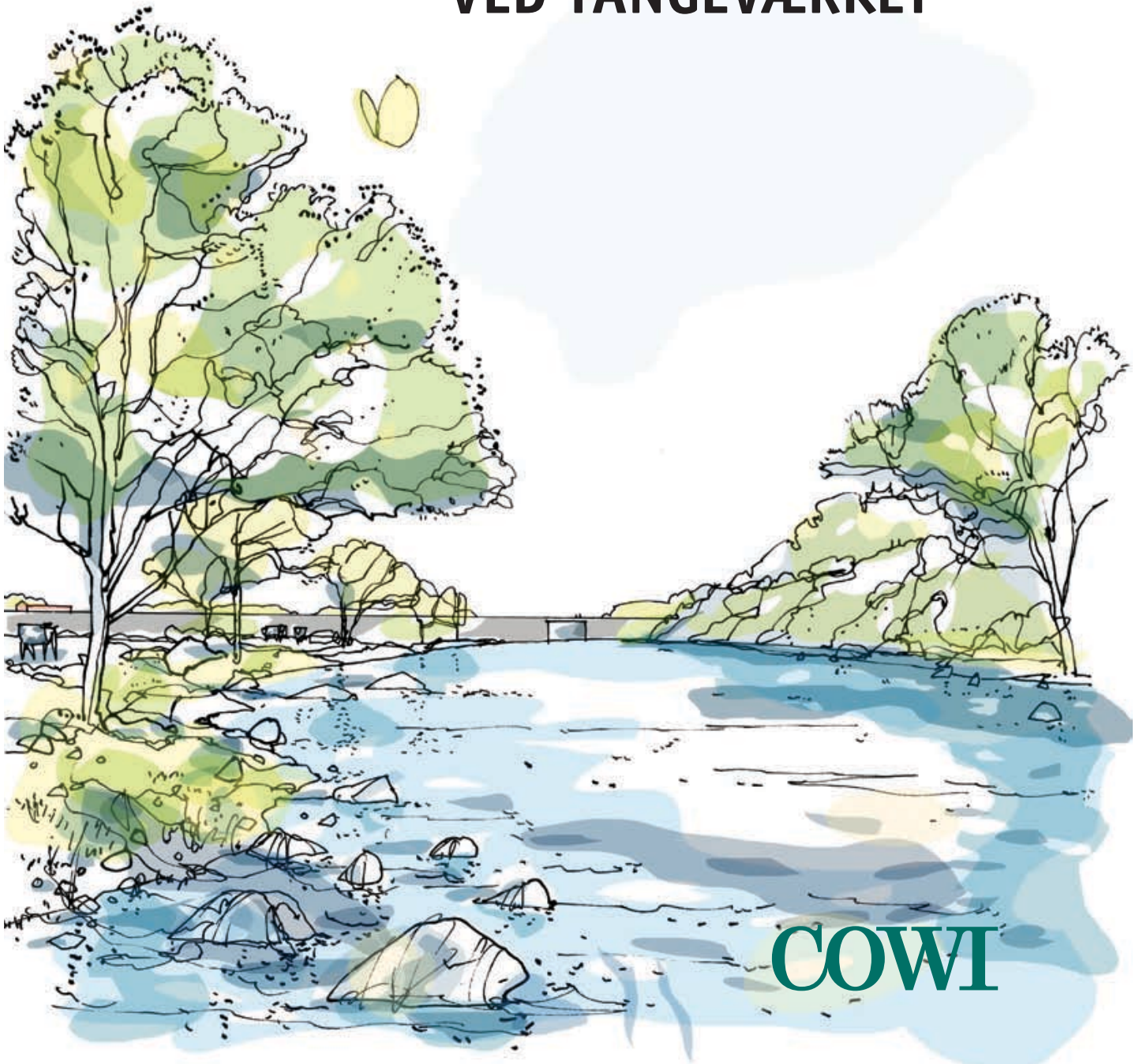


SUPPLERING AF BESLUTNINGSGRUNDLAG FOR
**GUDENÅENS PASSAGE
VED TANGEVÆRKET**



Titel: Supplering af beslutningsgrundlag for Gudenåens passage ved Tangeværket.

Udarbejdet af: COWI A/S for Danmarks Naturfredningsforening.

Projektet er støttet af Aage V. Jensen Fonde

Design og grafik: COWI A/S

Akvareller: Amsnæs Illustration Aps.

Fotos: COWI A/S

Ortofoto: © COWI A/S, Danmarks Digitale Ortofoto

Kort: Alle kort er © Kort- og Matrikelstyrelsen.

Udsnit af Kort- og Matrikelstyrelsens kortmaterialer er gengivet i henhold til tilladelse G18/1997.

Oplag: 2.000 eksemplarer, 1. oplag

Trykkeri: Formula A/S

Publikationen kan også findes på www.dn.dk

Den tidligere udgivelse "Gudenåens passage ved Tangeværket – sammenfatning af skitseprojekt" kan downloades fra www.sns.dk

ISBN 978-87-87030-03-8

Publikationen skal citeres med kildeangivelse.

April 2007



Forsideillustration:

Gudenå-dalen, som den vil fremstå ved gennemførelse af model 10, set mod nord



SUPPLERING AF BESLUTNINGSGRUNDLAG FOR
**GUDENÅENS PASSAGE
VED TANGEVÆRKET**

INDHOLD

FORORD	3
RESUMÉ	4
BAGGRUND OG HISTORIK	6
GUDENÅEN OG TANGE SØ I DAG	8
OM PROJEKTET – FORMÅL OG METODER	12
KARAKTERISTIK AF MODELLERNE	16
HVORDAN SAMMENLIGNES MODELLERNE?	30
KONSEKVENSER - VANDRAMMEDIREKTIV	32
KONSEKVENSER - NATURA 2000-DIREKTIV	34
KONSEKVENSER - ANLÆG	36
KONSEKVENSER - VANDMILJØ, SØ OG NÆRINGSSTOFFER	38
KONSEKVENSER - LANDSKAB OG NATUR	40
KONSEKVENSER - FRILUFTSLIV	42
KONSEKVENSER - DEPONERING	44
KONSEKVENSER - SAMFUNDSØKONOMI	46

FORORD

I 1921 var Tangeværket bygget færdigt. 13 km af Gudenåen blev opstemmet og Tange Sø dannet. Herved blev der skabt en spærring, der forhindrede Gudenåens naturlige dyreliv i at vandre frit i åen. Fiskene kunne ikke længere få adgang til gyde- og opvækstområder oven for værket.

Koncessionen (tilladelsen) til at udnytte vandkraften for en periode på 80 år blev den 8. januar 1921 meddelt ved lov og givet til Gudenaacentralen, der ejer Tangeværket. Folketinget vedtog i 2001 at forlænge koncessionen med 2 år. I 2003 blev koncessionen forlænget med yderligere 5 år. Det betyder, at der inden 2008 skal træffes beslutning om værkets fremtidige drift og en permanent løsning på Gudenåens passage ved værket.

I 2001 blev et skitseprojekt gennemført under en arbejdsgruppe, der skulle undersøge forskellige løsningsmodeller til en faunapassage ved Tangeværket og Tange Sø.

Alle løsningsmodellerne i skitseprojektet fra 2001 forudsætter, at Tange Sø bevares. Resultatet af arbejdsgruppens undersøgelser er sammenfattet i en rapport "Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket".

Siden 2001 har både Vandrammedirektivet og Natura 2000 direktiverne fået stadig større betydning i Danmark, først og fremmest ved lov om miljømål samt gennem diverse bekendtgørelser og vejledninger. Danmarks Naturfredningsforening (DN) har derfor ønsket at forbedre beslutningsgrundlaget for en løsning ved Tangeværket ved at vurdere de mest relevante løsningsmodeller overfor kravene i EU's direktiver. DN har desuden ønsket at belyse mulighederne for en egentlig naturgenopretning af Gudenåen mellem Kongensbro og Tange, samt supplere med yderligere en passagemodel, der kombinerer de fordele, der er ved model 7 med en mulighed for en større besparelse gennem en ændring af traceet.

Denne rapport indeholder således supplerende af beslutningsgrundlaget for en løsning af passageproblemerne ved Tangeværket med konsekvensvurderinger af relevante tidligere beskrevne modeller og to nye modeller, samt en vurdering af disse modellers muligheder for at imødekomme kravene i EU's Vandrammedirektiv, EF-Fuglebeskyttelsesdirektiv og EF-Habitatdirektiv.

RESUMÉ

Ved opførelse af Tangeværket og etableringen af Tange Sø blev der skabt en spærring, der forhindrer Gudenåens naturlige dyreliv i at vandre frit i åen. Fiskene kunne ikke længere få adgang til gyde- og opvækstområder oven for værket. 13 km af den oprindelige Gudenå blev dækket af Tange Sø. Ændringerne medførte bl.a., at Gudenå-laksen uddøde, og havørredbestanden blev halveret. I et forsøg på igen at skabe passage forbi Tangeværket er der gennem tiden opført fisketrapper og andre anlæg. Ingen af passagerne har dog fungeret efter hensigten. Endvidere viser undersøgelser, at de fleste smolt (ørred- og lakseungfisk) på vandringen mod havet ender som føde for rovfisk og fugle i Tange Sø.

Gudenåens gennemløb af Tange Sø betyder, at vandkvaliteten i både søen og i Gudenåen neden for Tangeværket forringes. Det skyldes, at åens næringsrige vand skaber en stor algeproduktion i søen, der belaster både søen og den nedstrømliggende del af Gudenåen med organisk stof.

Tange Sø indeholder store rekreative værdier, og der knytter sig betydelige kulturhistoriske interesser til Tangeværket. Værkets elproduktion svarer omtrent til kapaciteten fra en vindmølle.

Supplering af skitseprojektet fra 2001

I skitseprojektet gennemført i 2001 for Fødevarerministeriet og Skov- og Naturstyrelsen blev 8 forskellige modeller for faunapassage undersøgt og et forslag til restaurering af Gudenåen neden for Tangeværket. Der er for de fleste modeller undersøgt flere forskellige vandføringer. Skitseprojektet fra 2001 indeholdt ikke en model der baserede sig på vandløbsrestaurering af Gudenåen gennem Tange Sø og forholdt sig desuden ikke til EU's Vandrammedirektiv eller til Natura 2000-direktiverne. Disse direktiver er siden 2001 blevet konkretiseret og det står nu klart, at alle vandområder i EU, og hermed også i Danmark, skal vurderes og holdes op mod direktivernes bestemmelser.

Danmarks Naturfredningsforening har derfor bedt COWI udarbejde det nødvendige supplerende grundlag, der skal indgå i overvejelserne omkring en eventuel forlængelse af Gudenåcentralens koncession om udnyttelse af vandkraften i Gudenåen.

Skitseprojektet er således suppleret med 2 nye modeller, så det samlede skitseprojekt nu beskriver i alt 10 modeller for Gudenåens passage forbi Tangeværket.

For alle modeller og løsningsforslag er der udarbejdet detaljerede konsekvensvurderinger med hensyn til økonomi, dyre- og planteliv, vandkvalitet, landskab, friluftsliv, vandføring, Tangeværkets drift m.v.

De valgte modeller kan groft deles op i fire kategorier: korte omløb, mellemlange omløb, lange omløb og vandløbsrestaurering af Gudenåen. Alle modeller skaber passage forbi Tangeværket; de lange modeller indeholder desuden en passage forbi Tange Sø. Nogle modeller forudsætter en sænkning af vandstanden i Tange Sø og en enkelt model forudsætter en fuldstændig tømning og restaurering af den oprindelige ådal. I forhold til det oprindelige skitseprojekt er det i denne rapport valgt kun at arbejde videre med model 3, 4 og 7, da de i hver af kategorierne kort, mellemlangt og langt har vist sig som de mest optimale.

Sammenligning af modellerne

På baggrund af denne undersøgelse kan det sammenfattes:

- at valg af et kort omløb (model 3) kun vil sikre opstrømspassage for fisk som f.eks. ørred, helt og sandart. Et kort omløb vil ikke skabe grundlag for en selvreproducerende bestand af ørred og laks, fordi deres yngel (smolt) skal passere gennem Tange Sø. Vandkvaliteten i søen og i Gudenåen neden for søen forbedres ikke ved etablering af et kort stryg. Et kort omløb vil ikke overholde bestemmelserne i EU's Vandrammedirektiv.



- at valg af et mellemlangt omløb (model 4) eller et langt omløb (model 7) kan sikre passagen ved Tangeværket og Tange Sø. Modeller med begrænset vandføring i omløbet (vandmængde A og B) kræver dog etablering af et ristebygværk på tværs af Gudenåen ved omløbets indløb, og disse modeller vil ikke forbedre vandkvaliteten eller forholdene for dyre- og plantelivet i Gudenåen eller Tange Sø tilstrækkeligt.
- at valg af model 11 giver en relativt billig løsning ift. model 7 og medfører samtidig store forbedringer.
- at ingen af modellerne vil skade udpegningsgrundlaget i de nærliggende Natura 2000-områder direkte. Ved valg af model 7, 10 og 11 kan der ved genudsætning af laks fra nærliggende lokal stamme i et andet vandløbssystem opnås en gunstigere national bevaringsstatus for denne bilag II-art. Til gengæld kan en reduktion af søfladen i model 10 være negativ for en anden bilag II-art, damflagermusen. Ved model 10 kan der ved en sammenhængende ådalsforvaltning opnås store gevinster for naturen i området.
- at valg af de modeller (7, 10 og 11), der indeholder en væsentlig ændring af vandstanden i, eller udbredelsen af Tange Sø, giver væsentlige gener for mange lodsejere og for sejladsen på søen.
- at de største forbedringer derfor opnås ved modellerne:
 - 7: (retablering af åens øverste 6 km samt omløb med udjævnet fald)
 - 10: (restaurering af Gudenåens leje)
 - 11: (retablering af åens øverste 7 km samt omløb med udjævnet fald).Disse modeller skaber grundlag for selvreproducerende bestande af ørred og laks. Modellerne fører hele Gudenåens vandføring, herved undgås et ristebygværk. Både model 7 og 11 vil hurtigt forbedre vandkvaliteten i Tange Sø og Gudenåen neden for værket. Uanset valg af model kan der derudover opnås store forbedringer i Gudenåens vandløbskvalitet ved at kombinere den valgte passageløsning med model 8 (restaurering af Gudenåen nedstrøms værket).
- at ingen omløbsmodeller vil fuldt kunne leve op til kravene i EU's vandrammedirektiv.
- at kun model 10 fuldt ud opfylder kravene i EU's vandrammedirektiv, da Tange Å og andre tilløb til Tange Sø hermed også kan opnå god økologisk tilstand.

BAGGRUND OG HISTORIK

Med Tangeværkets etablering i 1921 blev Gudenåen opstemmet og Tange Sø dannet. Værket dækkede i 1920'erne næsten en fjerdedel af hele Jyllands elforbrug. I dag forsyner værket ca. 2500 husstande, hvilket svarer til 0,3 ‰ af Danmarks elforbrug. Med etableringen af Tangeværket og Tange Sø blev Gudenåens laks og havørreder forhindret i at nå de gydeområder, som ligger oven for værket. Laksen uddøde i løbet af 1930'erne.

Det er ved lov bestemt, at der skal findes en permanent løsning på passageproblemet for dyrelivet i Gudenåen inden 2003.

Gudenåen er med sine 160 km Danmarks længste vandløb. Den afvander et areal på ca. 260.000 ha fra udspringet i Tinnet Krat i Vejle Amt og frem til udløbet i Randers Fjord i Århus Amt. Gudenå-systemet indeholder en stor rigdom af forskellige typer af vandløb og søer. Den økologiske tilstand i disse spænder fra helt upåvirket med et naturligt dyre- og planteliv til stærkt kulturpåvirket.

Gudenåen – transportvej og energi

Gudenåen har i det 19. århundrede haft stor betydning som transportvej for varer (pramfarten). Gudenåens vandkraft har været udnyttet siden middelalderen – først til at drive vandmøller, senere under 1800-tallets industrialisering til at drive forskellige fabrikker og endelig siden 1. verdenskrig og frem til i dag til at producere elektricitet.

Tangeværket blev anlagt i årene 1918-21. Værkets koncession (tilladelse) til at udnytte vandkraften i Gudenåen blev meddelt ved lov for en periode på 80 år fra

den 8. januar 1921. Med Tangeværkets etablering blev der anlagt en ca. 800 m lang hoveddæmning på tværs af Gudenådalen. Dæmningen opstemmer Gudenåen og har dannet Tange Sø. Da søen blev dannet forsvandt ca. 13 km af Gudenåens oprindelige hovedløb. I 1937-38 blev Gudenåen uddybet ca. 1 m på en 6 km lang strækning neden for Tangeværket for at øge vandets faldhøjde gennem turbinerne til ca. 10 m.

Tangeværket ejes af Gudenaacentralen A.m.b.a., som i dag har følgende andelshavere: Århus Kommune, Ebeltoft Kommune, Energiselskabet ARKE, Galten Elværk, Grenå Kommune, Midtjysk Elforsyning, SE-Energi, Skanderborg Kommune og Viborg Kommune.

Fiskene og Tangeværket

Laksefiskeriet i Gudenåen er veldokumenteret gennem tiden, men allerede i sidste halvdel af 1800-tallet skete der et fald i dette fiskeri. Det kan bl.a. forklares med et forudgående kraftigt fiskeri og uddybning af Gudenåen for



at gøre pramfarten mulig. Det betød, at der forsvandt flere store gydeområder for laksefisk.

I forbindelse med Tangeværkets opførelse blev der etableret en fisketrappe ved værket, der skulle sikre, at fiskene, herunder laks og ørred, fortsat kunne vandre frit i Gudenåen. Fisketrappen virkede dog ikke på grund af sin ringe vandføring på ca. 20 l/sek (Gudenåens middelvandføring er ca. 21.000 l/sek.), og fiskene blev forhindret i at vandre op til gydeområderne, der lå oven for Tangeværket. Konsekvenserne var katastrofale især for laksen. I 1934 blev den sidste laks fanget i Gudenåen, og siden er den oprindelige Gudenå laks blevet betragtet som uddød. Bestanden af havørreder i Gudenåen blev halveret som følge af Tangeværkets etablering.



Herover et foto fra 20. juni 1934 af den gamle fisketrappe ved Tange. På forrige side ses Tangeværket og indløbskanalen set mod nordøst, før Tange Sø blev skabt. Anlæg af Tangeværket foregik i drøme 1918-1921.

SIDEN SIDST...

Folketinget vedtog i december 2002 en ny 5-årig forlængelse af Tangeværkets koncession (tilladelse) til at udnytte vandkraften i Gudenåen frem til 8. januar 2008. Dette indbærer, at der i løbet af 2007 skal tages stilling til værkets fortsatte fremtid. Siden 2002 er grundlaget for en beslutning blevet ændret. Vandrammedirektivet og de to Natura 2000-direktiver er gennem de senere år blevet præciseret og direktivernes krav, metodik og tidsforløb foreligger nu. Desuden bliver fortolkningen af direktiverne med årene strammere via bl.a. sager ved EF-domstolen.

Gennem medlemskabet af EU er Danmark som nation forpligtet til at følge direktiver og forordninger, der besluttes i det Europæiske Fællesskab.

Især Vandrammedirektivets bestemmelser er af relevans for Gudenåen ved Tange Sø, idet dette direktiv indeholder retningslinier for, hvorledes EU-landene skal forholde sig overfor beskyttelse, bevarelse og forbedringer af vore vandforekomster.

Danmarks Naturfredningsforening har på den baggrund besluttet at gennemføre en supplerende skitseprojektet fra 2001. Dette beslutningsgrundlag skal beskrive de faktorer, der ikke blev behandlet i 2001.

De væsentligste er:

- En løsning, der indeholder en egentlig restaurering af Gudenåen til et forløb, der svarer til perioden før etableringen af den kunstige Tange Sø (model 10).
- En løsning, der har de samme fordele som den oprindelige model 7, men som medfører en væsentlig besparelse (model 11).
- Sammenholdning af muligheder og konsekvenser for de mest relevante modeller (3, 4 og 7) med de to nye modeller 10 og 11 for de parametre, der blev beskrevet i skitseprojektet fra 2001.
- Vurderinger af de samme modellers kravoverholdelse i forhold til Danmarks forpligtelser inden for Vandrammedirektivet og Natura 2000-direktiverne.

Det supplerede beslutningsgrundlag vil herefter kunne anvendes i forbindelse med overvejelserne omkring en eventuel forlængelse af Tangeværkets koncession til at udnytte vandkraften i Gudenåen.

