvirker vandkvaliteten og dermed vandløbskvaliteten i vandløbene nedstrøms søerne.

Udledning af alger /
organisk stof fra Tange
Sø

Stofbalancen for organisk suspenderet stof i Tange Sø er præget af, at det stof, der tilføres med åen bundfældes, mens der i søen dannes nyt stof ved algeproduktion. Det nydannede stof har et højt indhold af iltforbrugende stof (BOD), hvilket er en velkendt effekt af søer i vandløbssammenhæng. Netto sker der hen over året en reduktion af udledningen af organisk suspenderet stof fra søen svarende til ca. 550 t/år.



Figur 5-4 Stoftransport af organisk stof (målt som suspenderet stof ind og ud af Tange Sø. Data fra 1998, 2000-2001 og 2003 er fra Altenborg Miljø (2004).

Som følge af reduceret tilledning af næringssalte til Tange Sø vil produktionen af alger i søen tilsvarende aftage. Dette kan medføre en reduktion af udledningen af organisk stof til Gudenaå nedstrøms Tange Sø (Gudenaåkomiteen, 1998).

Betydning af pH

Algeproduktionen i søen har betydning i forhold til pH-værdien nedstrøms Tangeværket. Søens vand, der strømmer gennem turbinerne til Gudenaåen, har typisk en pH-værdi mellem 6 og 9. De seneste målinger viser en svag stigning af pH-værdien i Gudenaåen nedstrøms Tange Sø (Altenborg Miljø, 2004). Dette er i overensstemmelse med vurderingerne i skitseprojektet.

5.2.2 Målsætninger

Tange Sø

Tange Sø har ifølge Regionplan 2000 for Viborg Amt en generel målsætning (B). Dette indebærer, at søen bør have et varieret plante- og dyreliv, der kun er svagt påvirket af kulturbetingede faktorer. Søen må ikke tilledes næringsstoffer fra spildevand, dambrug og landbrug i et omfang, der påvirker den økologiske tilstand væsentligt.

Målsætning for Tange Sø

Målsætningen for Tange Sø er ikke opfyldt. Men det må forventes, at den aftagende tilførsel af næringssalte og organisk stof med tiden vil forbedre forholdene i søen.

Gudenå

Gudenåen har, ifølge Vandkvalitetsplan 1997 for Århus Amt og Regionplan 2000 for Viborg Amt, forskellige fiskevandsmålsætninger på strækningen fra Silkeborg til Randers. Til de forskellige fiskevandsmålsætninger er knyttet krav til forureningstilstanden, fysisk vandløbskvalitet samt fri passage for vandrefisk.

Målsætning for Gudenåen

Målsætningen for Gudenåen er generelt ikke opfyldt opstrøms Tange Sø, da vandrefisk ikke kan vandre mellem opvækstområderne i havet og gydepladserne i vandløbet. Viborg Amts overvågning, herunder resultater fra 2002, viser endvidere, at kravene til miljøtilstand målt ved DVFI (Dansk VandløbsFauna Index) ikke har været opfyldt på strækningen fra udløbet af Tangeværket til Ulstrup.

I forbindelse med undersøgelse foretaget af Gudenåkomiteen omkring vegetation i Gudenåen (Gudenåkomiteen, 2002) ses mellem Silkeborg og Tange Sø en forbedring i undervandsvegetationen, størst omkring stryg-lignende passager.

I samme undersøgelse er det fundet, at strækningen nedstrøms for Tange Sø er stort set uden vegetation, idet der kun forekommer trådalger på bunden, der er præget af sand og stedvis store banker af grus og sten. (Gudenåkomiteen, 2002).

Reduceret hydraulisk påvirkning nedstrøms Tangeværket

Siden undersøgelsen udført af Gudenåkomiteen (2002) har Tangeværket ikke kørt med alternerende drift. Den alternerende drift blev iværksat for at afsætte den producerede el til den højeste markedspris. Tangeværket ophørte med alternerende drift i 1995. Dette har medført, at der ikke længere er den samme hydrauliske påvirkning af Tangeværket nedstrøms Tange Sø.

