GUDENÅENS PASSAGE VED TANGEVÆRKET

- SAMMENFATNING AF SKITSEPROJEKT

MILJØMINISTERIET
FØDEVAREMINISTERIET

Titel
Gudenåens passage ved Tangeværket
- sammenfatning af skitseprojekt

Udarbejdet af
Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen
Fødevareministeriet

Bidragydere
Skov- og Naturstyrelsen
Fødevareministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser
Danmarks Fiskeriundersøgelser
Fiskeridirektoratet
Viborg Amt
Århus Amt
Vejle Amt
COWI
Rambøll

Design og grafik
COWI

Akvareller
Amsnæs Illustration Aps.

Fotos
Elmuseet, Danmarks Fiskeriundersøgelser
og COWI

Ortofoto
© Kampsax, Danmarks Digitale Ortofoto

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

Papir
Indhold: 130 g Silke Mat
Omslag: 250 g Silke Mat

Tryk
Kailow Graphic

Oplag
2.000 eksemplarer, 1. oplag

Internet
Publikationen kan også findes på www.sns.dk
og www.fvm.dk

ISBN 87-7279-425-9

Publikationen skal citeres med kildeangivelse.
Februar 2002

Miljøministeriet
Skov- og Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø
T: 39 47 20 00
E: sns@sns.dk
I: www.sns.dk

Fødevareministeriet
Holbergsgade 2
1057 København K
T: 33 92 33 01
E: fvm@fvm.dk
I: www.fvm.dk

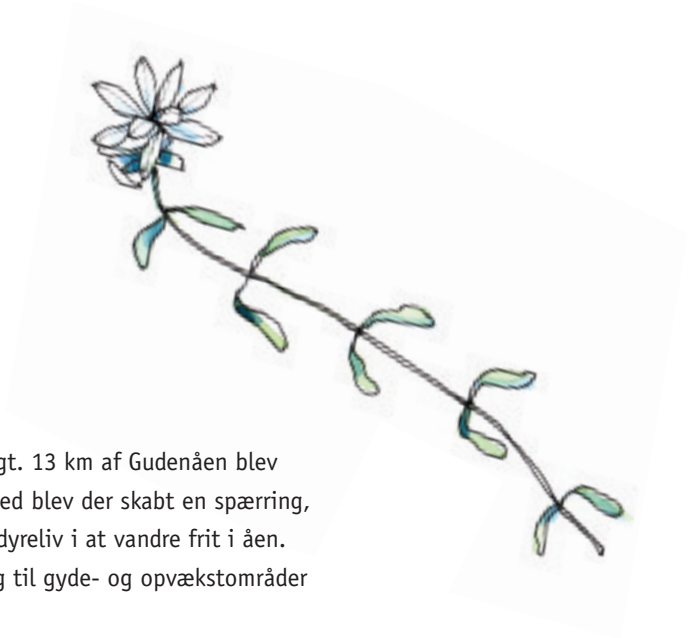
Publikationen er gratis
og kan fås ved henvendelse til:
Miljøbutikken
Information & Bøger
Læderstræde 1-3
1201 København K.
T: 33 95 40 00
F: 33 92 76 90
E: butik@mem.dk
I: www.mem.dk/butik

GUDENÅENS PASSAGE VED TANGEVÆRKET

- SAMMENFATNING AF SKITSEPROJEKT

INDHOLD

Forord	3
Resumé og konklusion	4
Baggrund og historik	6
Gudenåen og Tange Sø i dag	8
Overordnet projektbeskrivelse	12
Karakteristik af modellerne	16
Model 1	18
Model 2	20
Model 3/3.1	22
Model 4	24
Model 5/6	26
Model 7	28
Model 8	30
Model 9	32
Hvordan sammenlignes modellernes konsekvenser?	34
Anlæg	36
Vandløb, sø og næringsstoffer	38
Landskab, natur og kulturhistorie	40
Friluftsliv	42
Deponering	44
Projekt- og samfundsøkonomi	46
Guide til CD-rom	48



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 har vedtaget at forlænge koncessionen med 2 år. Det betyder, at der inden 2003 skal træffes beslutning om værkets fremtidige drift og en permanent løsning på Gudenåens passage ved værket.

Der har været nedsat en arbejdsgruppe, der skal undersøge forskellige løsningsmodeller til en faunapassage ved Tangeværket og Tange Sø.