GUDENÅEN OG TANGE SØ I DAG

Tange Sø ligger mellem Silkeborg og Bjerringbro og gennemstrømmes af Gudenåen, Danmarks længste vandløb. Søen er kunstig og blev dannet i forbindelse med bygningen af Danmarks største vandkraftværk – Tangeværket. Fra 1921 og frem til i dag er der fremstillet elektricitet på værket.

Natur- og miljøkvaliteten i den 540 ha store Tange Sø er omtrent som i de øvrige søer langs Gudenåens hovedløb: Noget forurenet med en stor almængde i vandet som følge af fosfortilførsel fra spildevand og dyrkede arealer i oplandet. De seneste 25 års spildevandsrensning har dog forbedret vandkvaliteten.

Landskabet ved Tange Sø

Langs østsiden af søen er der skov og plantage, der går helt ned til vandet, og langs vestsiden er der marker, enge og mod syd byen Ans. Under sidste istid (65.000-10.000 år siden) blev der ved afsmeltning og erosion skabt det nuværende terræn med terrassedannelser omkring Tange Sø. Terrasselandskabet ved den nordlige del af Tange Sø er udpeget som værdifuldt område af national geologisk interesse. Landskabet omkring Tange Sø og Gudenåen er et kuperet morænelandskab. På vestsiden af Tange Sø er landskabet varieret, og jordbunden er her domineret af grovkornet materiale som grus og sand.

Foto af frislusen fra omkring 1920 set mod syd, hvor slusen er åben, og Gudenåens vand passerer igennem.



Langs østsiden af Gudenåen og Tange Sø hæver terrænet sig jævnt. Omkring Bremsebakke i Ormstrup Skov rejser terrænet sig med ca. 30 meter. Før etableringen af den kunstige sø lå Gudenåen dybt nedskåret i landskabet. På strækningen mellem Kongensbro og Tange havde åen et kraftigt fald på ca. 0,8 ‰, og netop denne åstrækning var dengang et af kerneområderne for Gudenålaksens gydning og opvækst.

Ved den nordlige del af Tange Sø løber Tange Å fra vest til søen i en smal, snoet ådal med stejle skrænter. I den sydøstlige ende af søen har Borre Å sin udmunding, og ved Ans har Ans Bæk sit udløb i søen. Projektområdet strækker sig fra Kongensbro i syd til Bjerringbro i nord og omfatter Tange Sø med bredarealer samt Gudenåen både nord og syd for søen (se kort).

Tekniske anlæg

Der ligger kun få tekniske anlæg inden for projektområdet. Tange Sø krydses af Ans-dæmningen, hvorpå vejen mellem Ans og Sahl er anlagt. Der findes desuden mindre veje på østsiden gennem skovene og plantagerne. Jernbanen mellem Langå og Viborg løber langs kanten af Tange Sø i den nordlige del af søen. Ved Tangeværket findes en del højspændingsledninger (60 og 150 kV). Dele af disse er lagt i jorden, bl.a. er højspændingsledningen, der krydser Tange Sø nord for Ans, ført under søen.

Der ligger få bygninger i området langs søens nord- og østside. Vest for Ans-dæmningen findes der sommerhuse og helårsboliger nær søbredden. Desuden er der enkelte huse langs søens bred i Ormstrup Skov og mod nord i Gudenåcentralens Plantage.

Tangeværkets drift og produktion

På Tangeværket fremstilles elektricitet ved hjælp af vanddrevne turbiner. Den gennemsnitlige årlige elproduktion mellem 1997 og 2000 er 12,5 GWh. I den samme periode har Tangeværket haft et årligt elsalg på ca. 6,5 mio. kr. og et primært driftsresultat for hele Gudenåcentralen på ca. 1,5 mio. kr. Virksomheden modtager årligt et statstilskud for produktion af grøn energi på ca. 5 mio. kr. Dette tilskud er inkluderet i omsætningen og driftsresultatet.

Kulturhistorie

Området omkring Tange Sø har været beboet siden ældre stenalder. Der er gjort mange arkæologiske fund i området af bl.a. stenalderbopladser, en stammebåd og flinteredskaber. Der findes flere fredede gravhøje ved den nordlige del af Tange Sø. I Ormstrup Skov findes gamle diger, som er rester af et større digesystem. Digerne er i dag beskyttet gennem naturbeskyttelsesloven.

Tangeværket blev opført i årene 1918-1921. Bygningerne er indstillet til bygningsfredning, da de er et vigtigt eksempel på et industrimiljø fra den fase af industrialiseringen, hvor elektriciteten begynde at erstatte dampen som drivkraft.



Pramdragerstien går langs med Gudenåen fra Silkeborg til Randers Fjord og fungerer i dag som en offentlig sti. I det 19. århundrede var stien trækvej for pramfarten. Pramene med varer blev trukket fra Randers til Silkeborg af pramdragerkarle eller heste. Efter udbygning af jernbanenettet i slutningen af det 19. århundrede mistede pramfarten sin betydning. Ved Tange Sø er stien oversvømmet på grund af opstemningen, og den nuværende sti langs søen følger således ikke det oprindelige forløb.

Tangeværket er det største vandkraftværk i Danmark. Værket udgør et eksempel fra den periode i Danmarks historie, hvor elektriciteten overtog rollen som drivkraft i industrialiseringen. Bygningerne er indstillet til fredning.

Ved dannelse af Tange Sø, som er Danmarks største kunstige sø, blev 22 gårde og 5 huse fjernet, før arealet blev oversvømmet.

Friluftsliv og turisme

Elmuséet, som har til huse på Gudenåcentralens arealer, er sammen med Tange Sø et vigtigt turistmål i området. Det besøges hvert år af ca. 60.000 mennesker. Elmuséet, som formidler elektricitetens fysik, teknologi og kulturhistorie, åbnede i 1984.

SIDEN SIDST...

Siden skitseprojektet fra 2001 er der sket betydelige reduktioner i tilførslen af kvælstof og fosfor gennem Gudenåen. Tilførslen af kvælstof er reduceret fra ca. 2.100 t/år til ca. 1.000 t/år. Af denne årsag er den samlede mængde tilbageholdt kvælstof i søen faldet fra ca. 300 t/år til ca. 150 t/år. For fosfors vedkommende er tilførslen faldet fra 72 t/år til ca. 55 t/år, og dette fald forventes at fortsætte. Tilbageholdelsen af fosfor i Tange Sø varierer kraftigt, men antages at falde fra 9 t/år til knap 6 t/år. Begge disse faktorer ændrer på stofbelastningen af Gudenåen neden for Tangeværket, samt for Randers Fjord. Også den fremtidige søvandskvalitet vil få ændrede forhold på grund af den reducerede stofbelastning.

Tangeværkets bygninger og dæmninger blev i 2006 underlagt en bygningsfredning, der medfører, at bygningerne uanset valg af løsning skal bevares.

GENGIVELSE FRA "GUDENÅENS PASSAGE VED TANGEVÆRKET - SAMMENFATNING AF SKITSEPROJEKT" FRA 2001

Ved Tange Sø findes flere bådklubber. Desuden besøges tusindvis af kanoturister Gudenåen og søen hvert år. Lystfiskeri er en vigtig rekreativ aktivitet i Gudenåen og til dels i Tange Sø. Jagt, fugleobservationer, naturvandringer, camping, golf og badning er andre vigtige friluftskaktiviteter i området.

Tange Søs opland og vandbalance

Gudenåen er det dominerende tilløb til Tange Sø, men der er også flere mindre vandløb, der løber direkte til søen, bl.a. Borre Å, Ans Bæk, afløbet fra Ormstrup Sø og Tange Å. Tange Sø er med sine 540 ha lille i forhold til sit topografiske opland på 1.710 km². Heraf bidrager oplandet til Gudenåen med ca. 1.450 km² ved indløbet til søen. Den gennemsnitlige vandtilstrømning til søen er ca. 21 m³/sek. og middeldybden er 2,8 m. Tange Sø kan bevares uden at få vand fra Gudenåen, da søen kan opretholdes af tilstrømningen fra Tange Å og det direkte opland.

Vandets tilstand

I oplandet til Tange Sø er der mange kilder til forurening af søen med næringsstoffer og organisk stof. Næringsstoffer (fosfor og kvælstof) ledes til fra landbrugsarealer og med spildevand. Tilførslen af fosfor er reduceret gennem de senere årtier, og der er konstateret en reduktion i algevæksten i Gudenåen og Tange Sø.



Smolt (ungfisk af ørred og laks)

LIVSCYKLUS FOR ØRRED OG LAKS

Ørred og laks lever i vandløb med køligt, iltrigt og rent vand og er dermed indikatorer for vandløb med god vandkvalitet. De opretter territorier og kræver varierede levesteder i vandløbene i form af store sten, vegetation og udhængende brinker.

Deres livscyklus starter med gydningen om vinteren. Hunnen graver en grube i gruset i vandløbsbunden, hvor æg og sæd gydes. Gruben dækkes med grus, og de befrugtede æg udvikles i løbet af 3-4 måneder til larver. Når fiskene er ca. 15 cm lange, vil de, bortset fra bækkørred, ændre farve fra det brune med de karakteristiske røde pletter til et blankt udsæende – disse ungfisk kaldes smolt. Smolten vandrer ned gennem vandløbet til havet eller evt. en sø, hvor den i løbet af 1-4 år udvikler sig til en fuldvoksen laks.

Tange Sø modtager årligt ca. 2.100 t kvælstof og 72 t fosfor fra vandløb og andre kilder. Tange Sø omsætter en del af næringsstofferne, som ellers føres videre i Gudenåen til Randers Fjord. Søen tilbageholder ca. 300 t kvælstof og ca. 9 t fosfor om året. Sammenlignet med den samlede tilførsel til fjorden (ca. 5.000 t kvælstof og 175 t fosfor om året) tilbageholder søen ca. 5%. Belastningen med næringsstoffer betyder om sommeren en moderat algevækst, der giver dårlig sigtdybde i søen.

I Gudenåen neden for Tange Sø er vandets pH-værdi i dag normalt mellem 6 og 9. Tidligere er der i perioder målt pH-værdier helt op til 10, hvilket er skadeligt for fisk og smådyr.

Udpegninger og målsætninger for natur og landskab

Rundt om Tange Sø findes små og spredt beliggende beskyttede naturområder (§3 i naturbeskyttelsesloven), bl.a. søer, moser, heder, ferske enge og overdrev. De fleste søer og moser findes i den lavestliggende del af skovene ud mod Tange Sø. Søerne har en rimelig god vandkvalitet, men moserne er under tilgroning. Oven for Ans Bro findes langs nordsiden af Tange Sø strækninger med kildevæld. I de højtliggende dele af skovområderne er der heder med hedelyng og mindre områder med overdrev.

Tange Sø har i regionplanen en basis målsætning (B), som betyder, at søen bør have et naturligt og varieret plante- og dyreliv. Der må ikke ledes næringsstoffer til søen fra spildevand, dambrug og landbrug i et omfang, som påvirker den økologiske tilstand væsentligt. Målsætningen for Tange Sø er ikke opfyldt i dag.

hav- eller søørred. Ved kønsmodning vil fisken søge tilbage til "sit" vandløb for at gyde og producere en ny generation.

Ved anlæg af Tangeværket blev ørred og laks afskåret fra at komme op i Gudenå-systemet oven for værket. Nu kan havørreden kun gyde i tilløb nedstrøms Tangeværket, og bestanden i Gudenå-systemet er halveret i forhold til kendte tal, inden Tangeværket blev etableret.

Den oprindelige Gudenålags uddøde i løbet af 1930'erne på grund af Tangeværkets etablering, som betød, at laksene ikke længere kunne komme til gydepladser opstrøms Tange. Siden er der sket udsætninger af 1-års laksesmolt fra udenlandske laksestammer.



Gudenåen er på strækningen fra Resenbro til Tange Sø målsat som gyde- og yngelopvækstområde for laksefisk (B1). Fra Tange Sø til Randers Havn er Gudenåen målsat som laksefiskevand (B2). Målsætningen for Gudenåen oven for Tange Sø er generelt ikke opfyldt, da vandrefisk ikke kan vandre mellem opvækstområderne i havet og gydepladserne i vandløbet. Desuden er kravene til vandløbskvaliteten (Dansk VandløbsFauna Index) ikke opfyldt på strækningerne umiddelbart neden for Silkeborg Langsø og Tange Sø.

I sommeren 2001 blev arealet af egnede gydeområder for ørred og laks i selve Gudenåen kortlagt. Undersøgelsen viste, at arealet er begrænset og omfatter ca. 230 m² i Gudenåen mellem Silkeborg Langsø og Tange Sø. På strækningen neden for Tange Sø blev der kun registreret ca. 100 m² egnede gydeområder.

Tange Sø og landskabet omkring er udpeget som et særligt beskyttelsesværdigt kulturmiljø i Viborg Amts regionplan 2000. Tange Søes omgivelser er samtidig udpeget som særligt (natur)beskyttelsesområde. Et stort område omkring Sahl er udpeget som område med særlige drikkevandsinteresser, og mellem skovene øst for Tange Sø og Sahl og langs Gudenåens venstre bred ved Tange og ved Kongensbro er der udpeget skovrejsningsområder.

Naturen i og omkring vandet

I Gudenåen findes mange forskellige smådyr, bl.a. ca. 70 arter af slørvinger, døgnfluer og vårflyer. Heraf er 12 arter truet og optaget på Rødliste-97. Smådyrene består generelt af "tolerante" arter, som ikke stiller særlig store krav til vandløbskvaliteten.

I Gudenåen og Tange Sø findes en række vand- og sumplanter, og sammensætningen af vandplanter på strækningen fra Bjerringbro til Randers betegnes af Århus Amt som unik. Der findes desuden en del paddearter, bl.a. stor og lille vandsalamander, skrubbudse, butsnudet og spidssnudet frø. I Gudenåen findes de rødlistede fiskearter søørred, havørred, bækkørred, smerting, stavsild og heltling samt en lang række andre ikke-truede fiskearter. I Tange Sø findes i alt ca. 20 fiskearter.

Da Tangeværket blev etableret, blev havørred og laks afskåret fra gydepladserne opstrøms Tangeværket og fra de gydepladser, der kom til at ligge på bunden af Tange Sø. Gudenålaksen uddøde fuldstændig i løbet af 1930'erne, mens havørred-bestanden gik kraftigt tilbage.

Naturen på land

Der er flere lokaliteter ved og i Tange Sø, som har naturmæssig interesse. Langs søen findes der bl.a. gammel skræntskov med bøg, rød-el, eg og ask, og sumpskov med rød-el, birk og pil. På de ferske enge ved Ans findes en større bestand af orkidéen maj-gøgeurt.

Der findes mange forskellige pattedyr i området, herunder de rødlistede arter odder, vandflagermus og damflagermus.

Der er registreret 36 arter af fugle i området, og bl.a. er den sjældne isfugl registreret som ynglende i området.

OM PROJEKTET – FORMÅL OG METODER

Foranlediget af, at forlængelsen af Tangeværkets koncession udløber ved udgangen af 2007 samt, at Danmark har implementeret tre EU direktiver – to Natura 2000-direktiver og Vandrammedirektivet - har DN ønsket at supplere skitseprojektet fra 2001 vedrørende Gudenåens passage ved Tangeværket med yderligere to modeller for Gudenåens passage ved Tange Sø:

Model 10: Restaurering af det oprindelige Gudenå-løb.

Model 11: Retablering af åens øverste 7,5 km samt omløb med udjævnet fald.

Derudover er der foretaget en vurdering omkring opfyldelsen af EU-direktiverne og en opdateret samfundsøkonomisk analyse for de to nye modeller sammenholdt med de mest relevante modeller fra skitseprojektet 2001.

Det overordnede mål med det supplerende skitseprojekt er at tilvejebringe et fyldestgørende beslutningsgrundlag for valg af en løsning af passageproblemet ved Tangeværket, der samtidig bidrager til opfyldelse af Danmarks forpligtelser overfor Vandrammedirektivet og Natura 2000-direktiverne.

Valg af nye løsningsmodeller og modeloversigt

Skitseprojektet fra 2001 var begrænset til at beskrive løsninger, der alle omfattede et omløb og derved bevarede Tange Sø. En egentlig naturgenopretning, der indebærer sløjfning af Tange Sø blev ikke beskrevet. I de supplerende undersøgelser har DN ønsket at få denne løsning belyst. Denne løsning er beskrevet i model 10. Samtidig belyses model 11, der kan betragtes som en kombination mellem model 4 og model 7 fra skitseprojektet 2001, hvor der beskrives et kortere omløb startende ved Ans-dæmningen i stedet for ved Borre Skov.

De to nye modeller er sammenlignet med modellerne 3, 4 og 7 fra skitseprojektet 2001.

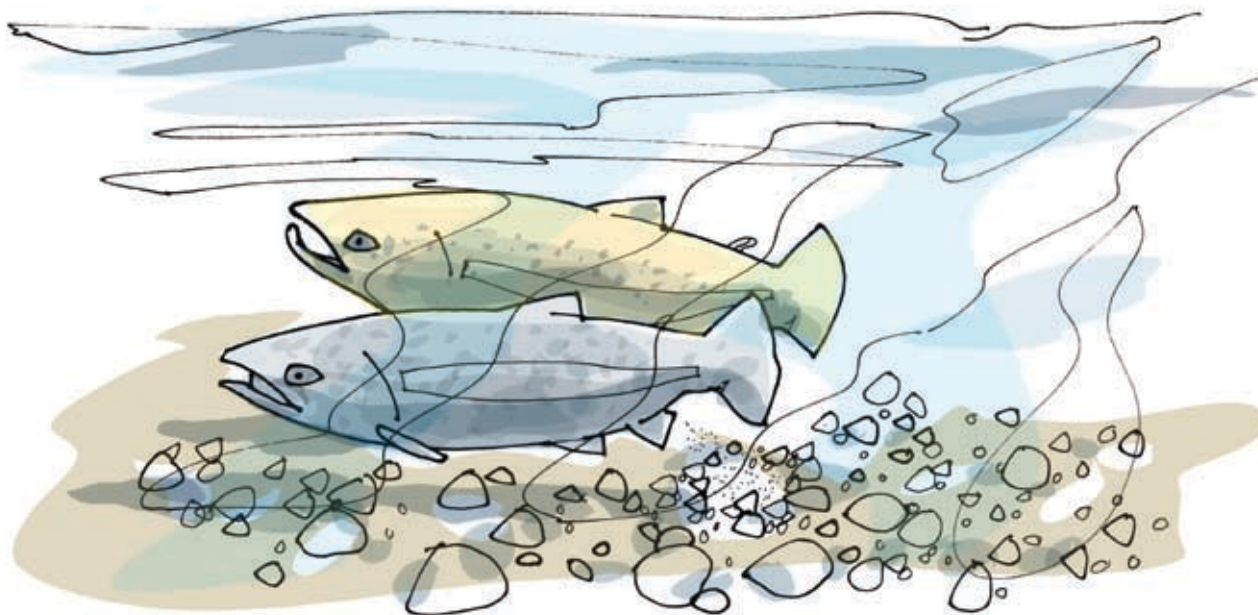
De to nye modeller er valgt ud fra to forskellige kriterier. Model 10 er primært valgt ud fra et ønske om at belyse konsekvenserne ved en egentlig genopretning af Gudenåen mellem Kongensbro og Tange samt for at tjene som målestok for de øvrige modeller, som grundlag for en vurdering af graden af opfyldelse af hhv. Vandrammedirektivet og Natura 2000-direktiverne. Model 11 er valgt ud fra den betragtning, at den sikrer fuld faunapassage igennem

selve Gudenåen på lige fod med model 7, men er betydeligt billigere. Ligesom model 7 giver den mulighed for at genskabe de biologisk vigtige vandløbsstrækninger opstrøms Ansdæmningen, men den har samme forløb som model 4 og genbruger derved den eksisterende bro i Ansdæmningen. Derved kombinerer den fordelene ved de to modeller.

De tidligere beskrevne modeller 3, 4 og 7 er valgt at indgå i sammenligningen, da de er de eneste af de 8 modeller fra skitseprojektet, der stadig "har været i spil" bl.a. i helhedsplanen for Gudenaacentralen fra 2006. Modellerne repræsenterer hver for sig en løsning med hhv. et kort, et mellemlangt og et langt omløb. Model 3 var den eneste model med opbakning fra Gudenaacentralen. Model 4 var den billigste, der tilnærmelsesvist opfyldte de biologiske krav, der blev opstillet i bedømmelsen i 2001. Endelig repræsenterer model 7 en løsning, hvor hele Gudenåens vandføring blev omledt Tange Sø og som indeholder de største forbedringer for vandløbssystemet.