5.2.3 Faunapassage

I forhold til et naturligt ikke-opstemmet vandløb er passagen af fisk forbi Tangeværket og Tange Sø, både op- og nedstrøms, hæmmet væsentligt, selvom den nuværende fisketrappe tillader passage for visse arter.

Opstrøms passage

Opstrøms passage gennem fisketrappen

I en undersøgelse foretaget af WaterFrame i 2004 (dækkende perioden fra september til ultimo december 2004) er registreret en netto opvandring på 132 laksefisk større end 45 cm gennem fisketrappen (WaterFrame, 2005).

Gudenaacentralen har efterfølgende iværksat en løbende registrering af vandring af laksefisk ved fisketrappen for at undersøge passagen over en længere periode. Resultatet for perioden 2005 viste en opgang på 1757 fisk og en nedgang på 935 fisk, heraf adskillige laks på over 100 cm. (WaterFrame 2005).

Nedstrøms passage

I perioden 1994-96 vurderedes nedtrækket mellem 884 og 3.121 smolt pr. år forbi Tangeværket. Disse ungfisk stammer dels fra en naturlig produktion og dels fra de ret omfattende udsætninger, der udføres i Gudenå-systemet opstrøms Tangeværket (Miljøministeriet og Fødevareministeriet, 2002).

En af de undersøgte parametre i skitseprojektet i 2002 var, om der ved de beskrevne alternativer kan genskabes en selvreproducerende havørred bestand i Gudenåen opstrøms Tange Sø. Det vil sige en bestand, der er i stand til at reproducere sig selv uden tilskud fra udsætninger.

Vurderinger om Tange Søes betydning for smoltpassagen antyder, at dødeligheden gennem Tange Sø skal reduceres til et niveau omkring 50-60% for at muliggøre en selvreproducerende bestand af havørred i Gudenåsystemet opstrøms Tange Sø (Miljøministeriet og Fødevareministeriet, 2002).

En betingelse for en selvproducerende havørred bestand i Gudenåen opstrøms Tangeværket er, at ungfisk (smolt) kan vandre fra gyde- og opvækstområderne opstrøms Tange til havet via Randers Fjord.

WaterFrame (2004) har gennemført en undersøgelse for forekomst af yngel af laksefisk i selve hovedforløbet og 9 sidetilløb til Gudenåsystemet ved eller opstrøms Tange Sø.

I alle vandløb er der konstateret en bestand af ørred. Der er i undersøgelsen desuden fundet yngel af laks (Svenske og Irske laks, samt hybrider mellem laks og havørred) i Tange Å opstrøms Tangeværket.

DFU har tidligere foretaget undersøgelser af smolt-passage gennem Tange Sø, hvor der blev fundet en smolt-dødelighed på mellem 82 og 87 % gennem søen. En af disse undersøgelser var baseret på udsætning af smolt påmonteret radiosender opstrøms Tange Sø.

For at forbedre muligheden for nedpassagen ved Tangeværket har Tangeværket etableret en ungfiskesluse ved indløbet til turbinerne ved Tangeværket.

Efter etablering af ungfiskeslusen er der gennemført yderligere en smolt-passageundersøgelse. Ved undersøgelsen blev der udsat både dambrugsopdrættede og vilde smolt påmonteret radiosender i Tange Å. Ved denne undersøgelse blev der konstateret en smoltdødelighed mellem Tange Å og Gudenåen nedstrøms Tangeværket på 88% (9 af 77 fisk passerede ungfiskeslusen levende, Waterframe 2005).

Der er desuden gennemført tælling af smolt i ungfiskeslusen ved Tangeværket. I alt er der registreret 2124 smolt (1831 ørredsmolt og 293 laksesmolt) i ungfiskeslusen i perioden januar-juni 2005. Ud af de 2124 smolt blev der dog registreret 157 døde smolt (WaterFrame, 2005).