Alle løsningsmodellerne forudsætter, at Tange Sø bevares. Resultatet af arbejdsgruppens undersøgelser er sammenfattet i denne rapport, der skal danne grundlag for en politisk beslutning om en løsning af Gudenåens passage ved Tangeværket og Tange Sø.

RESUMÉ OG KONKLUSION

Tangeværket, Gudenåen og Tange Sø

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 er nu oversvømmet af Tange Sø. Ændringerne medførte bl.a., at Gudenålaksen 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 nedstrømsliggende del af Gudenåen med organisk stof.

Tange Sø indeholder store rekreative værdier, og der knytter sig betydelige kulturhistoriske interesser til Tangeværket. Værkets elproduktion udgør i dag ca. 0,3 ‰ af den samlede danske produktion.

Forskellige løsningsmodeller til faunapassage

Arbejdsgruppen har valgt at undersøge 8 forskellige modeller for faunapassage og et forslag til restaurering af Gudenåen neden for Tangeværket. Der er for de fleste modeller undersøgt flere forskellige vandføringer.

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 varierer i længde, placering, dybde og karakter, men de kan groft deles op i tre kategorier: et **kort omløb**, et **mellemlangt omløb** og et **langt omløb**. 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. Uanset valg af de beskrevne løsningsmodeller fratages Tangeværket så meget vand, at virksomheden ifølge egne oplysninger ikke kan føres videre under de nuværende forhold.

Sammenligning af modellerne

På baggrund af denne undersøgelse er det arbejdsgruppens opfattelse:

- at valg af et **kort omløb** (model 3, og 3.1) kan sikre passage for opstrømstrækkende fisk som f.eks. ørred, helt og sandart. Et kort omløb vil ikke skabe grundlag for en selvreproducerende bestand af ørred og laks, fordi de stadig skal passere gennem Tange Sø. Vandkvaliteten i søen og i Gudenåen neden for søen forbedres ikke ved etablering af et kort stryg.
- at valg af et **mellemlangt omløb** (model 4, 5, 6 og 7) eller et **langt omløb** (model 1, 2 og 9) 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 4C giver en relativt billig løsning, men medfører beskedne forbedringer.
- at valg af de modeller (5 og 6), der indeholder en væsentlig sænkning af vandstanden i hele Tange Sø, giver væsentlige gener for mange lodsejere og sejladsen på søen.
- at de største forbedringer derfor opnås ved modellerne:
  - *1C (langt omløb fra Kongensbro med naturligt fald),*
  - *2C (langt omløb fra Kongensbro med udjævnet fald) og*
  - *7 (retablering af åens øverste 6 km samt omløb med udjævnet fald)*

  Disse modeller tillader selvreproducerende bestande af ørred og laks. Modellerne fører hovedparten af Gudenåens vandføring igennem omløbet. Herved undgås et nyt ristebygværk. Modellerne vil hurtigt forbedre vandkvaliteten i Tange Sø og Gudenåen neden for værket, men de vil betyde væsentlige forandringer i det eksisterende landskab. Der kan derudover opnås store forbedringer ved at kombinere den valgte løsning med model 8 (restaurering af Gudenåen nedstrøms værket).

Hvis man vælger at gennemføre en af de modeller, der giver de største forbedringer i forhold til udgifterne, vil arbejdsgruppen pege på model 7 sammen med model 8.

Gudenådalen 1878

Gudenådalen i dag

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 Gudenålaks blevet betragtet som uddød. Bestanden af havørreder i Gudenåen blev halveret som følge af Tangeværkets etablering.

I 1980 blev der bygget en ny fisketrappe ved Tangeværket for at forbedre fiskenes passage forbi værket. Trappen blev tildelt en vandføring på 150 l/sek. I 1993 blev der opsat et gitter neden for værket for at lede fiskene hen til fisketrappen og dermed forbedre passagen yderligere. Fisketrappen fungerer dog ikke særlig godt, og flere vandrefisk i Gudenå-systemet har fortsat vanskeligt ved at passere forbi Tangeværket. Selv om nogle havørreder finder igennem trappen, er antallet ikke tilstrækkeligt til at opretholde en selvreproducerende bestand af havørred oven for Tangeværket. Undersøgelser viser, at de fleste smolt ender som føde for rovfisk og fugle i Tange Sø. Desuden har de ungfisk af ørred (smolt), der gennem udsætninger produceres oven for værket vanskeligt ved at finde gennem søen på vandringen ned mod havet.