Forud for skitseprojektet 2001 blev der foretaget en udvælgelse af modeller på grundlag af en overordnet vurdering af deres konsekvenser og gennemførlighed. For eksempel blev alle modelforslag med forløb på syd- og vestsiden af Tange Sø fravalgt, da det vil afskære adgangen til søen for mange lodsejere og hele Ans By.

Skitseprojektet omfattede en model (model 8), der beskrev retablering af Gudenåen på en kortere strækning nedstrøms værket. Formålet med at retablere Gudenåen



Gennemføres fuld faunapassage forbi Tange Sø vil forholdene for vandrefisk blive optimale. Hvor havørred ofte yngler i sidetiløb, foretrækker laks at gyde deres æg i hovedløbet. Derfor er det vigtigt, at der genetableres betydelige områder med gydebanks.

nedstrøms værket ved at hæve vandløbets bund og genskabe åens naturlige dybde og dynamik er at etablere en vandløbsstrækning med gode fysiske forhold for både fisk og smådyr. Model 8 kan kombineres med alle de øvrige modeller, men den kan ikke alene skabe passage forbi Tangeværket.

Mens model 10 hovedsageligt sigter på at tilbageføre Gudenåen til sit oprindelige leje på strækningen gennem Tange Sø, så er løsningsmodellerne 4, 7 og 11 så omfattende, at der reelt er tale om etablering af en helt ny Gudenå udenom Tange Sø. Ingen af modellerne medfører vandstandsstigning nedstrøms værket, der øger risikoen for oversvømmelse i forhold til i dag.

Vandføring og variation

I model 10 tilstræbes det, at det oprindelige tracé anvendes i videst muligt omfang. Det betyder, at det tørlagte areal skal oprensnes for sediment aflejret i Tange Sø gennem søens levetid. Ved fjernelsen af sedimentet vil Gudenådalens topografi og åens oprindelige bundforhold og mæandring blive genskabt. Det bør sikres, at der opnås en naturlig vandløbsdynamik, der også indebærer oversvømmelser af lavtliggende ånære arealer ved høje

vandføringer. I model 10 omfatter vandløbsrestaureringen strækningen mellem udløbet fra Borre Å til Gudenåen nedstrøms værket.

Ved model 4, 7 og 11, der alle gennemføres med udjævnet fald, er der behov for at udligne højdeforskellen mellem omløbets nedre del og Gudenåen nedstrøms værket. I disse modeller afsluttes omløbet med et stryg, som er en kort vandløbsstrækning med stejlt fald på 5‰ (svarende til 5 m vandspejlsfald fordelt over 1 km vandløb).

I omløbsmodellerne (model 3, 4, 7 og 11) udformes omløbet, så der skabes en naturlig variation i omløbets vandføring og størst mulig variation i omløbets bundforhold, for at give gode betingelser for fisk, planter og smådyr. Med naturlig variation forstås, at omløbets vandføring svinger med den aktuelle nedbør og varierer i samme takt som Gudenåen.

Der er for løsningsmodel 3 og 4 beskrevet tre størrelsesordener gennem omløbet på hhv. 15% (A), 30% (B) eller 85% (C) af Gudenåens aktuelle vandføring. De tre størrelsesordener skal ses som eksempler, og det kan vælges at arbejde videre med en alternativ vandføring ved en kommende detailprojektering. Der er dog valgt en

MODELOVERSIGT**VANDMÆNGDE I OMLØB ELLER VANDLØB**

		A	B	C
3	Kort stryg ved Frislusen	15%	30%	85%
4	Omløb fra Ans med udjævnet fald	15%	30%	85%
7	Retablering af åens øverste 6 km samt omløb med udjævnet fald			100%
8	Hævning af vandløbsbunden nedstrøms Tangeværket			100%
10	Restaurering af det oprindelige Gudenå-løb			100%
11	Retablering af åens øverste 7.5 km samt omløb fra Ans med udjævnet fald			100%

mindste vandføring i omløbet på 4-5 m³/sek. svarende til halvdelen af laveste sommervandføring i Gudenåen. De valgte vandføringer illustrerer et bredt udsnit af mulighederne for omløbets vandføring og konsekvenserne heraf for forholdene i Tange Sø, i omløbet og i Gudenåen neden for Tange Sø. I praksis kan hele Gudenåens vandføring ledes uden om søen uden konsekvenser for søens vandstand og areal.

Øverst på denne side vises en oversigt med modellerne og disses vandføringer. Modellernes geografiske placering og udstrækning kan ses i næste afsnit "Karakteristik af modellerne".

Faldforhold

Model 10 med naturligt (stejlt) fald vil få en naturlig vandløbsdynamik, som svarer til Gudenåens løb før etableringen af Tange Sø. Faldet er gennemsnitsligt på 0,7-0,8‰ eller 0,7-0,8 m's fald pr. km vandløb, med meget store variationer på delstrækninger. Ved etablering af omløb med udjævnet (fladt) fald gøres projektet billigere end omløbsmodeller med naturligt fald, da der skal udgraves mindre jordmængder. Det "udjævnede" fald svarer til 0,3‰ eller 0,3 m pr. km.

Konsekvenser for landskabet

De undersøgte løsninger vil medføre større eller mindre landskabelige ændringer i området. Særligt model 10, hvor hele søfladen forsvinder, vil betyde markant ændring i landskabet. Søen vil over tid blive erstattet af et karakterfuldt ådalslandskab gennemskåret af et markant vandløb med partier med hastigt strømmende vand i op til 150 m brede partier. Denne vandløbstype vil ikke kunne genfindes noget andet sted i Danmark i samme størrelse.

Omløbet i model 4, 7 og 11 vil betyde et markant nyt landskabelement, der vil ligge langs Tange Søes østlige og nordlige bred op mod Gudenaacentralens Plantage.

Et sådant omløb langs en søbred vil, på grund af vand-spejlsforskellen mellem sø og vandløb, fremstå som et kunstigt landskabelement, uanset at selve omløbet fremstår med så naturlig vandløbskarakter som muligt. Løsningerne 4, 7 og 11 indeholder endvidere mindre ændringer i Tange Søes vandspejlshøjde og/eller areal.

Tekniske anlæg

Hvor nye omløb krydser veje, ledningsanlæg m.v., vil det være nødvendigt at omlægge eksisterende anlæg eller etablere nye anlæg, f.eks. broer.

For A- og B-modeller (model 4) er det nødvendigt at etablere et ristebygværk på tværs af Gudenåen, da nedtrækkende smolt og blankål herved ledes gennem omløbet. Et sådant anlæg betyder udgifter til drift og vedligeholdelse og vil fremstå som et nyt, kunstigt element i landskabet.

Detaljeringsgrad

I de modeller, der omfatter et omløb, er længdeprofiler og tværsnit i skitseprojekterne søgt ensartet beskrevet. Dette er valgt for at kunne sammenholde de forskellige modeller og vandføringer mht. størrelsesorden, hydrauliske beregninger, anlæg og økonomi. Omløbets tværsnit er vist og beregnet med ret stejle skrånninger. I en projekterings- og anlæggsfase skal omløbets udformning naturligvis beskrives langt mere detaljeret, herunder skal udgravningerne tilpasses bedre til de eksisterende topografiske og landskabelige former, lokale hensyn osv. Der kan således vælges udformninger af omløbet, der landskabeligt tilpasses de eksisterende forhold. Desuden skal omfang og placering af omløbets slyngninger, dybde- og bundforhold, variationer i faldforhold m.m. detaljeres yderligere. Ved skitseprojekteringen er der fokuseret på de overordnede retningslinier i den enkelte model.

Konsekvensbeskrivelser

Konsekvenser ved de valgte modeller er så vidt muligt vurderet ud fra ensartede forudsætninger. Dette er sket for at skabe grundlag for en sammenligning af de beskrevne modeller. Konsekvenserne for området og naturen kan opdeles i de biologiske forhold i vandløbet og Tange Sø, ændrede levevilkår for fiskene, påvirkning af landskabet og konsekvenser for vandføring og vandstande. Det vigtigste nøgletal ville være de generelle biologiske forhold i Gudenåen, men plante- og dyrelivet kan imidlertid ikke sammenfattes i et enkelt tal. Generelt bedres mulighederne dog for et naturligt plante- og dyreliv i omløbet, jo mere vand, der ledes uden om Tange Sø. Skabes der grundlag for en levedygtig havørredbestand oven for Tangeværket, vil smoltproduktionen i hele vandløbssystemet øges.

Under hver modelbeskrivelse er en række direkte sammenlignelige parametre oplyst, herunder de væsentligste fysiske rammer (længde, bredde osv.), samt de økonomiske konsekvenser forbundet med modellerne. For hver model er desuden angivet følgende udvalgte nøgletal:

- Grundlag for havørredbestand opstrøms Tangeværket (ja/nej/måske)
- Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet (skala fra 1 til 12)
- Forventet sigtdybde (sommergennemsnit) i Tange Sø (m) beregnet ud fra den forventede vandkvalitet i Tange Sø
- Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr. år) vurderet på baggrund af den reducerede elproduktion. Beregningen er ikke foretaget ud fra en driftsøkonomisk vurdering af den fremtidige situation.

Senere under konsekvensbeskrivelserne sammenlignes disse nøgletal og øvrige parametre på tværs af modellerne, herunder også de to nye parametre, der beskriver målop-

fyldelse af Vandrammedirektivet og Natura 2000-direktiverne. Nøgletallene er valgt for at beskrive de væsentligste konsekvenser af de forskellige modeller for områdets natur, landskab m.v. Mere detaljerede beskrivelser og parametre fremgår af de enkelte arbejdsrapporter for hver løsningsmodel.

Økonomi

For hver af de undersøgte modeller og vandføringer er der udarbejdet overslag for økonomien i forbindelse med gennemførelsen. For at kunne sammenligne de to nye modeller (10 og 11) med de tidligere beskrevne er der anvendt samme prisniveau som i 2001. Der er taget udgangspunkt i de forventede entreprenørkostninger ved etablering af omløbet. Disse omkostninger er tillagt udgifter til arealerhvervelse, rådgivning, publikumsfaciliteter m.m. Herved fremkommer det samlede anlægsoverslag for de vurderede løsninger. Detaljerede oplysninger herom findes i arbejdsrapporten "Samfundsøkonomisk Analyse af model 10 og 11".

En del af den råjord, der skal udgraves for at etablere et omløb består af grus og sand. Værdien heraf beskrives, da den kan have indflydelse på den samlede projektøkonomi, særligt for omløbsmodeller med stort udgravningsbehov. For model 10 er der desuden beskrevet mængden af søsedimentet, der håndteres og deponeres.

Kortgrundlag

Skitseprojektet er gennemført på baggrund af eksisterende kort fra Kort- og Matrikelstyrelsen. Ved et senere detailprojekt må dette kortgrundlag forventes at skulle opgraderes for at opnå en større nøjagtighed specielt i forbindelse med hydrauliske beregninger, anlægs- og jordarbejder. Nøjagtigheden ved det anvendte kortgrundlag forventes dog ikke at medføre en afvigelse større end ca. 5%.

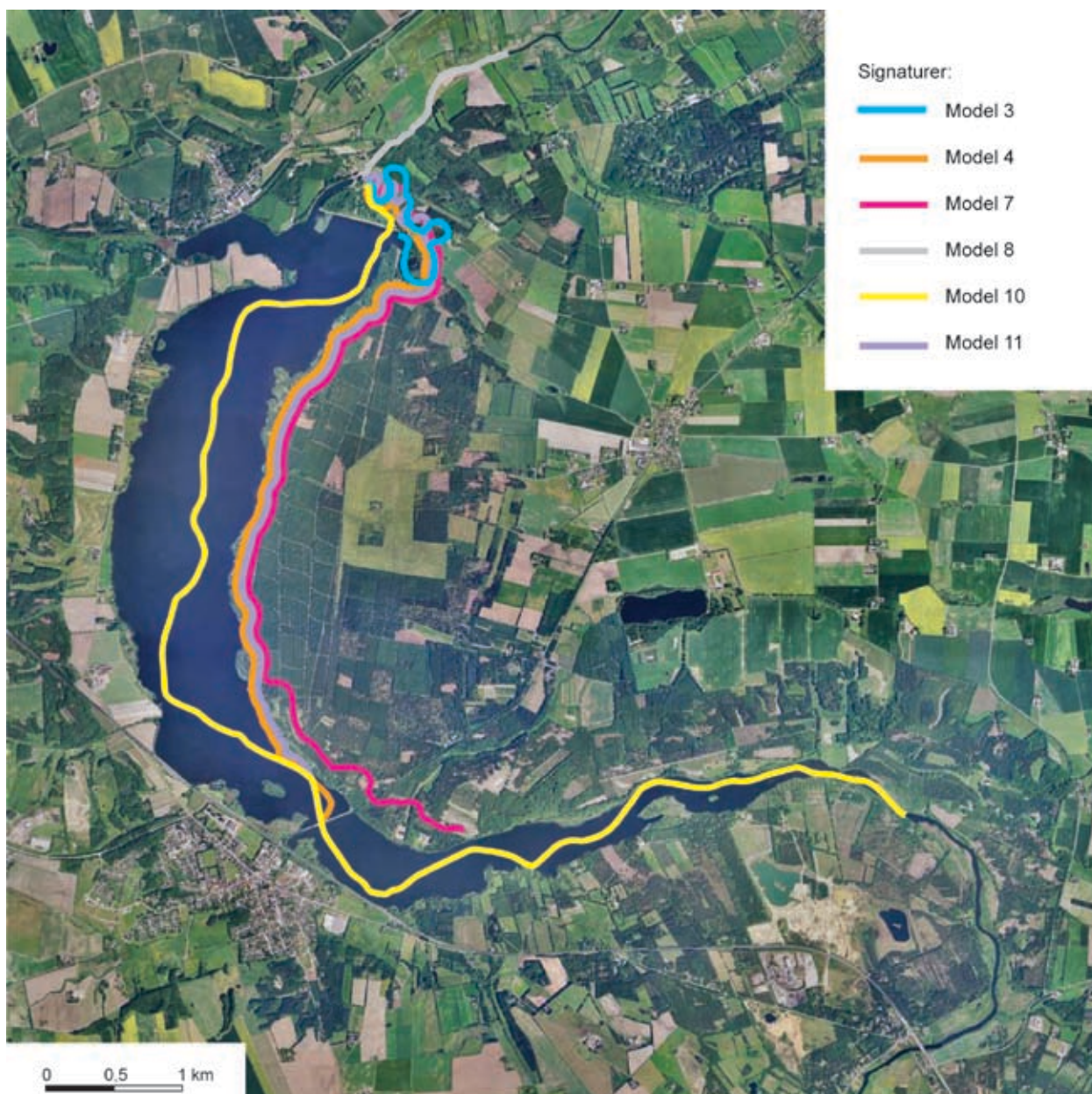
HVAD ER ET STRYG?

Et stryg er en vandløbsstrækning med et stejlt fald. Strygene i naturlige vandløb danner strækninger med grus- og stenbund, hvor bl.a. ørreden gyder sine æg. Kunstige stryg etableres normalt for at udligne højdeforskellen i vandstanden op- og nedstrøms, bl.a. ved opstemninger i vandløb eller for at etablere gydeområder. Stryg etableres normalt som et stejlt strømmende vandløb, så fisk og smådyr kan passere både med og mod strømretningen. Omløbsstryg er en anden betegnelse for faunapassage, der sikrer passage af fisk og smådyr uden om en opstemning på et vandløb, samtidig med at opstemningen kan bevares.



KARAKTERISTIK AF MODELLERNE

Danmarks Naturfredningsforening har valgt at undersøge to nye modeller for faunapassage ved Tangeværket. Disse sammenholdes med tre modeller fra skitseprojektet 2001 både mht. de parametre, der indgik i vurderingen i 2001 samt i forhold til løsningernes bidrag til målopfyldelse af Vandrammedirektivet og konsekvensvurderes i forhold til Natura 2000-direktiverne. Desuden er model 8, der beskriver et forslag til restaurering af Gudenåen neden for Tangeværket, taget med, da denne vil være fordelagtig uanset valg af løsning opstrøms Tangeværket.



Nye modeller

MODEL 10:

RESTAURERING AF DET OPRINDELIGE GUDENÅ-LØB

Modellen indebærer, at opstemningen af Tange Sø fjernes og Gudenåen og Tange Å lægges tilbage i deres oprindelige lejer, som de fandtes før Tange Sø blev dannet i 1920'erne. Formålet er at etablere uhindret faunapassage såvel opstrøms som nedstrøms i hele Gudenåsystemet og retablere den naturlige ådalsdynamik på strækningen (s. 26-27).

MODEL 11:

RETABLERING AF ÅENS ØVERSTE 7,5 KM SAMT OMLØB MED UDJÆVNET FALD

I model 11 afskæres hele Gudenåens vandføring i et omløb langs østsiden af Tange Sø fra Ansdæmningen til Gudenåen nedstrøms Tangeværket. Omløbet anlægges med udjævnet fald for at reducere jordarbejder og anlægsudgifter. Formålet er at etablere en faunapassage uden om Tange Sø samt vandløbsrestaurering af 7,5 km af Gudenåens løb opstrøms Ansdæmningen (s. 28-29).

Modeller beskrevet i skitseprojektet fra 2001

MODEL 3:

KORT STRYG MED 4‰ FALD VED FRISLUSEN

Modellen forløber fra Frislusedæmningen til Gudenåen nedstrøms Tangeværket og passerer således ikke Tange Sø. Formålet er at skabe en faunapassage mellem Gudenåen og Tange Sø forbi Tangeværket (s. 22-23).

MODEL 4:

OMLØB FRA ANS MED UDJÆVNET FALD

Modellen forløber fra dæmningen ved Ans til Tange langs dele af Tange Sø. Formålet er at etablere en åstrækning uden om størstedelen af Tange Sø (s. 20-21).

MODEL 7:

RETABLERING AF ÅENS ØVERSTE 6 KM SAMT OMLØB MED UDJÆVNET FALD

Modellen anlægges ved at retablere Gudenåens forløb fra Kongensbro til en ny dæmning øst for Ans. Hele Gudenåens vandføring ledes uden om Tange Sø. Formålet er at etablere en faunapassage uden om Tange Sø samt en vandløbsrestaurering af 6 km af Gudenåens løb opstrøms Ansdæmningen (s. 22-23).

MODEL 8:

HÆVNING AF VANDLØBSBUND NEDSTRØMS TANGEVÆRKET

Model 8 anlægges ved at hæve Gudenåens bund med grus. Formålet er en vandløbsrestaurering af Gudenåen mellem Tangeværket og Bjerringbro. Model 8 kan kombineres med alle de øvrige løsninger (s. 24-25)-

GENGIVELSE FRA "GUDENÅENS PASSAGE VED TANGEVÆRKET - SAMMENFATNING AF SKITSEPROJEKT" FRA 2001

MODEL 3/3.1

KORT STRYG VED FRISLUSEN

Omløbets længde: 2,3/1,1 km

Gns. længdefald: 4/10 ‰

Stryg: Modellen gennemføres

som et langt stryg med et fald på hhv. 4 eller 10 ‰

Vandspejl/areal for Tange Sø

Kan variere op til 40 cm.

Model 3 og 3.1 omfatter et af et kort omløbsstryg, som fra nordøstsiden af Tange Sø udløb neden for Tangeværket er to varianter af model 3: Model 3 med et fald på ca. 4 ‰ giver bedre muligheder for passage af fisk og smådyr end den lidt kortere model 3.1 med et fald på 10 ‰.

Stryget starter ved Tange Sø nordøstlige hjørne. For at sikre en naturlig variation af vandføringen i omløbet er det nødvendigt at styre vandspejlet i Tange Sø, så der opnås en vandspejlsvariation på ca. 40 cm.

Indløbet fra Tange Sø til omløbet vil blive etableret i form af et 150 m langt indløbsprofil, som sikrer det rette forhold mellem vandføring i omløbet og vandstanden i Tange Sø.

I forhold til de lange og mellem-lange modeller skal der udføres mindre jordarbejder for at gennemføre model 3 og 3.1.



SIDEN SIDST...

Model 3.1 er udeladt af beskrivelserne i denne undersøgelse på grund af det stejle fald, der kun tillader faunapassage for visse arter af vandrefisk.