Det nuværende system er afhængigt af løbende udsætninger i Gudenåsystemet opstrøms Tange Sø for, at bestanden kan opretholdes.

Waterframes undersøgelser omkring nedstrøms smoltpassage og opstrøms passage gennem fisketrappen svarer til resultaterne af tidligere undersøgelser.

Herunder er konstateringen af lakseyngel opstrøms Tangeværket i overensstemmelse med tidligere undersøgelser, idet der før er fundet lakseyngel i bl.a. Borre Å, Gjærn Å og Tange Å (Miljøministeriet og Fødevarerministeriet, 2002).

Undersøgelserne giver således ikke anledning til at ændre vurderingen, at den høje smoltdødelighed i Tange Sø forhindrer etablering af en selvreproducerende bestand af laksefisk (havørred og laks) opstrøms Tange Sø.

5.2.4 Natur

Tange Sø's omgivelser er i regionplanen udpeget som særligt (natur) beskyttelsesområde. Mod vest og syd omfatter beskyttelsesområdet stort set kun bredarealerne. Mod øst og nord er der tale om en bredere bræmme, som også omfatter skovene og ådalen.

Natur, kulturhistoriske og landskabelige værdier

Naturværdierne og de kulturhistoriske og landskabelige værdier i disse områder skal beskyttes. Beskyttelseshensynet skal gå forud for andre interesser. Dette betyder, at indgreb, der ændrer arealer i naturtilstand, ikke må finde sted, medmindre det samlede resultat bliver forbedrede levevilkår for det naturlige dyre- og planteliv, eller forbedrede muligheder for, at landskabelige oplevelser kan opveje indgrebet.

5.3 Miljøkonsekvenser som følge af ændret elproduktion

Tangeværkets el-produktion udgør årligt 10-12 GWh, svarende til elforbruget for 2.000 - 3.000 husstande (4.000-6.000 kWh/år/husstand, EnergiDanmark, 2005).

Vandkraft er CO2 neutralt

El-produktionen på Tangeværket er baseret på vandkraft, som er en vedvarende energikilde, der regnes for CO2 neutral. Udnyttelsen af vandkraft medfører derfor ikke en CO2 udledning til atmosfæren i modsætning til brug af fossile energikilder som kul, olie eller naturgas.

CO2 udledningen for energisektoren i Danmark udgør langt det største bidrag til den samlede udledning af drivhusgasser. Danmark har gennem internationale samarbejdsaftaler forpligtet sig til at reducere den gennemsnitlige emission af drivhusgasser, herunder udledning af CO2.

CO2 besparelse på Tangeværket

Den samlede udledning fra energisektoren i Danmark var på ca. 60 mio. tons CO2 (Energistyrelsen, 2004). El produktionen på Tangeværket medfører årligt en CO2 besparelse på ca. 6.000 tons CO2 (572 g CO2/kWh produceret, Energistyrelsen, 2004).

Den årlige CO2 besparelse på Tangeværket vil være afhængig af den valgte løsningsmodel for den fremtidige passage af Gudenåen ved Tangeværket og Tange Sø. I tabel 5.1 er vist afhængigheden af CO2 besparelsen og de forskellige løsningsmodeller.

Tabel 5.1 Årlig CO2 besparelse ved gennemførelse af de forskellige løsningsmodeller.

Vandføring gennem omløb	0 %	15 %	30 %	85 %	90 %
Løsningsmodel	0	3A og 4A	3B og 4B	3C og 4C	7
El produktion [GWh/år]	11,4	8,5	7,8	1,1	0,7
CO2 besparelse [tons CO2/år]	6.520	4.860	4.460	630	400

5.4 Model 3 og 3.1- kort omløbsstryg ved Tangeværket

Modellen beskriver 2 forskellige traceer, beskrevet som:

- model 3, et kort omløbsstryg med et længdefald på 4 promille
- model 3.1, et kort omløbsstryg med et længdefald på 10 promille

Begge modeller er i skitseprojektet beskrevet med vandføringer på hhv. 15 (A), 30 (B) og 85 % (C) af Gudenåens vandføring.