En beslutning skal tages i 2002

Den 8. januar 2001 udløb Tangeværkets oprindelige koncession til at udnytte vandkraften i Gudenåen. Det er ved lov bestemt at forlænge koncessionen i 2 år for i denne periode at få undersøgt forskellige muligheder for at forbedre passagen for Gudenåens dyreliv ved Tangeværket. I folketingsåret 2002-03 skal der fremsættes lovforslag om den fremtidige løsning for Tange Sø og Tangeværket.

Et væsentligt politisk krav i den sammenhæng er, at Tange Sø skal bevares, bl.a. på grund af de store rekreative interesser, som er knyttet til søen, herunder fiskeri, sejlads, fugleobservationer mv. Området ved Tange Sø er et populært udflugtsmål, og søen passeres hvert år af ca. 5.500 kanoer. Samtidig er der knyttet væsentlige kulturhistoriske interesser til Tangeværket, som har betydet, at værket er indstillet til bygningsfredning. Fredningssagen er endnu ikke igangsat.

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 årene 1918-1921.

Arbejdsgruppen og skitseprojekterne

De forskellige muligheder for at forbedre Gudenåens passage forbi Tangeværket er behandlet i en arbejdsgruppe, som består af repræsentanter fra:

- Skov- og Naturstyrelsen
- Danmarks Miljøundersøgelser
- Fødevareministeriet
- Danmarks Fiskeriundersøgelser
- Fiskeridirektoratet
- Viborg Amt
- Århus Amt
- Vejle Amt.

Arbejdsgruppens opgave er at tilvejebringe det faglige grundlag for den politiske beslutning om Gudenåens passage ved Tangeværket.

Arbejdsgruppen har valgt at undersøge 8 forskellige løsningsmodeller og et forslag om at retablere Gudenåen umiddelbart nedstrøms Tangeværket. Disse modeller og forslag er på de følgende sider beskrevet som en række skitseprojekter.

Det har været en forudsætning for arbejdsgruppens arbejde, at Tange Sø bevares. Arbejdsgruppen har derfor ikke behandlet muligheden for at tømme Tange Sø og genskabe Gudenåens oprindelige løb.

Konsekvenserne af de forskellige modeller er beskrevet og vurderet for bl.a. økonomi og anlægsarbejder, dyre- og plantelivet, landskabet i og omkring Gudenåen og Tange Sø m.v. Resultaterne af dette arbejde er sammenfattet i denne rapport. Den vedlagte cd-rom indeholder baggrundsmateriale med detaljerede beskrivelser og vurderinger i en række arbejdsrapporter.

GUDENÅEN OG TANGE SØ I DAG

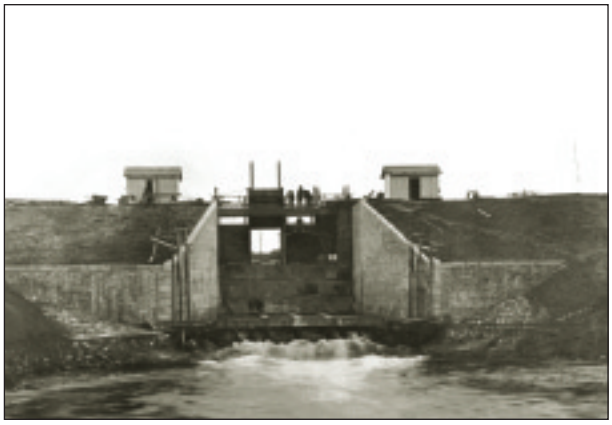
Tange Sø ligger mellem Silkeborg og Bjerringbro og gennemstrømmes af Gudenåen, Danmarks længste vandløb. Søen er kunstig og blev dannet i forbindelse med bygningen af Danmarks største vandkraftværk – Tangeværket. Fra 1921 og frem til i dag er der fremstillet elektricitet på værket.

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 algemængde 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.

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. Prammene 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 Danmarkshistorien, 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.

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 begyndte at erstatte dampen som drivkraft.

Ved Tange Sø findes flere bådklubber. Desuden besøger 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 friluftsaktiviteter 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 km^2. Heraf bidrager oplandet til Gudenåen med ca. 1.450 km^2 ved indløbet til søen. Den gennemsnitlige vandtilstrømning til søen er ca. 21 m^3/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)

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.