Grundet reduceret stoftransport i Gudenåen forventes en bedre sigtddybde end vurderet i 2001 som følger:

	Nu	3A	3B	3C
Forventet sigtddybde i Tange Sø (m)	1,9	1,9	1,9	1,9

MODEL 3.1

MODELDATA

	3/3.1A	3/3.1B	3/3.1C
Bundbredden i omløbet (m)	20/2	20/4	36/7
Største ovenbredde i omløbet (m)	100/60	100/60	120/60
Middelvandføring i omløbet (m ³ /s)	4,2	5,8	16,5
Udgravning af jordmængder (mio. m ³)	0,5/0,1	0,5/0,1	0,7/0,1

ØKONOMI

	3/3.1A	3/3.1B	3/3.1C
Entreprenøruddgifter (mio. kr.)	28,2/7,5	29,4/8,5	46,5/13,9
Stianlæg m.v. (mio. kr.)	2,0/1,1	2,0/1,1	2,0/1,1
Arealerhvervelse (mio. kr.)	2,5/0,5	2,5/0,5	3,1/0,6
Rådgivning og VVM (mio. kr.)	5,3/1,6	5,5/1,7	8,4/2,7
Grusindtægter (mio. kr.)	-6,9/-0,5	-7/-0,6	-9,2/-0,9
Samlede omkostninger (mio. kr.)	31,1/10,2	32,4/11,2	50,8/17,4

UDVALGTE NØGLETAL

	Nu	3/3.1A	3/3.1B	3/3.1C
Grundlag for havørredbestand opstrøms Tangeværket	nej	nej	nej	nej
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet ¹ (1-10)	1	1	1	1
Forventet sigtddybde ² i Tange Sø (m)	1,4	1,4	1,4	1,4
Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr. år)	1,5	-0,1	-0,5	-4,5

¹ 1 svarer til nuværende nedtræk af smolt, og 10 svarer til bedste nedtræk af smolt blandt de undersøgte modeller.
² Beregnet som sommergennemsnit.

KONSEKVENSER VED AT GENNEMFØRE MODEL 3/3.1

Vandkvaliteten i Tange Sø og i Gudenåen neden for søen forbedres ikke ved at etablere model 3 eller 3.1. Det skyldes, at hele Gudenåens vandføring fortsat vil løbe gennem Tange Sø.

Transporten af næringsstoffer til Gudenåen neden for Tange Sø og Randers Fjord vil være den samme som i dag, da hele Gudenåens vandføring fortsat ledes gennem søen.

Model 3C vil skabe **fri opstrøms passage for alle fiskearter** forbi Tangeværket. Model 3.1C vil muligvis forhindre nogle fiskearter og/eller nogle individer i at passere p.g.a. det stejlere forløb. Model 3 og 3.1 vil ikke skabe mulighed for en selvreproducerende havørredbestand opstrøms Tangeværket, da der fortsat vil være en høj

smolt dødelighed i Tange Sø. Model 3 og 3.1 vil ikke skabe grundlag for en selvreproducerende laksebestand. Fiskebestandene, der i dag er knyttet til Tange Sø, vil ikke blive berørt af løsningsmodellerne 3 og 3.1.

Omløbet vil ikke forbedre forholdene væsentligt for **vandløbets øvrige dyr og planter**. Tange Å afskæres ikke fra Gudenå-systemet.

Vandløbskvaliteten i det nye omløb forventes ikke at give væsentlige forbedringer som levested for områdets dyr og planter, da omløbets funktion primært er at sikre faunapassage forbi Tangeværket.

Der vil være begrænsede lokale **landskabelige konsekvenser** ved etablering af model 3 og 3.1.



3.1 Det korte omløbsstrøg i model 3 er på 2,3 km og ligger i projektområdets nordlige del ved Tangeværket (set fra syd)

MODEL 4

OMLØB FRA ANS MED UDJÆVNET FALD

Omløbets længde: 6 km

Gns. længdefald: 0,3

Stryg: Afsluttes med et
med et fald på ca. 5%

Vandspejl/areal for T

Vandspejlet i Tange S

variere med op til 40



SIDEN SIDST...

Grundet reduceret stoftransport i Gudenåen forventes en bedre sigtddybde end vurderet i 2001 som følger:

	Nu	4A	4B	4C
Forventet sigtddybde i Tange Sø (m)	1,9	1,9	1,9	2,1

Model 4 omfatter etal
omløb ud for Ans lan
Tange Sø med udløb nedstrøms
Tangeværket. Omløbet vil have et
udjævnet fald på gennemsnitligt
0,3 ‰ (0,3 m pr. km) og afsluttes
med langt stryg anlagt med 5 ‰
(5 m pr. km).

Omløbet begynder ved Ans-
dæmningen. Der er forudsat en
vandspejlsvariation på op til 40 cm
i Tange Sø for at sikre en naturlig
variation i omløbets vandføring.

Et alternativ er at lade indløbet
starte i et indsnævret profil på
Tange Sø, så vandspejlet i søen kan
holdes konstant svarende til det
nuværende niveau. Dette vil dog få
konsekvenser i form af periodisk
forhøjede vandstande i den østlige
del af Tange Sø/Gudenåen opstrøms
Ans-dæmningen.

Ved etablering af model 4 kræves
moderate jordarbejder. Omløbet vil
delvist følge terrænet for derefter
på den nederste strækning at falde
stejlt ned mod Gudenåen ned-
strøms værket.



MODELDATA

	4A	4B	4C
Bundbredden i omløbet (m)	10	20	40
Største ovenbredde i omløbet (m)	50	60	80
Middelvandføringen i omløbet (m ³ /s)	4,2	5,8	16,5
Udgravning af jordmængder (mio. m ³)	0,5	0,7	1,2

ØKONOMI

	4A	4B	4C
Entreprenøruddgifter (mio. kr.)	29	37	51
Stianlæg m.v. (mio. kr.)	5	5	5
Arealerhvervelse (mio. kr.)	3	4	5
Rådgivning og VVM (mio. kr.)	6	7	9
Grusindtægter (mio. kr.)	-3	-6	-9
Samlede omkostninger (mio. kr.)	40	47	61

UDVALGTE NØGLETAL

	Nu	4A	4B	4C
Grundlag for havarredbestand opstrøms Tangeværket	nej	nej	nej	ja
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet ¹ (0-10)	1	2	2	3
Forventet sigtddybde ² i Tange Sø (m)	1,4	1,4	1,4	1,5
Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr. år)	1,5	-0,1	-0,5	-4,5

1 1 svarer til nuværende nedtræk af smolt, og 10 svarer til bedste nedtræk af smolt blandt de undersøgte modeller.
2 Beregnet som sommergennemsnit.

KONSEKVENSER VED AT GENNEMFØRE MODEL 4

Vandkvaliteten i Tange Sø vil forbedres, hvis næsten hele Gudenåens vand ledes uden om dele af søen og gennem et omløb (4C). Dette reducerer mængden af organisk stof i Gudenåen neden for Tange Sø. Søens vandkvalitet vil derimod ikke forbedres væsentligt, hvis kun 15 eller 30 % (4A og 4B) af Gudenåens vand ledes gennem det nye omløb, fordi en betydelig del af Gudenåens næringsrige vand stadigvæk løber til søen.

Transporten af næringsstoffer gennem Gudenåen neden for Tange Sø og til Randers Fjord vil øges, jo mere vand der ledes gennem omløbet. Det skyldes, at der ikke længere sker den samme tilbageholdelse af næringsstoffer i Tange Sø. Samtidig reduceres mængden af organisk stof, fra algeproduktionen i søen, der ledes til Gudenåen neden for Tange Sø. Samlet set forventes der ingen væsentlig påvirkning af miljøtilstanden i Randers Fjord.

Model 4C vil skabe **fri passage for alle fiskearter** uden om Tange Sø neden for Ans-dæmningen, og vandføringen i omløbet vurderes at være stor nok til, at det ikke er nødvendigt at etablere et ristebygværk på tværs af Tange Sø. Afgitres der ved indløbet til Tange Sø, forhindres fiskene i at vandre mellem søen og Gudenåen. En forsigtig

vurdering tyder på, at der skabes grundlag for en levedygtig havørredbestand i model 4C på grund af omløbets store bundbredde med gyde- og opvækstområder, mens det vurderes, at det ikke skabes ved model 4A og 4B. Kun model 4C vurderes ligeledes at kunne skabe grundlag for en selvreproducerende laksebestand.

Omløbet vil give gode levevilkår for **vandløbets øvrige dyr og planter** og give basis for udvikling af et alsidigt plante- og dyreliv. Der vil være gode forhold for selv de rentvandskrævende arter. Ledes en stor del af vandet uden om den nedre del af søen, vil vandplanter og smådyr samtidig trives bedre i Gudenåen neden for Tangeværket.

Vandløbskvaliteten i det nye omløb forventes at blive moderat. Dog vil omløbet få et mindre fald end den oprindelige Gudenåstrækning. Der vil være muligheder for at etablere strækninger i omløbet med gyde- og opvækstområder for fisk.

Der er væsentlige lokale **landskabelige konsekvenser** ved at gennemføre model 4 som følge af udgravning af omløbet og opfyldning af dele af Tange Sø omkring Ans-dæmningen. Deponering af den opgravede jord kan også betyde lokale landskabelige ændringer.



4.1 Omløbet gennem Gudendcentralens Plantage set mod syd



4.2 Indløbet til det nye omløb i model 4A/B ved Ans-dæmningen med ristebygværk set mod sydøst

MODEL 7

RETABLERING AF ÅENS ØVERSTE 6 KM SAMT OMLØB MED UDJÆVNET FALD

Omløbets længde: 6,9 km
Gns. længdefald: 0,3 ‰
Stryg: Afsluttes med 5 ‰ stryg.
Vandspejl/areal for Tange Sø:
Søen erstattes af en retableret
Gudenå oven for ny dæmning.
Det vanddækkede søareal
reduceres med ca. 30 ha.

Model 7 omfatter etablering af et nyt omløb fra en ny dæmning øst for Ans. Hele omløbet etableres med et udjævnet fald på 0,3 ‰ (0,3 m pr. km) og afsluttes med et stryg anlagt med 5 ‰ (5 m pr. km). Der er mulighed for at etablere model 7 med naturligt fald, hvilket dog vil øge de samlede anlægsudgifter.

Oven for den nye dæmning genskabes ca. 6 km af den oprindelige Gudenå, ved at vandspejlet sænkes. Åen vil her fremstå som den oprindelige Gudenå.

Tange Sø vil i denne model ikke modtage noget vand fra Gudenåen, og vandføringen i det nye omløb vil svare fuldstændigt til afstrømningen i Gudenåen. Derved er hele Gudenåen lagt uden om Tange Sø.

Etablering af model 7 vil betyde store jordarbejder. Hele omløbet vil ligge dybt i terrænet i ca. 5 m's dybde og med de dybeste partier helt ned til ca. 9 m's dybde. På den nederste strækning vil omløbet falde stejlt med terrænet ned mod Gudenåen nedstrøms Tangeværket.



SIDEN SIDST...

Grundet reduceret stoftransport i Gudenåen forventes en bedre sigtdybde end vurderet i 2001 som følger:

	Nu	7
Forventet sigtdybde i Tange Sø (m)	1,9	3,1

MODELDATA

Bundbredden i omløbet (m)	50
Største ovenbredde i omløbet (m)	130
Middelvandføringen i omløbet (m ³ /s)	20,4
Udgravning af jordmængder (mio. m ³)	2,6

ØKONOMI

Entreprenøruddgifter (mio. kr.)	105
Stianlæg m.v. (mio. kr.)	6
Arealerhvervelse (mio. kr.)	10
Rådgivning og VVM (mio. kr.)	14
Grusindtægter (mio. kr.)	-13
Samlede omkostninger (mio. kr.)	122

UDVALGTE NØGLETAL

	Nu	Model 7
Grundlag for havarredbestand opstrøms Tangeværket	nej	ja
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet ¹ (1-10)	1	10
Forventet sigtdybde ² i Tange Sø (m)	1,4	2,3
Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr. år)	1,5	-

¹ 1 svarer til nuværende nedtræk af smolt og 10 svarer til bedste nedtræk af smolt blandt de undersøgte modeller.
² Beregnet som sommergennemsnit.

KONSEKVENSER VED AT GENNEMFØRE MODEL 7

Vandkvaliteten i Tange Sø vil forbedres væsentligt ved model 7, hvor alt Gudenåens vand ledes udenom søen gennem det nye omløb. Herved reduceres belastningen med næringsstoffer i Tange Sø, og sigtddybden vil forøges til ca. 2,3 m fra de eksisterende 1,4 m. Af alle de foreslåede modeller er model 7 den, som har de største positive konsekvenser for vandkvaliteten i Tange Sø. Samtidig vil model 7 forbedre vilkårene for vandplanter og smådyr i Gudenåen nedenfor Tange Sø, fordi der ikke vil være nogen organisk belastning fra søen.

Vandkvaliteten i søen vil i model 7 blive bedre end i de øvrige modeller med 85% (C) af Gudenåens vand gennem omløbet. Forbedringen skyldes, at vandtilførslen til søen mindskes drastisk ved, at kun Tange Å og vand fra det direkte opland løber til søen. Herved nedsættes fosfortilførslen væsentligt.

Transporten af næringsstoffer til Gudenåen nedstrøms Tange Sø og Randers Fjord vil øges ved model 7, da der ikke længere sker nogen tilbageholdelse i Tange Sø. Samtidig bliver tilledningen af organisk stof til Gudenåen fra Tange Sø meget lille. Samlet set forventes dog ingen væsentlig påvirkning af miljøtilstanden i Randers Fjord.

Model 7 vil skabe **fri passage for alle fiskearter**. Der vil ikke længere være nogen smoltdødelighed i Tange Sø, ligesom produktionen af smolt øges. Ved gennemførelse af Model 7 bliver der grundlag for en levedygtig bestand af havørreder i Gudenåen opstrøms Tange Sø. Model 7 vil dog

også medføre, at Tange Sø og Gudenåen adskilles, så fisk ikke længere kan vandre mellem søen og Gudenåen. Model 7 vil skabe grundlag for en selvreproducerende laksebestand.

Model 7 vil give optimale levevilkår for **vandløbets øvrige dyr og planter** både opstrøms det nye omløb, hvor der reetableres 6 km af den oprindelige Gudenå, i selve omløbet og i Gudenåen nedstrøms Tange Sø. Der vil blive en høj artsrigdom, og der vil være gode levevilkår for rentvandskrævende arter i både det nye omløb og i Gudenåen.

Vandløbskvaliteten i det nye omløb forventes at blive god. På grund af det udjævnede fald vil omløbet i model 7 dog ikke få samme naturlige og varierende vandløbskarakter som omløbet i model 1. Der vil være muligheder for etablering af gyde- og opvækstområder for fisk på strækninger i selve omløbet og ovenfor på den reetablerede strækning af Gudenåen.

Der er store **landskabelige konsekvenser** ved model 7 med hensyn til udgravninger. På en strækning mellem Kongensbro og den nye dæmning vil ca. 6 km af den oprindelige Gudenå blive genskabt og således ændre karakter fra sø til vandløb. Der etableres en ny dæmning, der adskiller Gudenåen og Tange Sø. Deponering af den opgravede jord kan også betyde større landskabelige ændringer.



7.1 Omløbets indløb og den nye dæmning set mod vest



7.2 Omløbets indløb, den nye dæmning og den genskabte del af Gudenådalen set mod øst

MODEL 8

HÆVNING AF VANDLØBSBUNDEN NEDSTRØMS TANGEVÆRKET

Vandløbet restaureres på en
2,4 km lang strækning
Gns. længdefald: 1,2 ‰

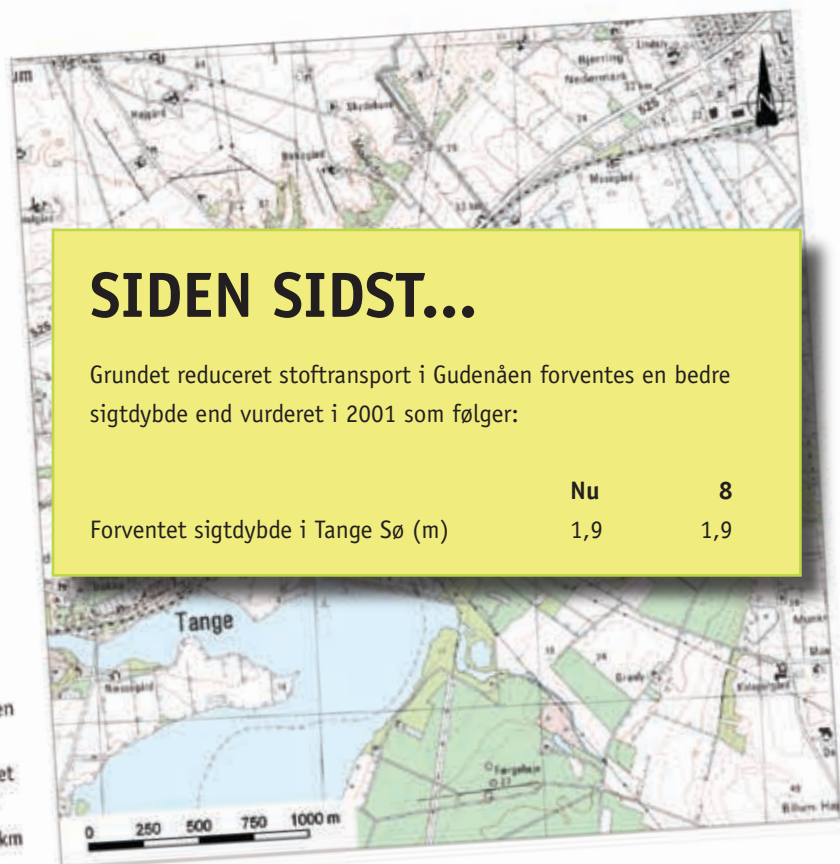
Model 8 berører alene den strækning af Gudenåen, som ligger nedstrøms Tangeværket. I denne model foretages en hævnings af vandløbsbunden i Gudenåen.

Modellen bør kombineres med en af de andre løsningsmodeller.

Efter Tangeværket blev etableret i 1921, blev der i 1937-38 foretaget en uddybning på en ca. 6 km lang strækning af Gudenåen umiddelbart nedstrøms værket for at forøge turbinernes effektivitet og dermed elproduktionen på Tangeværket.

Model 8 omfatter restaurering af denne strækning ved at hæve Gudenåens bund med op til 1 m, så der opnås et fald på strækningen på 1,2 ‰ (1,2 m pr. km) i gennemsnit. Dette vil først og fremmest blive gennemført ved at udlægge grusmaterialer på den eksisterende vandløbsstrækning af Gudenåen.

Model 8 kan kombineres med alle de øvrige modeller, men vil især have positiv betydning sammen med C-modellerne med høj vandføring. Model 8 vil i kombination med en af de øvrige modeller medføre en mindre reduktion af entreprenøruddgifter, da hævnings af åbunden vil nedsætte behovet for udgravning i de øvrige modeller.



SIDEN SIDST...

Grundet reduceret stoftransport i Gudenåen forventes en bedre sigtdybde end vurderet i 2001 som følger:

	Nu	8
Forventet sigtdybde i Tange Sø (m)	1,9	1,9

MODELDATA

Udlægning af grus i åbund (m³)

15.000

ØKONOMI

Entreprenøruddgifter (mio. kr.)	4,6
Stianlæg m.v. (mio. kr.)	1,8
Arealerhvervelse (mio. kr.)	0,6
Rådgivning og VVM (mio. kr.)	0,9
Grusindtægter (mio. kr.)	0,0
Samlede omkostninger (mio. kr.)	7,9

UDVALGTE NØGLETAL

	Nu	Model 8
Grundlag for havørredbestand opstrøms Tangeværket	nej	nej
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet ¹ (1-10)	1	1
Forventet sigtdybde ² i Tange Sø (m)	1,4	1,4
Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr. år)	1,5	1,2

¹ 1 svarer til nuværende nedtræk af smolt, og 10 svarer til bedste nedtræk af smolt blandt de undersøgte modeller.
² Beregnet som sorteregegningsnit.

KONSEKVENSER VED AT GENNEMFØRE MODEL 8

Vandkvaliteten i Tange Sø vil være uændret ved model 8.

Transporten af næringsstoffer nedstrøms Tange Sø vil være uændret ved model 8, ligesom tilførslen af næringsstoffer til Randers Fjord vil være uændret.

Model 8 vil ikke skabe fri passage for alle fiskearter uden om Tangeværket.

Hævningen af bunden nedstrøms Tange Sø vil genskabe de naturlige fysiske forhold og derigennem forbedre mulighederne for vandløbs øvrige dyr og planter. I det restaurerede stykke af Gudenåen vil der være grundlag for et varieret dyre- og planteliv.

En isoleret gennemførelse af model 8 vil kun medføre en begrænset forbedring af vandløbskvaliteten. Dette skyldes, at de forbedrede fysiske forhold ikke vil være ledsaget af de forbedringer i vandkvalitet, som opnås ved at lede Gudenåen uden om Tange Sø. Strækningen nedstrøms Tangeværket vil stadig være belastet af organisk stof fra algeproduktionen i søen. Hvis hele eller næsten hele

Gudenåen ledes uden om Tange Sø ved en af de andre modeller, vil model 8 indebære, at der kan dannes egnede gyde- og opvækstråder for havørred og laks på denne strækning.