5.4.1 Vandkvalitet og næringsstoffer

Vandkvaliteten er uændret ved model 3

Vandkvaliteten forventes at være uændret, da hele Gudenåens vandføring fortsat vil have gennemløb gennem Tange Sø. Transport af næringsstoffer til Gudenåen og Randers Fjord vil af samme årsag være uændret.

5.4.2 Natur og vandløb

Den mest vandførende model 3C vil skabe fri opstrøms passage for alle fiskearter. Model 3.1C vil muligvis forhindre visse fiskearter i at passere grundet det stejle forløb på omløbet.

Model 3 medfører ikke selvproducerende havørred bestand

Model 3 og 3.1 vil ikke kunne skabe mulighed for en selvproducerende bestand af havørred opstrøms Tange Sø, da der fortsat vil være en høj smoltdødeligheden i Tange Sø (i lighed med øvrige søer).

De eksisterende fiskebestande i Tange Sø vil ikke blive berørt ved gennemførelse af model 3 og 3.1.

Generelt vurderes passageforholdene mellem Tange Sø og hovedløbet nedstrøms søen at blive forbedret ved model 3 og 3.1 i forhold til de eksisterende forhold.

Omløbet og strækningen nedstrøms Tangeværket forventes ikke at kunne bidrage til en væsentlig produktion af ørredsmolt ved gennemførelse af model 3 og 3.1.

Vandløbskvaliteten i det nye omløb vil ikke medføre væsentlige forbedringer i form af nye levesteder for Gudenåens dyr og planter.

5.4.3 Landskabelige konsekvenser

Begrænset landskabelig påvirkning

Landskabeligt vil anlæggelsen af det korte omløb betyde en begrænset påvirkning. En stor del af omløbet vil være beliggende i skov og vil derfor ikke kunne ses på afstand. Tæt på vil omløbet fremtræde som et vandløb med særdeles kraftigt fald.

5.4.4 Reduceret CO2 udledning

Reduceret CO2 besparelse

Gennemførelsen af model 3 medfører, at den årlige CO2 besparelse vil blive reduceret til 630-4.860 tons CO2 pr. år afhængig af vandføringen i omløbet (jf. tabel 5.1).

5.5 Model 4 - omløb fra Ans

Modellen beskriver et omløb fra Ans Bro med et udjævnet længdefald på 0,3 promille, der afsluttes med et stryg med et fald på 5 promille. Modeller er i skitseprojektet beskrevet med vandføringer på hhv. 15 (A), 30 (B) og 85 % (C) af Gudenåens vandføring.

5.5.1 Vandkvalitet og næringsstoffer

Forbedring af vandkvalitet ved model 4

Vandkvaliteten i Tange Sø vil forbedres, hvis næsten hele Gudenåens vandføring ledes gennem omløbet (model 4C). Model 4A og 4B vurderes ikke umiddelbart at ændre søens miljøtilstand væsentligt. Denne vurdering er baseret på beregning af ligevægtskoncentrationen af fosfor med en simpel sømodel, der er baseret på sammenhæng mellem bundfældning og opholdstid.

Vurderingen forholder sig ikke til en overgangsfase, hvor der kan være forhøjet intern belastning fra sedimentet. Dette kan give en forringelse i en årrække, sammenlignet med den nuværende tilstand. Datagrundlaget for Tange Sø er ikke tilstrækkeligt til at vurdere om intern belastning vil have betydning eller i givet fald hvor længe.

Den reducerede udledning af organisk stof fra Tange Sø vil forbedre Gudenåens vandkvalitet nedenfor Tangeværket.

En forbedret miljøtilstand i Tange Sø forventes også at kunne resultere i en større søørred bestand.