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 bækørred, ændre farve fra det brune med de karakteristiske røde pletter til et blankt udséende – 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, 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 Gudenålaks 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 m^2 i Gudenåen mellem Silkeborg Langsø og Tange Sø. På strækningen neden for Tange Sø blev der kun registreret ca. 100 m^2 egnede gydeområder.

Tange Sø og landskabet omkring er udpeget som et særligt beskyttelsesværdigt kulturmiljø i Viborg Amts regionplan 2000. Tange Søs 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 vårfluer. 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 sumpplanter, 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, skrubtudse, butsnudet og spidssnudet frø. I Gudenåen findes de rødlistede fiskearter søørred, havørred, bækørred, smerling, 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.

OVERORDNET PROJEKTBESKRIVELSE

Formålet med skitseprojektet er at belyse forskellige muligheder for at etablere en passage for Gudenåen forbi Tangeværket, samtidig med at Tange Sø bevares.

Der er undersøgt en række modeller for omløb, der skal lede en del af eller hele Gudenåens vandføring uden om Tangeværket og Tange Sø. Omløbet skal give mulighed for, at alle fiskearter og andre vandlevende dyr kan passere Tangeværket og Tange Sø.

Det overordnede mål med skitseprojektet er at tilvejebringe et beslutningsgrundlag for valg af en løsning af passageproblemet ved Tangeværket.

Valg af løsningsmodeller og modeloversigt

Skitseprojektet for faunapassage ved Tange Sø beskriver en række forskellige løsningsmodeller til etablering af et omløb uden om Tangeværket eller Tange Sø. De overordnede kriterier for udvælgelsen har været de biologiske forhold i Gudenåen, omløbet og Tange Sø samt påvirkning af landskabet og konsekvenser for vandføring og vandstande. Valget af disse modeller er sket ud fra de forslag, der gennem tiden har været fremme i offentligheden samt en række variationer af disse.

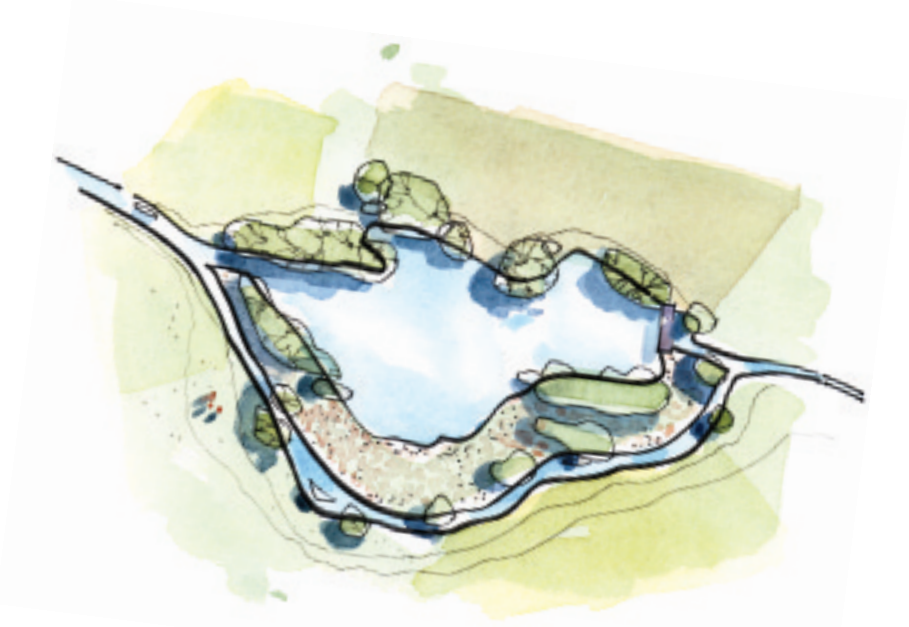
Forskellige tidligere forslag er blevet valgt fra på grundlag af en overordnet vurdering af deres konsekvenser og gennemførlighed. For eksempel er alle modelforslag med forløb på syd- og vestsiden af Tange Sø fravalgt, da det vil afskære adgangen til søen for mange lodsejere og hele Ans By.

I skitseprojekterne beskrives 8 forskellige løsningsmodeller til Gudenåens passage, og en model (model 8) beskriver retablering af Gudenåen på en kortere strækning nedstrøms værket. Formålet med at retablere Gudenåen 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.