Model 8 vil ikke have landskabelige konsekvenser. Neden for Tangeværket vil vandstanden i Gudenåen blive hævet som en direkte konsekvens af, at vandløbsbunden bliver hævet. Ved lave vandføringer vil vandstanden umiddelbart nedstrøms Tangeværket blive hævet med op til ca. 50 cm. Ved de høje vandføringer vil ændringen være betydelig mindre, ca. 15 cm. Ved Skibelund Bæk og Bispeeng, ca. 1400 m nedstrøms Tangeværket, vil ændringen være af størrelsesordenen 10 cm. Fra den vestlige del af Bjerringbro og videre er der ingen ændring. Kombineres model 8 med en af de andre modeller, vil konsekvenserne for vandstandene nedstrøms ændres marginalt afhængigt af den valgte model.

8.1 Den restaurerede strækning af Gudenåen nedenfor værket



MODEL 10

RESTAURERING AF DET OPRINDELIGE GUDENÅ-LØB

Længde af det restaurerede

vandløb: 11,4 km

Gns. længdefald på

hovedstrækning: 0,7‰

Stryg: Ca. 2,8 km på hovedløb,
samt sidetilløb

Vandspejl/areal for Tange Sø:

Tange Sø nedlægges.

Model 10 omfatter restaurering af det oprindelige Gudenå-løb på strækningen, der i dag er dækket af søens vandspejl.

Frislusen ombygges, der gennemføres etapevis tømning af søen, og Gudenåen, Tange Å samt øvrige sidetilløb restaureres. Gudenåen føres tilbage til det oprindelige tracé fra Borre Å til Tange. Åen vil have et gennemsnitligt fald på 0,7‰ (0,7 m pr. km). Strækninger med gydebaner vil have stejlere fald. Ved Tange føres åen gennem frislusen til det oprindelige tracé. Gydebaner mellem Borre Å og Ans, der tidligere var et vigtigt gydeområde for Gudenåaksen, retableres. Ådalen genskabes og dermed et område med særegen og værdifuld dansk natur. Søsediment bestående af silt og sand blotlægges. De største mængder findes i det oprindelige åleje, der oprensnes. Sedimentet afvandes i bassiner og deponeres lokalt. Med tiden vil disse afvandingsbassiner fremstå som lave forhøjninger på 1 og 1,5 m i ådalen.



MODELDATA

Bundbredde i vandløb (m)	25-150
Største ovenbredde (m)	ikke relevant
Middelvandføring i vandløbet (m ³ /s)	20,4
Sedimentmængde, der skal fjernes og deponeres lokalt (mio m ³)	2,2

ØKONOMI

	2001	(2006)
Entreprenørudgifter (mio. kr)	101	(118)
Stianlæg m.v. (mio. kr)	9	(11)
Arealhvervelser (mio. kr)	1	(1)
Rådgivning og VVM (mio. kr)	13	(15)
Grusindtægter (mio. kr)	0	(0)
Samlede omkostninger (mio. kr)	124	(145)

UDVALGTE NØGLETAL

	Nu	Model 10
Grundlag for havørredbestand opstrøms Tangeværket	Nej	Ja
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet (1-12)	1	12
Forventet sigtddybde i Tange Sø	1,9	-
Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr/år)	1,5	0

KONSEKVENSER VED AT GENNEMFØRE MODEL 10

Vandkvaliteten i Gudenåen vil påvirkes af Tange Sø's forsvinden. I model 10 skal hele Gudenåens vandmængde ledes gennem det restaurerede vandløb. **Transporten af næringsstoffer** vil samlet set falde i Gudenåsystemet, men relativt øges med ca. 5-10%, da tilbageholdelsen af kvælstof og fosfor på vandløbsstrækningen er mindre end i søen. Samtidig vil Gudenåen nedstrøms Tange ikke længere belastes af algeproduktion og opvarmning af vandet. Gentiltingen af vandet vil være høj, da faldet på Gudenåen på denne strækning vil blive særlig stort (ca. 0,7‰) og større end i omløbene i de øvrige løsningsmodeller.

Tilførslerne af fosfor og kvælstof til Randers Fjord øges med skønsmæssigt 5-10% ved at restaurere Gudenåen og sløjfe Tange Sø. Algemængden i fjorden vil blive en smule højere, hvis søen sløjfes i forhold til en bevarelse af søen. Modsat vil tilførslen af organisk stof til fjorden mindskes som følge af, at der ikke længere sker en udskylning af alger fra Tange Sø. Den samlede virkning i Randers Fjord forventes at blive meget lille.

Model 10 vil skabe **fri passage for alle fiskearter**. Model 10 vil skabe mulighed for en selvreproducerende havørredbestand opstrøms Tangeværet i Gudenåen og dens tilløb, da smolt dødelighed i Tange Sø og nedstrøms Tangeværet vil reduceres til et minimum.

Tange Sø nedlægges og **flora og fauna** på den tørlagte del (udenfor den restaurerede Gudenå) vil ændres drastisk fra en søflora og -fauna til en terrestrisk flora og fauna. Mulighederne for plante- og dyrelivet i den restaurerede Gudenå vil være enestående for Danmark, fordi Gudenåen her vil være det eneste store vandløb i Danmark med et så stærkt fald. **Vandløbskvaliteten i den restaurerede Gudenå** vil kunne danne grundlag for et vandløbsøkosystem med en meget høj biodiversitet, præget af rentvandsarter og dermed skabe enestående yngle- og opvækstpladser for laks og ørred.

Padde, fugle og pattedyr i området forventes kun påvirket i mindre omfang. Enkelte arter af ynglende vade- og vandfugle blive påvirket, idet søen ikke længere vil eksistere. En række andre fuglearter vil få optimale forhold langs det restaurerede åløb og i den nye ådal. Dette gælder f.eks. vandstær og isfugl, der kræver rent, strømmende vand, hvor de søger deres føde i form af vårfluelarver og småfisk.

Der er store **landskabelige konsekvenser**. I en så stor ådal med en ny Gudenå vil der være god mulighed for genopretning af mange forskellige naturtyper på både våd og tør bund som f.eks. lysåbne artsrige ferske enge, overdrev og hedearealer med dværgbuske samt mere skyggede typer som ellesumpe og skovmoser, lavvandede søer og kildevæld.



Det restaurerede Gudenåløb set mod vest ved Ans

MODEL 11

RETABLERING AF ÅENS ØVERSTE 7,5 KM SAMT OMLØB FRA ANS MED UDJÆVNET FALD

Omløbets længde: 6,5 km

Gns. længdefald på

hovedstrækning: 0,3‰

Stryg: Afsluttes med 5‰ stryg

Vandspejl/areal for Tange Sø:

Søen erstattes af en retableret Gudenå oven for Ansdæmning.

Det vanddækkede areal reduceres med ca. 50 ha.

Model 11 omfatter etablering af et omløb fra Ans-dæmningen til Tange med udjævnet fald på 0,3‰ (0,3 m pr. km). Omløbet afsluttes med et stryg med et fald på 5‰. Der er mulighed for at etablere model 11 med naturligt fald, hvilket dog vil øge de samlede anlægsudgifter

Ovenfor Ans genskabs ca. 7,5 km af den oprindelige Gudenå, ved at vandspejlet sænkes. Model 11 er kun skitseret for Gudenåens fulde vandføring, idet åen ledes til omløbet gennem det eksisterende broslug i Ansdæmningen.

Tange Sø vil i denne model ikke modtage noget vand fra Gudenåen, og vandføringen i det nye omløb vil svare fuldstændigt til afstrømningen i Gudenåen. Derved er hele Gudenåen lagt uden om Tange Sø.

Etablering af model 11 vil betyde store jordarbejder. Hele omløbet vil ligge dybt i terrænet og med de dybeste partier helt ned til ca. 9 m's dybde. På den nederste strækning vil omløbet falde stejlt med terrænet ned mod Gudenåen nedstrøms Tangeværket.



MODELDATA

Bundbredde i omløb (m)	50
Største ovenbredde i omløb (m)	90
Middelvandføring i omløbet (m ³ /s)	20,4

ØKONOMI

	2001	(2006)
Entreprenørudgifter (mio. kr)	77	(90)
Stianlæg m.v. (mio. kr)	5	(6)
Arealhvervelser (mio. kr)	6	(7)
Rådgivning og VVM (mio. kr)	11	(13)
Grusindtægter (mio. kr)	-10	(-11)
Samlede omkostninger (mio. kr)	89	(105)

UDVALGTE NØGLETAL

	Nu	Model 11
Grundlag for havørredbestand opstrøms Tangeværket	Nej	Ja
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet (1-10)	1	10
Forventet sigtdybde i Tange Sø	1,9	3,0
Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr/år)	1,5	0

KONSEKVENSER VED AT GENNEMFØRE MODEL 11

Vandkvaliteten i Tange Sø vil forbedres væsentligt ved model 11, hvor alt Gudenåens vand ledes gennem det nye omløb. Herved reduceres belastningen med næringsstoffer i Tange Sø, og sigtddybden vil forøges til ca. 2,3 m og yderligere forbedres i de kommende årtier til ca. 3 m. Denne model har, sammen med model 7, de største positive konsekvenser for vandkvaliteten i Tange Sø. Samtidigt vil model 11 forbedre vilkårene for vandplanter og smådyr i Gudenåen neden for Tange Sø, da der ikke længere vil være organisk belastning fra søen.

Vandkvaliteten i søen vil i model 11 blive bedre end modeller med 85% af Gudenåens vand gennem omløbet. Dette skyldes at fosfortilførslen til søen mindskes drastigt, når den kun modtager vand fra det direkte opland.

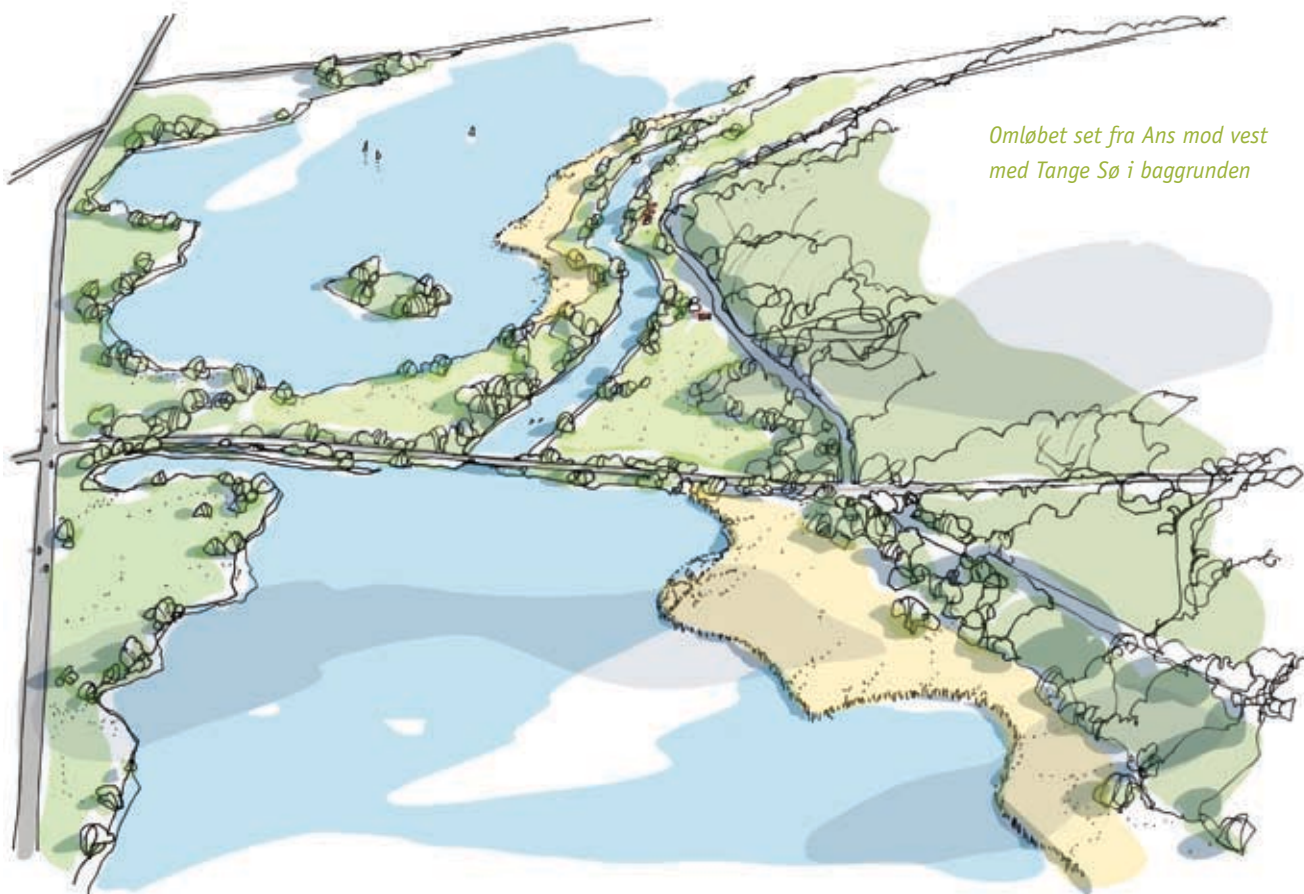
Transporten af næringsstoffer til Gudenåen nedstrøms Tange Sø og Randers Fjord vil øges ved model 11, da der ikke længere sker nogen tilbageholdelse i Tange Sø. Samtidig bliver tillæden af organisk stof til Gudenåen fra Tange Sø meget lille. Samlet set forventes dog ingen væsentlig påvirkning af miljøtilstanden i Randers Fjord.

Model 11 vil skabe **fri passage for alle fiskearter** i Gudenå, men ikke i Tange Å og andre tilløb til Tange Sø.

Smolt dødelighed i Tange Sø vil reduceres markant og produktionen af smolt øges. Model 11 giver grundlag for en levedygtig bestand af havørreder i Gudenåen opstrøms Tange Sø. Model 11 vil dog også medføre, at Tange Sø og Gudenåen adskilles, så fisk ikke længere kan vandre mellem søen og åen. Model 11 kan skabe grundlag for en selvreproducerende laksebestand.

Model 11 vil give optimale levevilkår for **vandløbets øvrige dyr og planter** både opstrøms det nye omløb, hvor 7,5 km af den oprindelige Gudenå retableres, i omløbet og i Gudenåen nedstrøms Tange Sø. Der vil blive en høj artsrigdom, og der vil være gode levevilkår for rentvandskrævende arter i det nye omløb og i Gudenåen.

Vandløbskvaliteten i omløbet forventes at blive god. På grund af det udjævnede fald vil omløbet i model 11 dog ikke få naturligt og varieret vandløbskarakter. Der kan etableres store gyde- og opvækstområder for fisk på strækninger i omløbet og ovenfor på den retablerede strækning af Gudenåen. Model 11 muliggør, at tidligere centrale gydeområder for laks retableres.



Omløbet set fra Ans mod vest med Tange Sø i baggrunden

HVORDAN SAMMENLIGNES MODELLERNES KONSEKVENSER?

De beskrevne løsningsmodeller til faunapassage har hver især varierende konsekvenser. For at kunne sammenligne modellerne indbyrdes er de beskrevet inden for otte overordnede emner, der hver er inddelt i et antal relevante nøgleparametre. Herved kan de enkelte modeller sammenlignes. To nye emner med hver deres nøgleparametre er tilføjet siden skitseprojektet 2001 - Vandrammedirektivet og Natura 2000-direktiverne.

Konsekvenserne ved de enkelte modeller og vandføringsalternativer er blevet vurderet. Der er undersøgt en lang række emner, som tilsammen udgør grundlaget for en vurdering af modellerne mod hinanden.

De store mængder af information om data og konsekvenserne af at gennemføre skitseprojektet er overordnet gengivet under de enkelte beskrivelser af modellerne.

Model 8 er ikke medtaget i sammenligningerne, da denne løsning ikke indeholder en passage af Tangeværket og dermed ikke er sammenlignelig med de øvrige modeller.

Formålet med at sammenligne konsekvenserne er at vise modellernes forskelligheder og muliggøre en prioritering – og på den baggrund vælge, hvilken af modellerne/kombinationerne, der i givet fald skal etableres.

Begrænsninger ved emnesammenligning og valg

Som udgangspunkt er det ikke muligt at gengive samtlige parametre for alle modeller i en sammenligning. Dels bidrager dette ikke til læserens overblik, dels er alle de undersøgte parametre ikke lige relevante for beslutningsprocessen.

Det er forsøgt at gengive og sammenligne modellernes konsekvenser så neutralt som muligt og derved gøre det muligt for læseren at drage sine egne konklusioner.

Det er valgt at fokusere på udvalgte nøgleparametre, hvilket indebærer en form for aktivt til- og fravalg af nogle parametre frem for andre. Det er derfor vigtigt, at læseren ved, at man kun kan få sagen fuldt belyst ved at gennemgå det bagvedliggende datamateriale – de detaljerede modelbeskrivelser – til bunds.

Otte emneområder – 31 parametre

De udvalgte parametre er inddelt, så de hver for sig beskriver elementer i ét af otte overordnede emneområder:

- Vandrammedirektivet
- Natura 2000-direktiverne
- Anlæg
- Vandløb, sø og næringsstoffer
- Landskab, natur og kulturhistorie
- Friluftsliv
- Deponering
- Projekt- og samfundsøkonomi.

De følgende sider indeholder sammenligninger, dels med en forklarende tekst, dels ved at vise de mange forskellige parametre grafisk.

Sådan læses figurene

For Vandrammedirektivet og Natura 2000-direktiverne vurderes det, hvorvidt de forskellige løsningsmodeller bidrager til opfyldelse af de mål sat for den økologiske tilstand, samt gunstig bevaringsstatus for arter eller naturtyper i områder, der påvirkes af modellerne. Der er i begge tilfælde anvendt en tredelt skala. For de øvrige parametre er der for hver model/alternativ vist en størrelsesorden i form af en søjle med numeriske værdier.

Hvor sammenligningen ikke er mulig på grundlag af målbare enheder (som f.eks. kroner eller kubikmeter), er der vist en relativ skala målt i forhold til de nuværende forhold. Den relative skala kan indeholde både positive og negative værdier, hvis den beskrevne parameter medfører positive hhv. negative konsekvenser i forhold til det eksisterende.



*Model 10: Tange Å set mod øst.
Vandløbet restaureres med gydebanks og
ledes til Gudenåen ved Frislusedæmningen.*

KONSEKVENSER

VANDRAMMEDIREKTIVET



Gudenåen opstrøms Tange Sø: Kun ændringer i fauna indgår, da indgreb nedstrøms ikke påvirker denne stræknings vandkvalitet eller fysiske forhold.

Tilløb til Tange Sø: Ændringer i flora og fauna og vandløbenes fysiske forhold indgår i vurderingen. Her skiller model 10 sig markant ud, da vandløbene ændrer sig fra at være tilløb til en sø til naturlige sidetilløb til Gudenå.

Tilløb opstrøms Tange Sø: Kun ændringerne i fauna indgår i vurderingen, da indgreb nedstrøms ikke påvirker vandløbenes vandkvalitet eller fysiske forhold.

Gudenåen mellem Borre Å og Ansdæmningen: Denne vandløbsstrækning vil kun eksistere, hvis Tange Søes vandspejl sænkes. Bedømmelsen er derfor kun relevant for model 7, 10 og 11, da strækningen ved øvrige modeller er søflade og derfor indgår i bedømmelsen af Tange Sø.

Gudenåen mellem Ansdæmningen og Tangeværket: Denne strækning vil kun eksistere hvis vandløbsstrækningen retableres. Strækningen er derfor kun relevant for model 10.

Omløb: Vurderes for modellerne 3, 4, 7 og 11 ud fra omløbets potentiale for fysiske forhold, samt flora og fauna.

Tange Sø: Vurderes for modeller, hvor søen bevares. Søens mulighed for godt økologisk potentiale vurderes ud fra vandkvalitet, flora og fauna og sigtddybe. Vurderingen varierer kraftigt mellem modellerne alt efter, hvor meget vand, der ledes til omløbet.

Gudenå nedstrøms Tangeværket: I modeller, hvor søen bevares vil strækningen være påvirket af udskylning af organisk stof (alger) fra søen, ændret surhedsgrad og forhøjet temperatur. Samtidig vil søen have en positiv effekt på tilbageholdelse af næringsstoffer.

Randers Fjord: Randers Fjord vil være påvirket af søen i de modeller, hvor søen bevares.

Her sammenlignes modellernes bidrag til målopfyldelse i de forskellige vandområder i tilknytning til Gudenåen og Tange Sø.