Transporten af næringsstoffer gennem Gudenå nedenfor Tange Sø og til Randers Fjord vil øges jo mere vand, der ledes gennem omløbet, da der ikke længere sker det samme tilbagehold af næringsstoffer i søen.

Samlet set forventes ingen væsentlig påvirkning af Randers Fjord.

Vandkvaliteten i omløbet vil være omtrent som i Gudenåen opstrøms omløbet.

5.5.2 Natur og vandløb

Etablering af selvproducerende havørred bestand og øget smoltproduktion

Den mest vandførende model 4C vil skabe fri opstrøms passage for alle fiskearter. Model 4C vil, modsat 4B og 4A, formentlig kunne skabe grundlag for etablering af en selvreproducerende bestand af havørred opstrøms Tange Sø. Omløbsstryget i model 4C forventes at bidrage til smoltproduktionen i vandløbet.

De eksisterende fiskebestande i Tange Sø vil ikke blive væsentligt berørt ved gennemførelse af model 4C. Model 4A og 4B, der forudsætter en afgitring af indløbet til Tange Sø vil forhindre fiskebestande i Tange Sø i at vandre frit mellem søen og Gudenåens øvre løb.

Således vil havørred- og lakseopgangen til Tange Å blive begrænset til den nuværende opgangsmulighed gennem fisketrappen ved gennemførelse af Model 4 A og B. Der vil stadig være grundlag for en søørred bestand i Tange Sø, baseret på gyde- og opvækstområder i Tange Å samt de mindre tilløb til Tange Sø som Ans Bæk, tilløb vest for Naderup og Skelbæk.

Forbedrede passageforhold

Model 4C vil skabe fri passage for alle fiskearter uden om Tange Sø neden for Ans-dæmningen.

Omløbet vil med udformning af gydebanks kunne bidrage til en produktion af ørredsmolt. Også vandløbets øvrige dyr og planter vil kunne få gode levevilkår i omløbet. Undervandsvegetation og smådyr vil blive mere hyppige i Gudenåen nedstrøms Tange Sø, hvis en stor del af vandet (model 4C) løber gennem omløb uden om Tange Sø.

5.5.3 Landskabelige konsekvenser

Model 4 omfatter etablering af et ca. 6 km langt omløb øst om Tange Sø med udjævnet fald. Omløbets største bredde vil variere mellem ca. 50 m og 80 m afhængig af, om der vælges 15 % (A), 30 % (B) eller 85 % (C) vandføring i omløbet.

Langt størstedelen af omløbet ligger inde i Gudenaacentralens plantage og vil på afstand ikke føre til nogen markant ændring af de landskabelige forhold.

Markant omløb På tæt hold vil omløbet være markant. Vandløbet vil længst mod nord ligge dybt nedskåret i landskabet og vil i nogen grad fremtræde som et kulturteknisk anlæg. Omløbet vil, efter danske forhold, forekomme noget atypisk, da et naturligt vandløb af den størrelse typisk ligger i en bred ådal.

Tange Sø er ligeledes et kulturhistorisk anlæg. Placering af omløbet langs kanten af søen vil med den stigende vandspejlsforskel mellem sø og omløb tillige understrege, at der er tale om et kunstigt anlæg.

Det er især den vestlige side af ådalen, der har en markant terrasseudvikling og dermed er mest interessant geologisk set. De skitserede mulige forløb for et omløb ved Tange Sø ligger alle på østsiden på den nederste terrasse, der er aflejret på indersiden af en meanderbue i åen. Gravning af et nyt løb her vil derfor kun ændre på terrasseprofilerne i mindre grad.

Det skitserede projekt vurderes ikke at være kritisk for de primære landskabelige og geologiske værdier i området.

5.5.4 Reduceret CO2 udledning

Reduceret CO2
besparelse

Gennemførelsen af model 4 medfører, at den årlige CO2 besparelse vil blive reduceret til 630-4.860 tons CO2 pr. år afhængig af vandføringen i omløbet (jf. tabel 5.1).