De parametre, der er medtaget for at vurdere bidraget til målopfyldelse, er:

- Vandkvalitet - næringsstoffer og organisk stof
- Flora og fauna - herunder passagemuligheder for fiskefaunaen
- Sigtdybde i søer og fjorde
- Fysiske forhold i vandløb.

Der er anvendt en tredelt skala med følgende inddelinger:

Rød: betyder, at løsningen ikke muliggør opfyldelse af Vandrammedirektivet for det pågældende område.

Gul: betyder, at løsningen muliggør opfyldelse af vandrammedirektivet, men der er behov for yderligere tiltag.

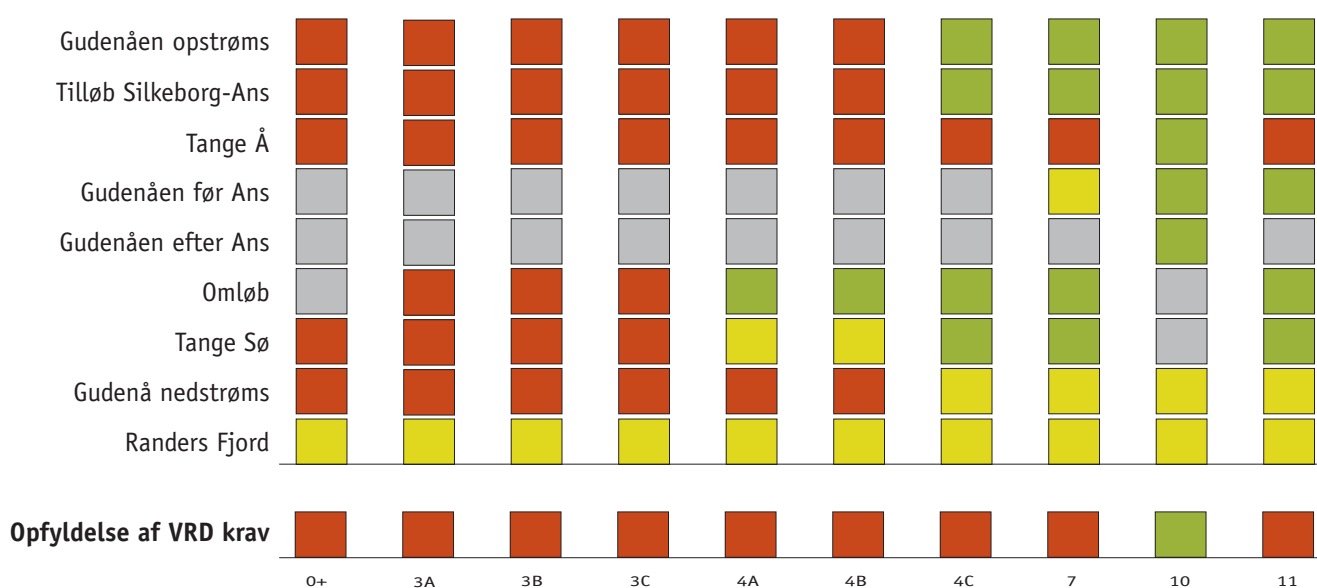
Grøn: betyder, at løsningen bidrager til målopfyldelse.

Grå: betyder, at parameteren ikke er relevant for modellen.

I vurderingen af alle modeller er det antaget, at model 8, der beskriver en vandløbsrestauration nedstrøms Tangeværket, er en del af løsningen.

I den samlede vurdering gælder princippet om, at målopfyldelse kun kan nås, hvis alle parametre er opfyldt eller kan opfyldes med yderligere tiltag.

- Løsningen muliggør ikke opfyldelse af Vandrammedirektivet for det pågældende område.
- Løsningen muliggør opfyldelse af vandrammedirektivet, men der er fortsat behov for yderligere tiltag.
- Løsningen bidrager til målopfyldelse.
- Betyder at parameteren ikke er relevant for modellen.



Som det fremgår, kan kun model 10 bidrage til målopfyldelse af Vandrammedirektivet, idet kun denne model giver fri faunapassage for Tange Å og øvrige direkte tilløb til Tange Sø (Ans Bæk, Skelbæk m.v.). Ønskes søen bevaret og vandrammedirektivet opfyldt kan der tænkes flere alternative løsningsmuligheder, der dog alle må betragtes som forholdsvis unaturlige og kunstige projekter. Eksempelvist kunne der etableres en dæmning eller en spunsvæg mellem Næsset og den vestlige del af Frislusedæmningen, samt en vandløbsrestaurering af Tange Å fra Tange Søvej gennem indløbskanalen og fisketrappen, der nedbrydes totalt til udløb neden for Tangeværket. Alternativt kunne Tange Å forlægges vest om Tangeværket langs baneskråningen til udløb mellem El-museet og Tangeværkets nordlige side.

Begge løsninger ville dog betyde, at søens vandspejl næppe kan opretholdes i det nuværende niveau på grund af manglende vandtilførsel. Yderligere detaljering af sådanne tænkte løsningsalternativer ligger uden for denne rapports kommissorium.

KONSEKVENSER

NATURA 2000-DIREKTIVERNE



NATURA 2000-OMRÅDER OPSTRØMS OG NEDSTRØMS TANGE SØ

Områdernes integritet vurderes ud fra, om gennemførelse vil påvirke områderne i deres helhed.

Hvert Natura 2000-område er udpeget på grundlag af særlige plante- og dyrearter, naturtyper samt fuglearter. Vurdering af **påvirkning af udpegningsgrundlaget** baseres på, om modellen i anlægs-/driftsfasen forringer eller forbedrer vilkårene. Det vurderes om modellerne **påvirker muligheden for senere forbedringer** for udpegningsgrundlaget i form af gunstig bevaringsstatus for arter og naturtyper.

Spredningøkologisk sammenhæng mellem Natura 2000-områderne fokuserer på dyre- og plantearter, der spredes via vandløb. Alle modeller vil forbedre spredningspotentialer, men særligt model 10 vil sikre fri passage for vandlevende fauna på hele vandløbssystemet.

GUNSTIG BEVARINGSSTATUS FOR RELEVANTE BILAG II-ARTER I OMRÅDET

Bevaringsstatus for **odder** vurderes på baggrund af mulighederne for vegetation langs bredderne, uforstyrrede yngle- og skjulesteder i rørskov og krat samt passage langs vandløbet. Bevaringsstatus for **bækklampret** vurderes på baggrund af muligheder for gydning i de øvre dele af vandløbet, på strækninger med hurtigt strømmende vand, god vandløbskvalitet og om vandløbet kan få forskellige vandplanter hele året. **Potentiale for laks** bedømmes på baggrund af muligheder for god vandløbskvalitet, god fysisk variation og gydebanker i hovedløbet.

Påvirkning af bilag IV-arter

Omkring Tange Sø antages følgende bilag IV-arter at forekomme:

Damflagermus, vandflagermus, dværgflagermus, langøret flagermus, sydflagermus, brunflagermus, odder, markfirben, stor vandsalamander, spidssnudet frø, grøn kølleguldsmed.

For **Anlægsfasen** vurderes det, om arbejdet forstyrrer eller ødelægger levesteder for de nævnte bilag IV-arter. For **Driftsfasen** vurderes det, om modellerne giver samme eller ændrede forhold for de nævnte bilag IV-arter.

Natura 2000 er betegnelsen for EF's fuglebeskyttelsesdirektiv og Habitatdirektiv, der har til formål at beskytte europæisk natur.

Tange Sø er ikke udpeget som Natura 2000-område, men fuglebeskyttelses- og habitatområder opstrøms og nedstrøms for søen har forbindelse med Tange Sø via Gudenåen.

Samtidig er området levested for en række arter, der er særligt strengt beskyttede af Natura 2000.

For en ændring ved Tange Sø skal det således vurderes om:

- udpegningsgrundlaget – dvs. dyr, planter og naturtyper i nærliggende Natura 2000-områder – påvirkes
- de nærliggende områders integritet påvirkes
- mulighederne for senere naturforbedringer påvirkes
- de spredningøkologiske sammenhænge påvirkes
- beskyttede bilag IV-arter påvirkes, hvad enten de forekommer i eller uden for et Natura 2000-område.

Der er anvendt en tredelt skala med følgende inddeling:

Rød: Modellen påvirker negativt.

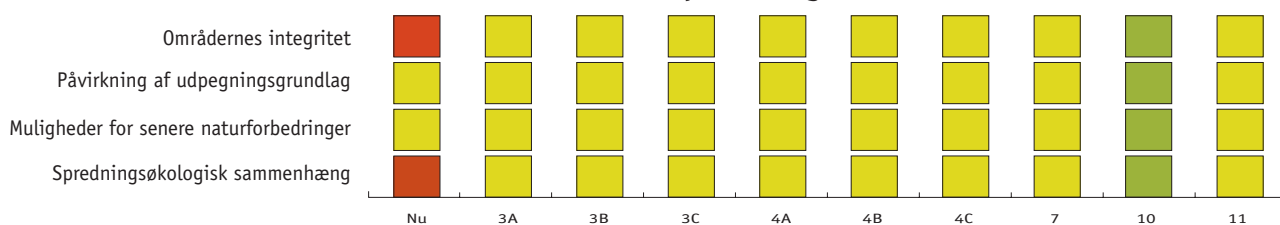
Gul: Modellen har en lille positiv påvirkning, men påvirkningen er så ubetydelig, at den ikke retfærdiggør en anbefaling af pågældende model.

Grøn: Modellen påvirker parameteren positivt.

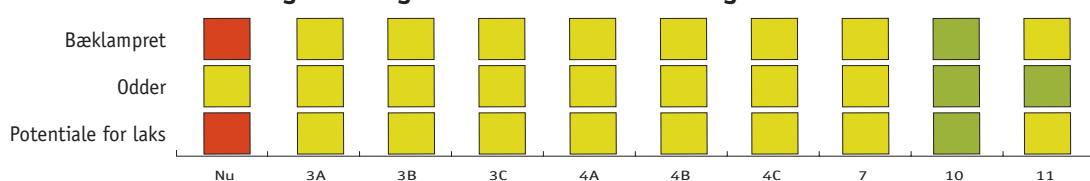
Grå: Parameteren ikke er relevant for modellen.

I vurderingen af alle modeller er det antaget, at model 8, der beskriver en vandløbsrestaurering nedstrøms Tangeværket, er en del af løsningen.

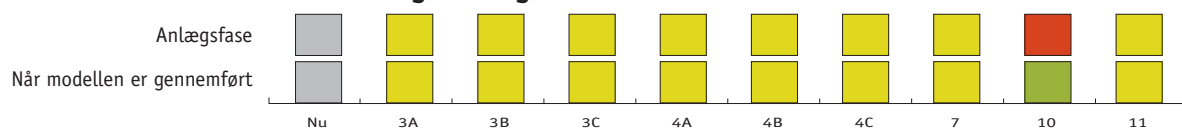
Natura 2000-områder opstrøms og nedstrøms



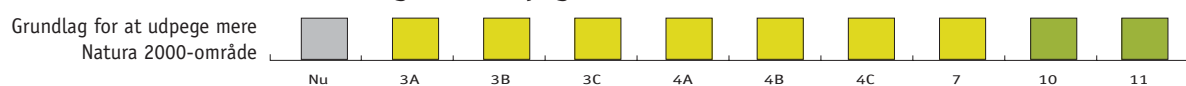
Gunstig bevaringsstatus for relevante bilag II-arter i området



Påvirkning af bilag IV-arter



Grundlag for at udpege mere Natura 2000-område



- Positivt
- Negativ
- Ubetydelig påvirkning
- Ikke relevant

KONSEKVENSER ANLÆG



Omløbslængde: Beskriver den samlede længde af det aktuelle omløb/vandløb i km målt fra indløbet til sammenløbet med Gudenåen neden for Tangeværket. Omløbs- eller vandløbslængden afhænger af modellen og varierer ikke for de enkelte vandføringsalternativer i hver model.

Udgravning af jord: Omfanget af gravearbejderne og dermed den udgravede jordmængde er opgjort i mio. m³. Udgravningsbehovet varierer alt efter valg af løsning og giver sammen med omløbslængden en indikation af den landskabelige påvirkning og behov for deponering af overskudsjord. På figuren er vist den jordmængde, der skal opgraves fra omløbet. En del af dette kan sælges, resten deponeres. For model 10 er vist mængden af søsediment, der skal håndteres.

Anlægsareal: Anlægsarealet angives i hektar (ha) og viser det areal, som inddrages til omløbet. I anlægsarealet er medtaget arealer til skrån timer, selve omløbet, dæmninger m.v. Det forventes, at det er nødvendigt at erhverve anlægsarealet. Arealer, der anvendes midlertidigt til arbejdsplads og lignende, er ikke medtaget i anlægsarealet.

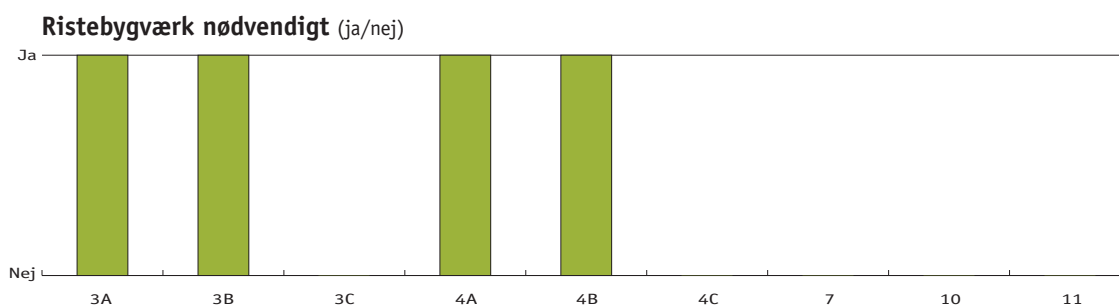
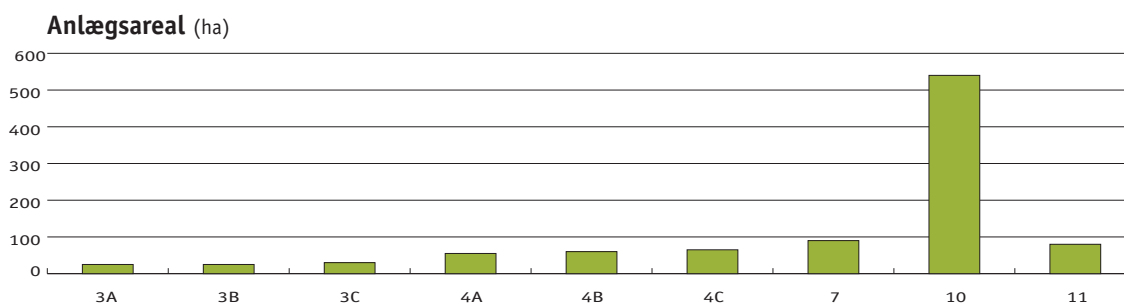
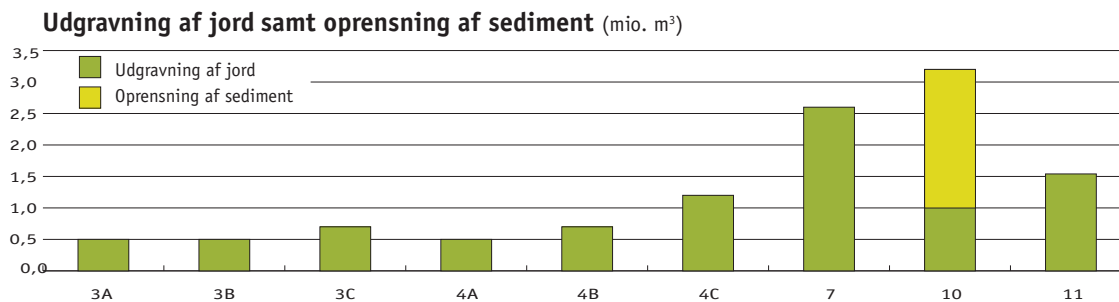
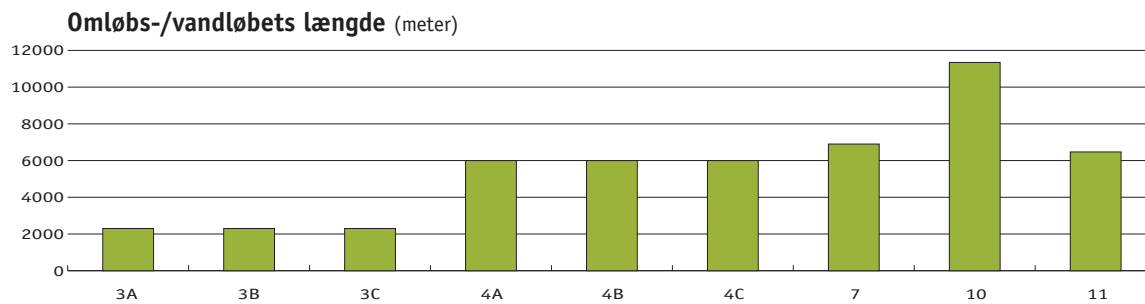
Ristebygværk: Afhængig af valg af model og vandføringsalternativ vil et ristebygværk være nødvendigt for at sikre nedtrækket af bl.a. smolt gennem det nye omløb. Ved vandføringsalternativ A og B er det vurderet relevant at etablere et ristebygværk på tværs af Gudenåen nedstrøms indløbet, hvorimod vandføringsalternativ C fører så stor en del af Gudenåens vand, at et ristebygværk kan undgås. En rist på tværs af Gudenåen er et omfattende bygværk, der vil kræve en intens indsats med hensyn til drift og vedligeholdelse. Ristebygværket vil også betyde en række gener, bl.a. for sejladser i form af bygværkets tilstedeværelse.

Fra skitseprojektet er der udvalgt 4 parametre, der kan illustrere sammenhænge mellem anlægsarbejdets omfang, konsekvenser, tekniske anlæg og afværgeforanstaltninger.

Under kategorien anlæg sammenlignes:

- Omløbslængde
- Udgravning af jord
- Anlægsareal
- Nødvendigheden af at etablere et ristebygværk på tværs af Gudenåen.

Værdier for de enkelte modeller og afstrømningsalternativer kan størrelsesmæssigt sammenholdes i de enkelte grafer.



KONSEKVENSER VANDMILJØ, SØ OG NÆRINGSSTOFFER



Tange Søes areal: Tange Søes areal er ca. 540 ha. På figuren vises, udtrykt i hektar, det fremtidige vanddækkede areal ved gennemførelse af de forskellige modeller. Ved nogle af modellerne vil der ske en ændring af vandspejlsniveauet, og dermed ændres søens areal. For hver model er dette beskrevet ved søens samlede areal. Arealet vil generelt kun være afhængigt af modelvalg og ikke variere mellem vandføringsalternativer i den enkelte model.

Middelvandføring i omløb: Middelvandføringen i omløbet er primært afhængig af det valgte vandføringsalternativ (A, B eller C). I model 7, 10 og 11 ledes hele Gudenåens vandføring gennem omløbet eller vandløb, Model 8 indeholder ikke et omløb, men en restaurering af Gudenåen nedstrøms Tangeværet. Middelvandføringen udtrykker den gennemsnitlige vandføring over året.

Sigtdybde i Tange Sø: Som et mål for vandkvaliteten i Tange Sø er den forventede sigtdybde om sommeren valgt. Det understreges, at værdierne er beregnet ud fra gennemsnitsbetragtninger, og at der naturligt vil forekomme variationer over årene. De viste sigtdybder svarer til den nuværende fosfortilførsel. I takt med de kommende års forventede reduktion af fosforindholdet i Gudenåens vand vil sigtdybden forbedres yderligere. I model 10 kan denne parameter ikke vurderes, da søen ikke eksisterer.

Vandkvaliteten i Gudenåen neden for Tange Sø: Vandkvaliteten nedstrøms Tange Sø er illustreret på en relativ skala fra 0 til +3, hvor 0 angiver ingen påvirkning/ændring i forhold til de eksisterende forhold, mens +3 angiver en stor positiv påvirkning. Værdierne er baseret på en samlet vurdering af omløbets eller vandløbets betydning for vandkvaliteten neden for Tange Sø. I den nuværende situation påvirkes vandkvaliteten i Gudenåen nedstrøms Tangeværet primært med organisk stof fra algeproduktion i søen og om sommeren med forhøjede vandtemperaturer. Begge disse parametre belaster Gudenåens vandkvalitet og kan forbedres ved etablering af et nyt omløb.

Her sammenlignes de fysiske og vandkvalitetsmæssige konsekvenser for Tange Sø, Gudenåen, det nye omløb og Randers Fjord.

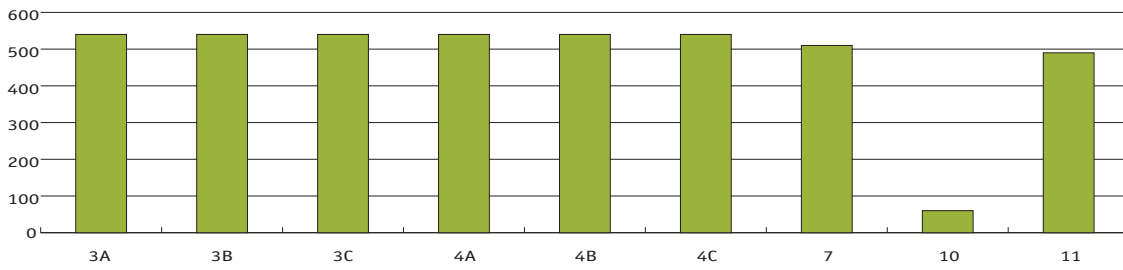
Ved fysiske konsekvenser forstås f.eks. vandføring i det nye omløb og fysiske ændringer af Tange Sø og Gudenåen. Ved konsekvenser for vandkvaliteten forstås i denne sammenhæng ændringer i sigtdybde i Tange Sø og belastningen med næringsstoffer neden for Tangeværet.

Følgende parametre sammenlignes:

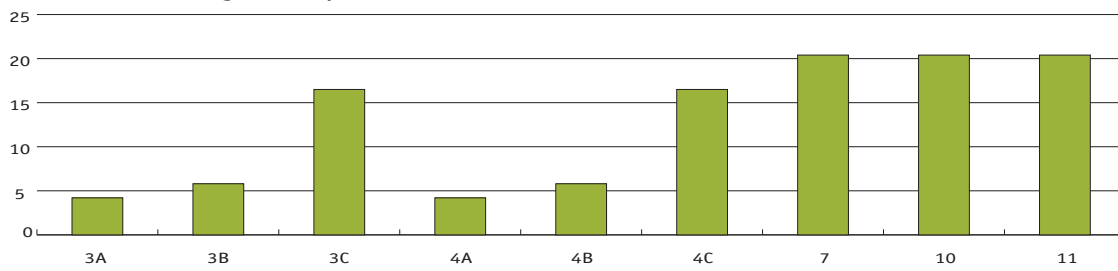
- Tange Søes areal
- Middelvandføring i omløb
- Sigtdybde i Tange Sø
- Vandkvaliteten i Gudenåen neden for Tange Sø.

Sigtdybden udtrykker vandets klarhed i en sø og dermed til en vis grad også vandkvaliteten. Sigtdybden er delvist bestemt af vandtilførslen og dermed af næringsstofbelastningen af søen. Jo mere vand der ledes uden om Tange Sø, des større sigtdybde kan forventes.

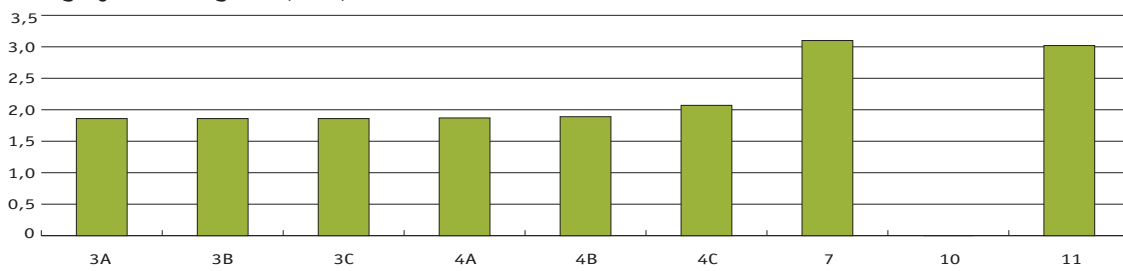
Tange Søes vanddækkede areal (ha)



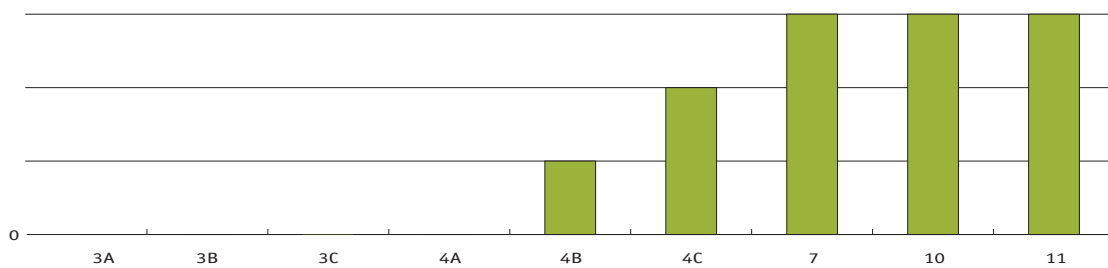
Middelvandføring i omløb/vandløb (m³/sek)



Sigtdybde i Tange Sø (meter)



Forbedring af vandkvaliteten i Gudenå neden for Tange Sø



KONSEKVENSER

LANDSKAB OG NATUR



Lokale landskabelige ændringer: Etablering af et nyt omløb vil lokalt ændre landskabet, bl.a. fordi vandløbet ligger dybt nedskåret i terrænet ved nogle modeller. Normalt ville et naturligt vandløb som Gudenåen ligge i en bred ådal. Model 10 vil medføre de største landskabelige ændringer, idet søen erstattes af en ådal. Der er ikke taget stilling til om ændringen er positiv eller negativ.

Eksisterende naturområder på land: Registreringer af beskyttede naturområder og arealregistrering af skovtyper er anvendt i vurderingen af, hvor mange hektar natur, der påvirkes.

Nedtræk af smolt forbi Tangeværket: Et nyt omløb, Tange Sø og det øvrige Gudenåsystem er vurderet samlet som levested for fisk i relation til gydning, opvækst, fødesøgning og skjul m.v. Muligheder for nedtræk af smolt gennem Tange Sø, hhv. et omløb er vurderet.

Naturkvalitet i vandløb og søer: Vurderingen omfatter plante- og dyreliv, f.eks. særligt rentvandskrævende dyrearter som døgnfluer og ørred samt forekomst af rød- og gullistede dyre- og plantearter og høj artsdiversitet. For søer gælder indikatorer for vandkvalitet med i naturkvalitetsmål (sigtdybde, stofindhold, forekomst af plankton og undervandsplanter). Forekomst af særlige fugle- og fiskearter er også indikatorer for naturkvalitet.

Naturkvalitet på land: Naturkvalitet på land omfatter dels de naturtyper, der kræver særlig beskyttelse (væld, artsrige enge og moser, gammel løvskov), dels rød- og gullistede arter af vilde dyr og planter. Den fremtidige naturkvalitet vil afhænge af pleje og drift af naturområderne på land.

Kulturhistoriske og arkæologiske forhold: Området ved Tange Sø rummer mange arkæologiske fund og gennemførelse af et projekt kan blottlægge arkæologiske lag. Ændring af grundvandsforholdene kan påvirke bevarelse af arkæologisk materiale. Et projekt vil kunne påvirke beskyttelseskrævende kulturspor som jord- og stendiger og gravhøje. Tangeværket er bygningsfredet og påvirkes ikke.

For disse emner er der udvalgt en række parametre, som omfatter påvirkninger af både eksisterende værdier og muligheder for fremtidig udvikling i projektområdet.

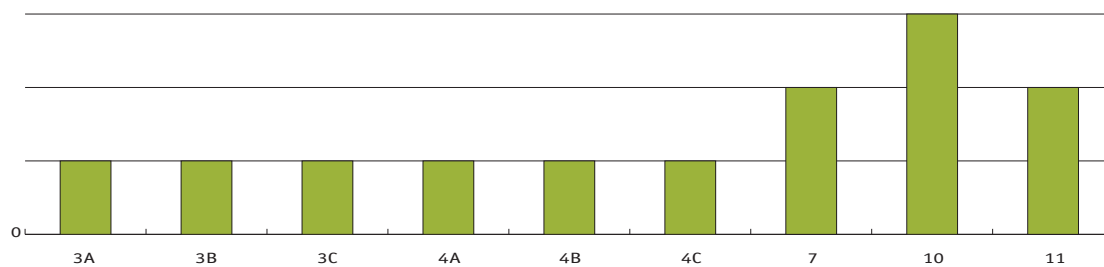
Parametrene er som følger:

- Lokale landskabelige ændringer
- Eksisterende naturområder på land
- Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet
- Naturkvalitet i vandløb og søer
- Naturkvalitet på land
- Kulturhistoriske og arkæologiske forhold.

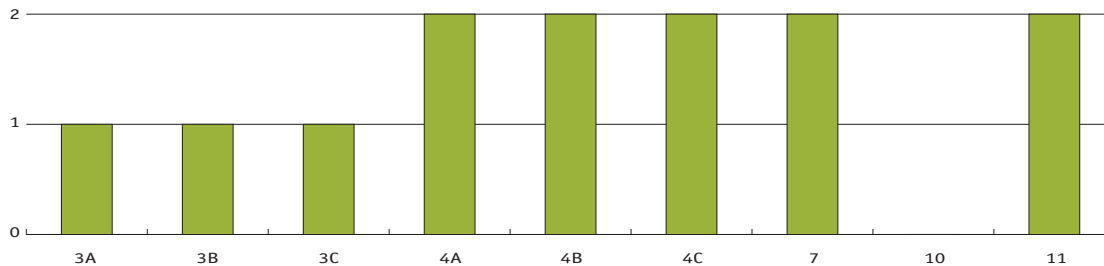
Værdierne for de nævnte parametre er vist på figurerne på modsatte side. Det er væsentligt at understrege, at værdierne for de enkelte modeller skal ses i relation til hinanden, da der ikke kan gives en absolut skala for f.eks. "naturkvalitet i vandløb og søer", men kun en relativ. Undtaget herfra er parameteren "Eksisterende naturområder på land", der opgøres som det påvirkede areal.

Skala for "nedtræk af smolt forbi Tangeværket" er ændret. Dette skyldes, at den beregnet smoltproduktion for model 10 overstiger skalaen, der blev anvendt i skitseprojektet 2001.

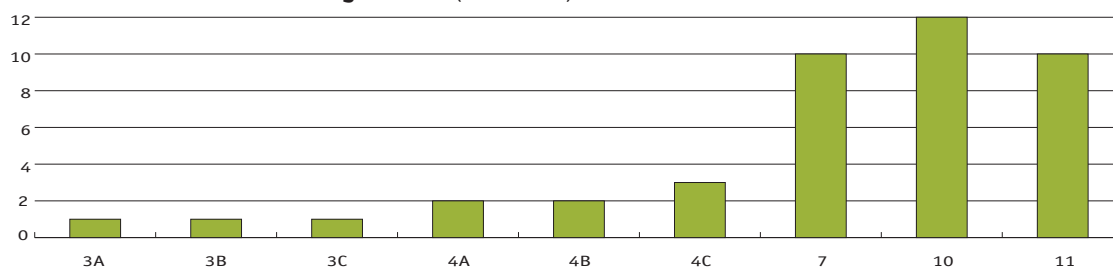
Lokale landskabelige ændringer (relativ skala, uden stillingtagen til om ændringerne opfattes positivt eller negativt)



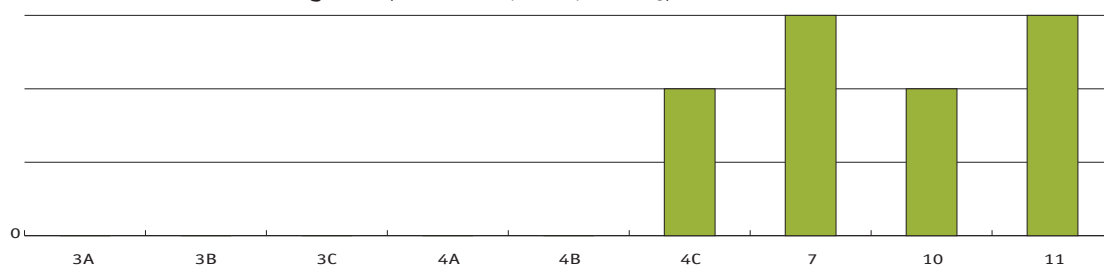
Eksisterende naturområder på land der påvirkes (ha)



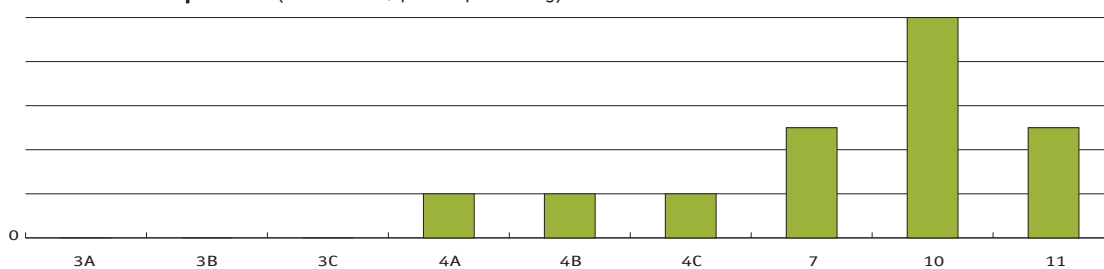
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket (relativ skala)



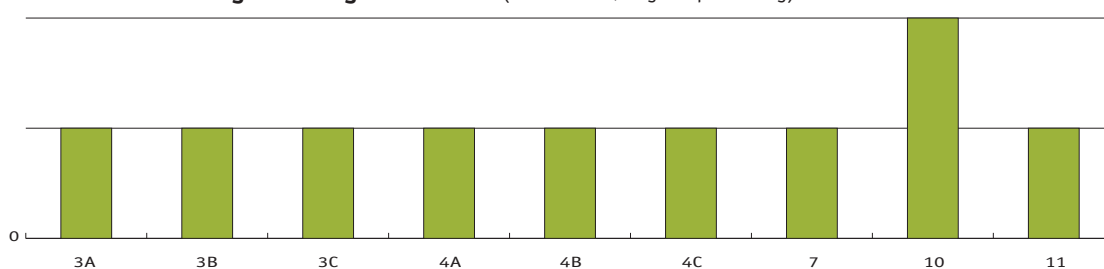
Naturkvalitet i vandløb og søer (relativ skala, positiv påvirkning)



Naturkvalitet på land (relativ skala, positiv påvirkning)



Kulturhistoriske og arkæologiske forhold (relativ skala, negativ påvirkning)



KONSEKVENSER

FRILUFTSLIV



Sejladsforhold: Flere af modellerne indeholder en ændring af vandspejlshøjden eller overfladearealet af Tange Sø. Dette vil påvirke sejladsforholdene, da det vanddækkede sejlbare areal kan blive ændret. Påvirkningen er i figuren vist i hektar (ha) som det fremtidige vanddækkede areal, hvor vanddybden er større end 0,5 m. Under de eksisterende forhold udgør dette areal ca. 510 ha.

Etableringen af et ristebygværk eller dæmning ved indløbet til Tange Sø vil også påvirke sejladsforholdene, da der ved ristebygværket samtidig skal etableres en sluse, som skal anvendes ved sejlads mellem Gudenåen og Tange Sø.

Det er på nuværende tidspunkt uklart, om sejlads bliver muligt i omløbet, men ved vandføringsalternativer med lav vandføring (A og B) i omløbet vil sejlads ikke kunne forekomme. I model 10 vil sejlads med motorbåde og sejlbåde blive umuliggjort. Til gengæld vil der blive skabt gode betingelser for kanosejlads, idet man ikke længere skal passere en sø uden strømmende vand.

Påvirkning af lystfiskeri i Gudenåen: Lystfiskeriet i Gudenåen opstrøms Tangeværket påvirkes i høj grad af etableringen af et omløb og dermed forbedring af smoltneutræk og opvandring af primært havørred gennem Gudenåen. Ved denne sammenligning er der kun tale om neutral eller positiv påvirkning. Øvrige fiskearter forventes kun påvirket i mindre grad m.h.t. ændringer for lystfiskeriet.

Påvirkningen af lystfiskeriet er på figuren vist med en relativ skala for de enkelte modeller. Vurderingen er sket ud fra den samlede påvirkning ved etableringen af den enkelte model.

Påvirkning af lystfiskeri i Tange Sø: Lystfiskeriet i Tange Sø vil i mindre grad blive påvirket af etablering af et omløb og af, at en del af Gudenåens vandføring ledes uden om søen. Det er dog usikkert, hvordan bestanden af ål og helt vil udvikle sig i Tange Sø ved etablering af modeller med ristebygværk og dæmning ved indløbet. Overordnet vurderes det dog, at påvirkningen af lystfiskeriet i Tange Sø vil være begrænset for alle omløbsmodellerne.

Påvirkningen af lystfiskeriet er på figuren vist med en relativ skala for de enkelte modeller. Vurderingen er sket ud fra den samlede påvirkning ved etableringen af den enkelte model.

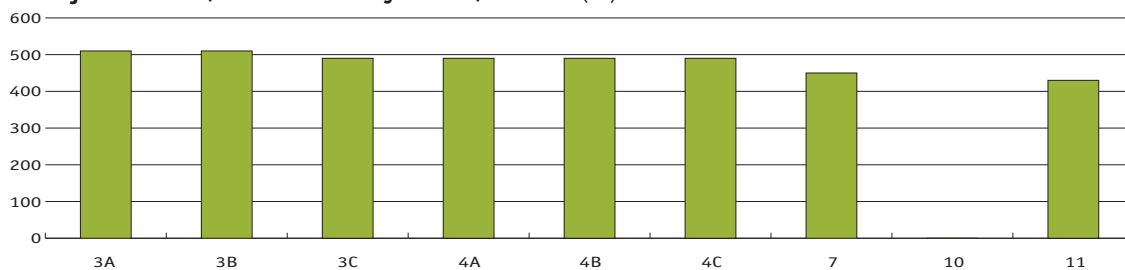
Under dette emne sammenholdes nogle af de interesser, der har betydning for friluftslivet omkring Tange Sø og Gudenåen.

Ved friluftsliv menes primært rekreative interesser som sejlads og lystfiskeri.

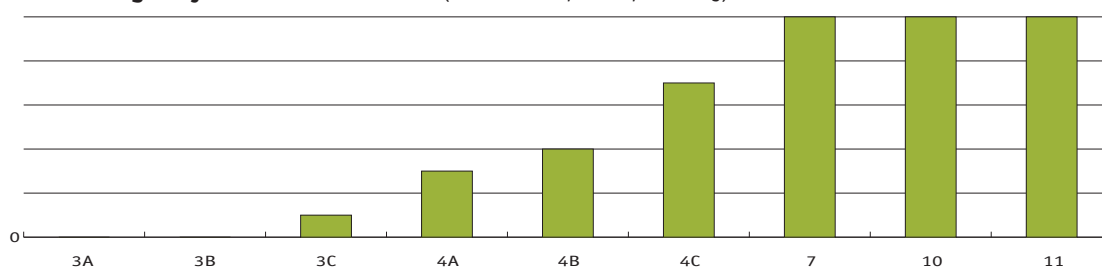
Der sammenlignes følgende parametre under friluftsliv:

- Sejladsforhold
- Påvirkning af lystfiskeri i Gudenåen
- Påvirkning af lystfiskeri i Tange Sø.

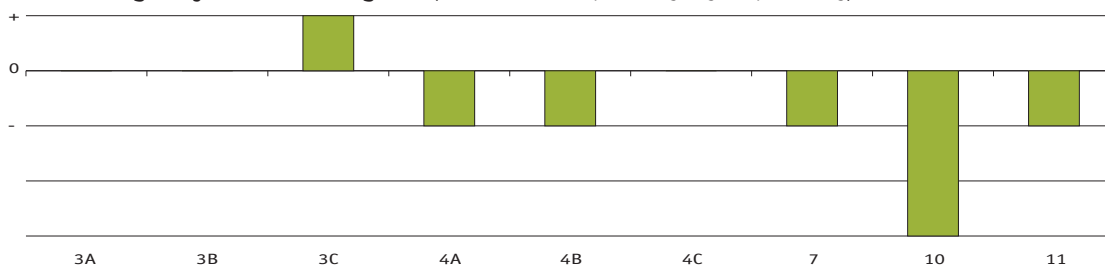
Sejladeforhold, søflade med dybde >0,5 meter (ha)



Påvirkning af lystfiskeri i Gudenåen (relativ skala, positiv påvirkning)



Påvirkning af lystfiskeri i Tange Sø (relativ skala, hhv positiv og negativ påvirkning)



KONSEKVENSER

DEPONERING



Salgbart materiale: Den salgbare del af det opgravede materiale udgør varierende andele af den samlede jordmængde for de enkelte modeller. Figuren viser, hvor meget grus (angivet i m³) der forventes at kunne indvindes og sælges sammenholdt med den samlede jordmængde.