5.6 Model 7 - Omløb samt retablering af åens øverst 6 km

Modellen beskriver et omløb fra en ny dæmning øst for Ans Bro med et udjævnet længdefald på 0,3 promille, der afsluttes med et stryg med et fald på 5 promille. Modellen forudsætter, at hele Gudenåens vandføring føres udenom Tange Sø.

5.6.1 Vandkvalitet og næringsstoffer

Forbedring af vandkvaliteten i Gudenåen

Vandkvaliteten i Tange Sø vil forbedres væsentligt, da der ikke længere tilføres næringsrigt vand fra Gudenåen. Tange Sø vil med model 7 kun modtage vand fra Tange Å samt mindre sidetilløb til søen. Den forbedrede vandkvalitet medfører, at sigtddybden i søen vil øges til ca. 2,3 m. Intern fosforfrigivelse fra sedimentet kan forsinke forbedringen, men effekten vurderes at være begrænset i forhold til den mindskede ydre belastning.

Vandkvaliteten i omløbet forventes at blive god, idet der vil ske en forbedring i vandkvaliteten gennem omløbet.

Øget transport af næringsstoffer til Randers Havn

Transporten af næringsstoffer gennem Gudenå nedenfor Tange Sø og til Randers Fjord vil øges, da der ikke længere sker den samme tilbagehold af næringsstoffer i søen. Modsat vil tilførslen af iltforbrugende organisk stof til fjorden mindskes som følge af, at der ikke længere sker en udskylning af alger fra Tange Sø.

Samlet set forventes ingen væsentlig påvirkning af miljøtilstanden i Randers Fjord.

5.6.2 Natur og vandløb

100 % vandføring gennem omløb

Model 7 adskiller sig på flere væsentlige punkter fra de øvrige modeller ved, at 100 % af Gudenåens vandføring løber gennem omløbet. Desuden retableres ca. 6,2 km af Gudenåen mellem Kongensbro og omløbet til et forløb tilsvarende det oprindelige åløb.

En del af den åstrækning, som lægges tilbage ved model 7, er et af de kerneområder, som Johansen og Løfting (1919) fremhævede som et vigtigt gydeområde for Gudenå laksen. Åen havde her karakter af stryg med op til 100 m's bredde, og var et ideelt gyde- og opvækstområde for laks og ørred.

Naturgenopretning

Model 7 indeholder således en komponent af egentlig naturgenopretning.

Model 7 vil skabe fri passage for alle arter. Tange Sø vil ikke længere bidrage til smoltdødeligheden i Gudenå-systemet, og produktionen af smolt både i omløbet og de opstrøms strækninger af Gudenåen forventes ligeledes øget ved gennemførelse af model 7.

Fri passage

Fri op- og nedstrømspassage for laksefisk i forhold til den nuværende situation vurderes at få afgørende betydning for ørredbestandsdynamikken i Gudenåen. Fri passage forbi Tangeværket vil øge smoltproduktionen væsentligt i forhold til den nuværende situation.

Øget smoltproduktion

Smoltproduktionen i omløbet ved model 7 forventes at stige.

Etablering af selvproducerende havørredbestand

Model 7 vil skabe grundlag for etablering af en selvreproducerende bestand af både havørred og laks i Gudenåsystemet opstrøms Tangeværket.

Model 7 vil dog adskille Tange Sø og Gudenåen og dermed forhindre fiskebestanden i Tange Sø i at vandre mellem søen og åen, hvis den eksisterende fiske-trappe nedlægges. Opgang i Tange Å må antages at blive lille, da hovedparten af vandrefiskene vil søge gennem det nye omløb, og kun en lille del vil søge opgang gennem den nuværende fisketrappe.

Den eksisterende søørred bestand i Tange Sø kan blive forøget grundet en forbedret vandkvalitet i søen samt de eksisterende gyde- og opvækstområder i Tange Å samt de mindre tilløb til Tange Sø som Ans Bæk, tilløb vest for Naderup og Skelbæk.