Salgsværdi af brugbart overskudsmateriale: Den del af det brugbare grusmateriale, som ikke anvendes i projektet (overskudsgrus), vil ved salg skabe en indtægt for projektet. Afhængigt af grusets kvalitet vil overskudsmaterialet kunne anvendes til beton- og asfaltarbejder som stabilt grus eller tilsvarende. Overskudsgruset kan dog kun afsættes inden for en vis afstand fra selve projektområdet, idet transportomkostningerne ellers vil overstige indtjeningen. Figuren viser den forventede indtægt ved salg af overskudsmateriale fra anlægsarbejdet.

Deponeringsareal: Det overskudsmateriale, som ikke kan anvendes i projektet eller videresælges, skal deponeres. Det vil typisk dreje sig om sand, ler, silt mv. For flere modeller skal der deponeres så store mængder materiale, at deponeringen vil give betydelige konsekvenser for landskabet i deponeringsområdet. Figuren viser størrelsen af det depotområde (angivet i hektar), som forventes anvendt til midlertidig og permanent deponering for de enkelte modeller. For model 10 er vist arealet af afvandingsbassiner for søsediment. Konsekvenser for landskabet vil kunne mindskes på forskellig vis. Det vil dog påføre projektet yderligere udgifter.

Anlægsperiode: Gravearbejdet er for de fleste modellers vedkommende så omfattende, at det netop er denne del af projektet, som afgør, hvor lang anlægsperioden vil være. Tidsplanen for det samlede projekt forventes at strække sig over den periode, som det tager for entreprenøren at færdiggøre gravearbejdet i selve omløbet. Anlægsperioden har stor betydning for, hvordan det samlede projekt vurderes, idet perioden både påvirker brugerne af lokalområdet og den samlede projektøkonomi. Salg af overskudsmateriale vil dog for visse af modellerne strække sig ud over denne periode på grund af begrænsninger i afsætningsmulighederne.

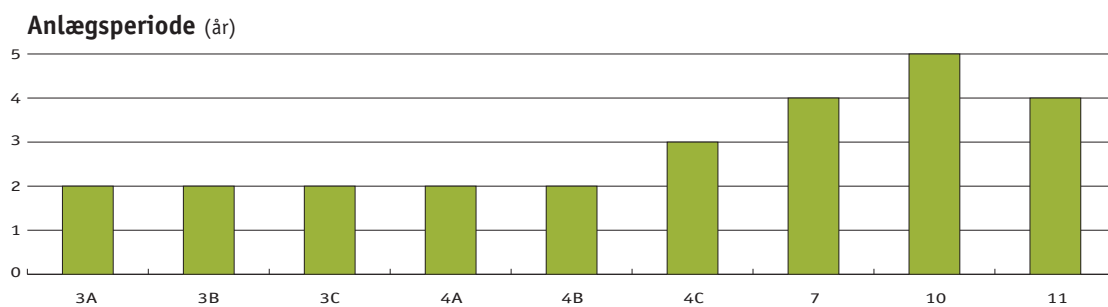
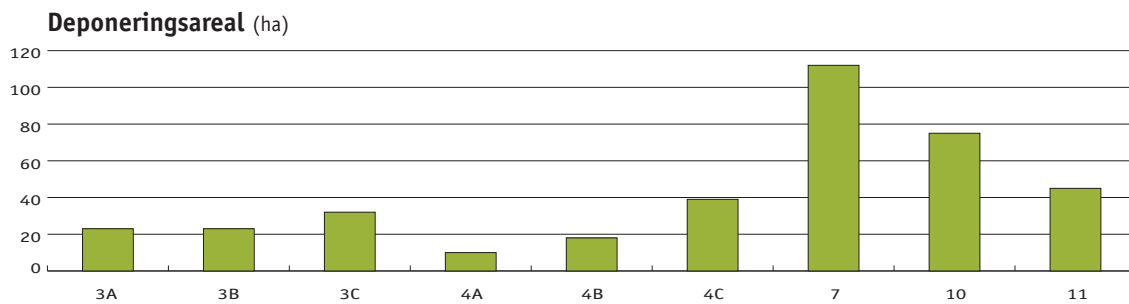
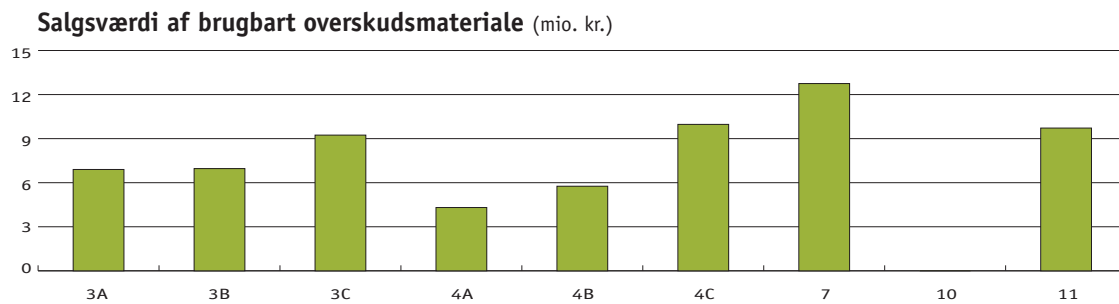
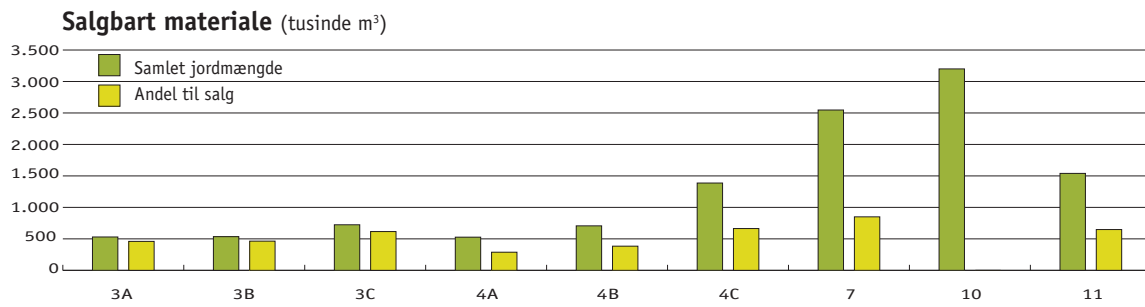
Ved udgravning af et omløb vil betydelige jordmængder skulle udgraves og deponeres. For nogle af løsningerne er jordmængderne så omfattende, at de har væsentlig indflydelse på det endelige design såvel som på den overordnede projektøkonomi.

Jordmængderne består først og fremmest af grus og sand i varierende kvaliteter. En del af det opgravede materiale anvendes til formning af omløbets profil, opfyldninger, dæmninger m.v. Den samlede jordmængde vil dog ikke kunne anvendes i projektet; dele af denne vil derfor skulle deponeres.

Til gengæld vil især de grovkornede bestanddele (grus og sten) kunne sælges til anvendelse uden for projektet. Indtægterne fra dette salg vil bidrage positivt til projektets samlede økonomi og kan for flere af modellerne have et betydeligt omfang.

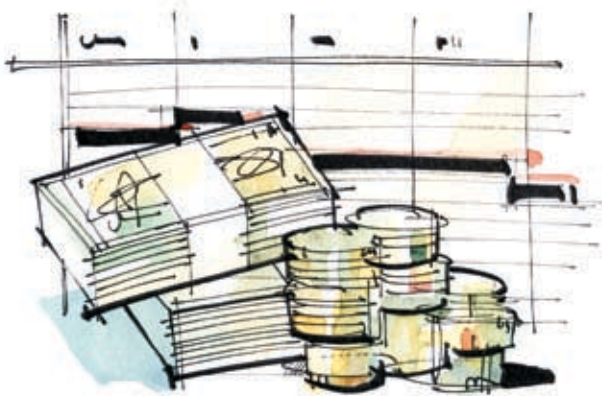
Prøvegravninger i projektområdet mellem Ans og Tangeværket har vist, at de salgbare grovkornede jordmængder findes på strækninger i den nordlige del af Gudenåcentralens Plantage fra et par kilometer nord for Ansdæmningen til Tangeværket. For de øvrige strækninger vil det opgravede materiale først og fremmest bestå af varierende kvaliteter af sand, som ikke har samme salgsværdi som grus.

Der er foretaget sedimentprøver i Tange Sø. Prøverne viser, at sedimentet primært består af sand og silt. De tykkeste lag ligger i det gamle hovedløb. Det vurderes, at der ligger omkring 3 mio. m³ sediment, hvoraf ca. 2,2 mio. m³ skal håndteres og afvandes. Sedimentet indeholder kun små mængder forurenende stoffer og kan deponeres lokalt.



KONSEKVENSER

PROJEKT- OG SAMFUNDSØKONOMI



Samlede projektudgifter: Figuren angiver de samlede projektudgifter, angivet i mio. kr. Søjlerne indeholder arealkøb, gravearbejde og nye anlæg, afværgeforanstaltninger, stianlæg, rådgivning, m.v. Værdi for salg af grus er fratrukket.

Til dækning af uforudsete udgifter er der desuden indregnet en reserve på 15%.

Drift og vedligehold, årligt: Figuren viser udgifter til drift og vedligehold af de nye anlæg (ristebygværk, broer, stier m.v.) og udgifter til administration o.lign, angivet som et årligt beløb, beregnet som en fast andel af anlægsudgifterne.

Tangeværket, elproduktion: Tangeværkets elproduktion afhænger af, hvor meget vand der kan ledes gennem værkets turbiner. Figuren viser Tangeværkets skønnede elproduktion opgjort i antal husstande. Værkets produktion i dag svarer til ca. 2500 husstandes gennemsnitsforbrug. Det er forudsat, at det nuværende produktionsapparat bevares.

Øget værdi af erhvervsfiskeri: Erhvervsfiskeri på Tange Sø og i Randers Fjord berøres af projektet. Fiskebestandenes størrelser i Tange Sø vil ændres ved etablering af en faunapassage. Samlet vurderes omløbsmodellerne kun at medføre en begrænset ændring for søens erhvervsfiskeri. Til gengæld vil Gudenåens laksefiskebestand blive større, og det vil øge erhvervsfiskeriet i Randers Fjord. Figuren viser den årlige samfundsøkonomiske værdi af de øgede indtægter i erhvervsfiskeriet i Randers Fjord angivet som et årligt beløb. Ændringerne forventes ikke at skabe nye arbejdspladser i erhvervsfiskeriet.

Øget værdi af turisme og lystfiskeri, Gudenåen: Forbedres passagemulighederne i Gudenåen ved Tangeværket, vil det gavne bestanden af laksefisk oven for Tange Sø. Her forventes en betydelig stigning i lystfiskeriet, og dette vil betyde en øget omsætning i lokalsamfundet – især fra den andel af lystfiskerne, som kommer langvejs fra for at fiske. Ved vurderingen er det forudsat, at modellerne giver forskellige vilkår for etablering af selvreproducerende fiskebestande. Værdiansættelse sker på baggrund af undersøgelser for tilsvarende områder og omfatter både indtægter fra fisketegn såvel som en øget omsætning i lokalsamfundet. Figuren viser den forventede samfundsøkonomiske værdi af den øgede lystfiskerturisme angivet som et årligt beløb.

For at gennemføre projektet skal der afholdes en række direkte udgifter til arealkøb, udgravning, etablering af nye anlæg m.v.

Projektet vil desuden ændre de økonomiske vilkår for udnyttelse af områdets ressourcer, herunder vandkraft, skovdrift og erhvervsfiskeri. Samtidigt vil de forbedrede passagemuligheder i Gudenåen fremme fiskebestandene og dermed skabe grundlag for øget turisme, som igen vil betyde øget omsætning i lokalsamfundet. Til gengæld vil model 10 samtidig forringe ejendomsværdien for en række boliger i området, da de mister udsigten til Tange Sø. Endelig vil projektet medføre en række miljømæssige konsekvenser, f.eks. for vandkvalitet, biodiversitet, friluftsliv m.v., som vil få betydning for lokalområdet.

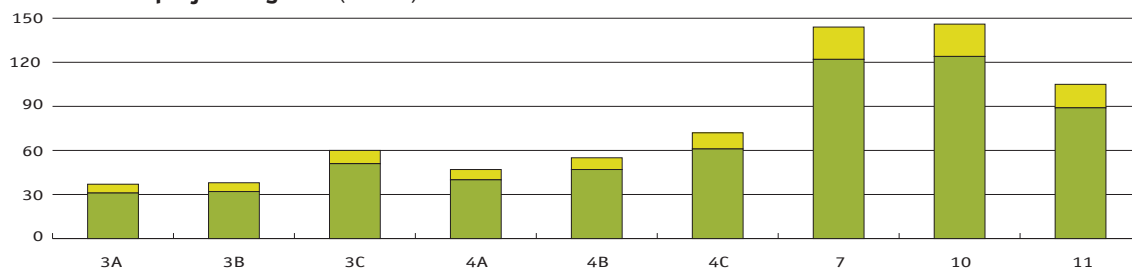
Disse økonomiske og miljømæssige konsekvenser berører ikke projektøkonomien direkte, men har betydning for befolkningen – samfundet – i bred forstand. Den samfundsøkonomiske analyse søger at værdisætte projektet ved både at vurdere de planlagte arbejder og de forventede konsekvenser for samfundet.

Værdi, potentiel udnyttelse eller ejerskab af et eventuelt blotlagt søareal indgår ikke i analyserne.

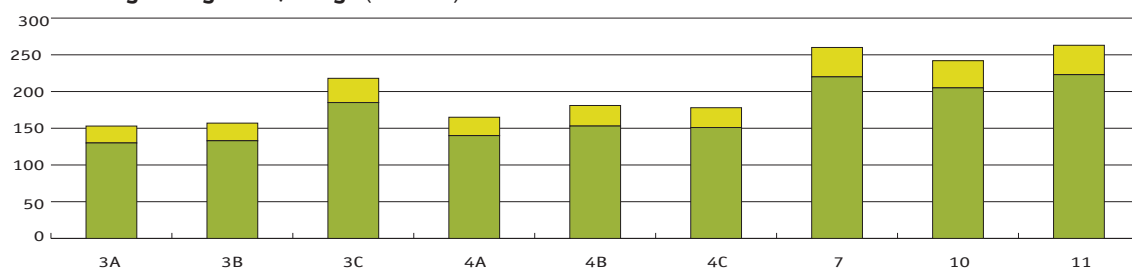
Sammenligning af modeller beskrevet i 2001, hhv. de nye modeller, er det væsentligste resultat, ikke de enkelte økonomiske værdier i modellerne.

- Værdi prisindeks 2001
- Indeksregulering til prisindeks 2007

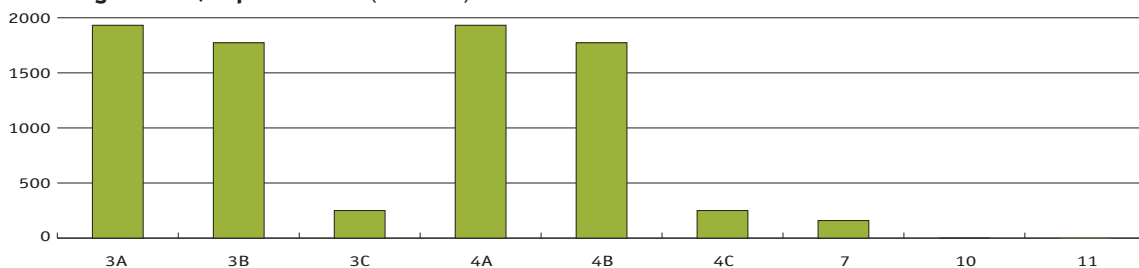
Samlede projektudgifter (mio. kr.)



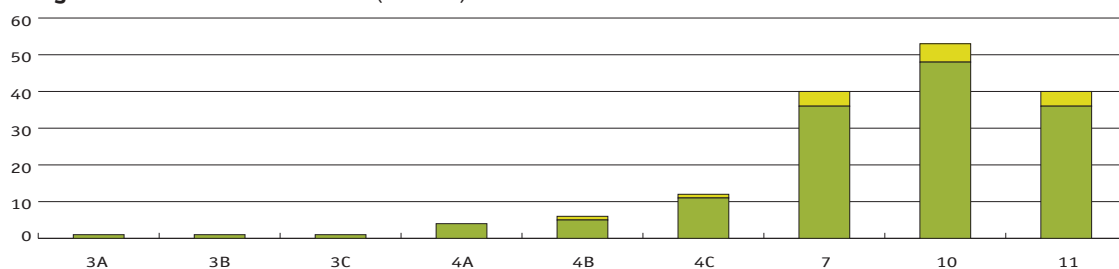
Drift og vedligehold, årligt (tusind kr.)



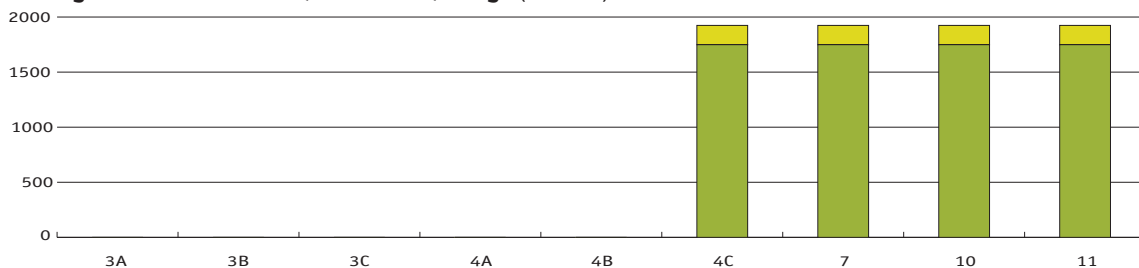
Tangeværket, elproduktion (husstande)



Øget værdi af erhvervsfiskeri (tusind kr)



Øget værdi af turisme, Gudenåen, årligt (tusind kr)



Der er ved prissættelse valgt samme prisindeks som for skitseprojektet fra 2001 for at give mulighed for at sammenholde modellerne indbyrdes. Resultaterne er desuden fremskrevet til 2007 niveau, for at muliggøre sammenligning med andre offentlige projekter i dag. Fremskrivningen er gjort således: Samlede projektudgifter samt Drift- og vedligehold er justeret efter Omkostningsindekset for anlæg - jordarbejde mv. fra Danmarks Statistik (18%, ultimo 2006). Øget værdi af erhvervsfiskeri samt Øget værdi af turisme er opgjort på baggrund Forbrugerprisindekset - hovedtal fra Danmarks Statistik (10%, ultimo 2006).

Baggrundsrapporter

Der er udarbejdet 12 baggrundsrapporter til det oprindelige skitseprojekt. I det supplerende beslutningsgrundlag er der yderligere udarbejdet to baggrundsrapporter for de nye modeller, samt en række bilagsrapporter som følger:

- **Eksisterende forhold**

beskriver eksisterende forhold i projektområdet

- **11 separate rapporter for modellerne 1-9 samt 10 og 11**

indeholder beskrivelser og konsekvensvurderinger for modellerne

- Håndtering og deponering af jord samt tidsplaner for projektførelse indeholder beregninger af jordmængder ved gennemførelse af de forskellige modeller undersøgt 2001
- Sedimentundersøgelse for søsediment i Tange Sø
- Bilagsrapport omkring Vandrammedirektivet
- Bilagsrapport omkring Natura 2000-direktiverne
- Bilagsrapport vedrørende den samfundsøkonomiske vurdering 2001
- Bilagsrapport vedrørende den samfundsøkonomiske vurdering 2007

- **Sammenfatning af skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket af 2001**

- **Øvrigt baggrundsmateriale**

Bilagsmateriale til de øvrige rapporter, indeholdende gydebanke-registrering, kapacitetsvurdering af Tangeværket, Gudenåcentralens kommentarer, orientering om Elmuseets forhold, overslag over meromkostninger for afsluttende stryg, geotekniske undersøgelser, undersøgelser omkring stoftransport i Gudenå og diverse øvrige bilag til arbejdsrapport om eksisterende forhold.

I skitseprojektet fra 2001 blev desuden udarbejdet en række visualiseringer af projektet bestående af:

- Oversigtsfotos med højde- og dybdekurver
- Før/efter billeder af udvalgte lokaliteter for model 1
- En overflyvningsfilm af nogle minutters varighed, hvor man følger det nye omløb i model 1b fra Kongensbro i syd til Tangeværket i nord.