Omløbet og det retablerede åløb vil give optimale forhold for vandløbets øvrige dyr og planter med høj artsrigdom og gode levevilkår for rentvandskrævende arter.

Øget undervandsvegetation i Tange Sø

Den forøgede sigtddybde i Tange Sø giver mulighed for, at undervandsvegetationen kan kolonisere væsentlige dele af søens lavvandede områder. Det kan bi-

drage til yderligere forbedringer i Tange Sø's vandkvalitet. Dette kan tilsvarende påvirke balancen i søens fiskebestande i positiv retning.

5.6.3 Landskabelige konsekvenser

Omløb langs hele Tange Sø

Model 7 omfatter etablering af et ca. 7 km langt omløb øst om Tange Sø med et udjævnet fald samt sænkning af den del af søfladen, der ligger opstrøms den nye dæmning øst for Ans Bro. Omløbets bredde bliver på det bredeste sted ca. 130 m.

Sænkningen af vandspejlet opstrøms dæmningen fører til, at søen her ændres til et bredt vandløb. Gudenåen genskabes dermed på strækningen fra Kongensbro til Ans Bro, hvor åen delvist vil få sin oprindelige dynamik tilbage. Nedenfor dæmningen vil søen fortsat eksistere i sin nuværende udformning og dermed fortsat fremstå dominerende i landskabet. Søens areal vil blive reduceret med 90 ha, svarende til en reduktion på 15%.

Ændringen af Gudenåen/Tange Sø opstrøms den nye dæmning vil have karakter af vandløbsrestaurering, idet den øvre del af søen ændres til et vandløb, der vil fremstå som den oprindelige Gudenå. Den nye dæmning vil dog fremstå som en markant landskabelig ændring.

Omløbet øst om søen vil være markant og ligge dybt nedskåret i landskabet. Det vil på den nederste strækning fremtræde som et kulturteknisk anlæg, da omløbet efter danske forhold vil forekomme noget atypisk, da et naturligt vandløb af den størrelse typisk ligger i en bred ådal.

Størstedelen af omløbet vil ligge inde i Gudenaacentralens plantage og vil på afstand ikke udgøre en markant komponent i de landskabelige forhold.

Det skitserede projekt vurderes således ikke at være kritisk for de primære landskabelige eller geologiske værdier i området.

5.6.4 Reduceret CO2 udledning

Reduceret CO2 besparelse

Gennemførelsen af model 7 medfører, at den årlige CO2 besparelse vil blive reduceret til 400 tons CO2 pr. år (jf. tabel 5.1).

6 Konklusion

Nærværende rapport har haft til formål at klarlægge konsekvenserne ved gennemførelse af en fremtidig passage af Gudenåen ved Tangeværket og Tange Sø i forhold til driftsøkonomien for Tangeværket, regionale økonomiske og miljømæssige konsekvenser.

Driftsøkonomiske konsekvenser

Det kan konkluderes, at de driftsøkonomiske konsekvenser for Tangeværket for model 3A, 3B, 4A samt 4B vil være af mindre betydning.

Model 3C, 4C samt 7 vil derimod have meget store konsekvenser for Tangeværket, idet de umiddelbart vil resultere i en lukning.

For El-museet vil 3C, 4C og 7 ligeledes have en signifikant negativ effekt, dog vurderes model 3A og 3B faktisk at kunne have en lille positiv effekt.

Regionaløkonomiske konsekvenser

Tangeværket og El-museet genererer en vis regionaløkonomisk effekt. Især vurderes El-museet at have en dynamisk effekt for turismeindustrien i området.

Ved implementering af de beskrevne modeller skønnes model 3A, 3B, 4A og 4B ikke at have nogen signifikant negativ regionaløkonomisk effekt. På kort sigt vil der endda kunne observeres en signifikant positiv effekt igennem investeringerne i forbindelse med anlægsarbejderne. De regionaløkonomiske effekter ved model 3C, 4C og 7 er dog mere usikre. På kort sigt vil der være betydelige positive effekter afledt af de store anlægsinvesteringer, på længere sigt vil man derimod kunne mærke bortfaldet af effekten fra Tangeværket og sandsynligvis også en svækkelse af El-museet.

Miljømæssige konsekvenser

På miljøområdet vurderes det, at kun model 4C og 7 vil have overvejende positiv effekt på vandkvaliteten i Tange Sø og i Gudenåen nedstrøms Tange Sø. Vedrørende vandløbets øvrige dyr og planter vil kun model 4B, 4C og 7 have en positiv effekt.

Modellerne 4B, 4C og 7 vil have en positiv effekt for passagen af fauna i Gudenåsystemet. Dog er det igen kun model 4C og 7, der er vidtgående nok til kunne skabe basis for en selvreproducerende havørred- og laksebestand.

I forbindelse med indgrebene i naturområdet vurderes model 3 blot at have en beskedent påvirkning. Model 4 derimod er et større indgreb og vurderes derfor at have en mere negativ effekt. Det største fysiske indgreb sker i model 7, der

imidlertid bærer præg af egentlig naturgenopretning og derfor vurderes at have en positiv effekt.

Note: 1) Ændringen på den øverste del ved model 7 kan betragtes som positiv, da der her er tale om naturgenopretning. På den nedre strækning er der tale om en væsentlig påvirkning af det eksisterende landskab.

7 Referencer

Altenborg Miljø (2004). Tange Sø - 84 år. Tange Sø's påvirkning af vandkvaliteten i Gudenåen.

COWI (2002). Gudenåens passage ved Tangeværket - samfundsøkonomisk analyse. Rapport udarbejdet for Miljøministeriet og Fødevarerministeriet marts 2002.

COWI (2004). Gudenaacentralen. Regionaløkonomiske konsekvenser - analyse. Rapport fra december 2004.

DMU (1998). Miljøforholdene i Tange Sø og Gudenåen. Udarbejdet af Nielsen, K., Jensen, J.P. & Skriver, J. Faglig rapport nr. 244.

El-museet (2003). Regnskab for El-museet.

El-museet (2004). Interview med direktør Georg Stenstrup

EnergiDanmark (2005). Interview med servicemedarbejder ved EnergiDanmark.

Energistyrelsen (2004). Energistatistik 2003.

Gudenaacentralen (2004). Informationer fra direktør Robert Møller.

Gudenaacentralen (2005). Informationer fra direktør Robert Møller.

Gudenaacentralen (2005a). Information fra forretningsudvalget for Gudenaacentralen ved formand Bent Kornbek.

Gudenåkomiteen (1998). Natur og Miljø i Gudenå-systemet. 25 års indsats og effekt. Rapport nr. 20.

Gudenåkomiteen (2002). Vegetation i Gudenåen 2001. Rapport nr. 22.

Gudenåkomiteen (2004). Fiskene i Gudenåens vandløb 2004. Rapport nr. 24.

Midt Nord Turisme (2004). Interview med Lars Enevold Pedersen.

Miljøministeriet & Fødevareministeriet (2002). Gudenåens passage ved Tangeværket - sammenfatning af skitseprojekt samt baggrundsmateriale.

Miljø- og Planlægningsudvalget (2002). Betænkning over forslag til lov om ændring af lov om udnyttelse af vandkraften i Gudenå af 22. november 2002. Bilag 2.

Natouren (2005). Interview med Mette Sloth, Bjerringbro Teltplads og Kanoudelejning.

Truust Camping (2005). Interview med Thorkild Petersen.

WaterFrame (2004). Laksen tilbage i Gudenåen.

WaterFrame (2005) Smoltens passage forbi Tange 2005

Århus Amt (2004). Basisanalyse, 2004. Natur&Miljø.



Gudenaacentralen
Bjerringbrovej 54
8850 Bjerringbro
www.gudenaacentralen.dk