Model 3 (kort omløb) har en variant, model 3.1. Model 3 har en hældning på ca. 4 ‰ og en længde på ca. 2,3 km. Model 3.1 har en hældning omkring 10 ‰ og en længde på ca. 1,1 km.

For model 1, 2 og 9 (langt omløb) er der beskrevet et hovedtracé (placering og forløb) samt et alternativt tracé langs bredden af Tange Sø, hvor omløbet passerer Ormstrup Skov. Baggrunden er, at terrænet på denne strækning stiger meget stejlt. Ved at placere omløbet i eller nær søen sikres en reduktion af anlægsarbejderne. I denne sammenfatning er tracé og værdier angivet for det tracé, der forløber i skoven.

Ved flere af de undersøgte modeller (2, 4, 5, 6 og 7) 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 vandløbs-



I skitseprojektet anvendes bl.a. udtrykket "omløb". Ved omløb forstås en kunstigt gravet vandløbsstrækning udenom Tange Sø/Tangeværket.

MODELOVERSIGT		VANDMÆNGDE I OMLØBET [1]			
		A	B	C	
1	Langt omløb fra Kongensbro med naturligt fald	15 %	30%	85%	
2	Langt omløb fra Kongensbro med udjævnet fald	15 %	30%	85%	
3 / 3.1	Kort stryg ved Frislusen	15%	30%	85%	
4	Omløb fra Ans med udjævnet fald	15%	30%	85%	
5 / 6	Sænkning af hele søfladen samt omløb i søbred fra Ans med naturligt/udjævnet fald	15%	30%	85%	
7	Retablering af åens øverste 6 km samt omløb med udjævnet fald				100%
8	Hævning af vandløbsbunden nedstrøms Tangeværket				
9	Sænkning af hele søfladen samt omløb fra Borre Å med naturligt fald	15%	30%	85%	

1) andel af Gudenåens vandføring

strækning med stejlt fald på 5 ‰ (svarende til 5 m vandspejlsfald fordelt over 1 km vandløb). I denne forbindelse oplyser Danmarks Fiskeriundersøgelser, at nogle fiskearter kan have vanskeligt ved at passere stryg, der over længere strækninger har et fald på 10 ‰ eller derover. Med henblik på at sikre passage for alle fiskearter bør strygene etableres med varieret fald på 5-10 ‰ og vandhastigheder, der ikke overstiger 1,5 m/sek.

For model 2, 4, 5, 6 og 7 under posterne "Udgravning af jordmængder" og "Entreprenørudgifter" er mængder og beløb beregnet for stryg med et fald på 5 ‰.

Nogle af løsningsmodellerne er så omfattende, at der réelt 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 omløbet

For at give gode betingelser for fisk, planter og smådyr i omløbet skal der skabes en naturlig variation i omløbets vandføring og størst mulig variation i omløbets bundforhold. Med naturlig variation forstås, at omløbets vandføring svinger med den aktuelle nedbør og varierer i samme takt som Gudenåen. Der skal mindst være en vandføring i omløbet på 4-5 m^3/sek. svarende til halvdelen af laveste sommervandføring i Gudenåen.

Der er for hver løsningsmodel 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. 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".

En række alternative muligheder og kombinationer er ikke belyst, f.eks. er model 4 og 7 alene belyst med udjævnet fald. Det skyldes, at beskrivelse af et tilsvarende omløb med naturligt fald i store træk ville give resultater og konsekvenser som i model 1.

Faldforhold

En model med naturligt (stejlt) fald vil få en naturlig vandløbsdynamik, som svarer til Gudenåens løb før etableringen af Tange Sø. Det "naturlige" fald svarer til 0,7-0,8 ‰ eller 0,7-0,8 m's fald pr. km omløb. En model med udjævnet (fladt) fald vil gøre projektet billigere, da der skal udgraves mindre jordmængder. Det "udjævnede" fald svarer til 0,3 ‰ eller 0,3 m pr. km.

Model 2, 4, 5, 6 og 7 afsluttes alle med et kort stryg for at udjævne højdeforskellen mellem omløbet og Gudenåens løb neden for Tangeværket.

Konsekvenser for landskabet

Bortset fra model 8 vil de undersøgte løsninger medføre større eller mindre landskabelige ændringer i området. De lange modeller med naturligt fald (model 1 og 9) vil resultere i meget store jordarbejder og ændringer i de nuværende terrænforhold, særligt langs Tange Søs nordøstlige bred.

Løsningerne 3, 3.1, 4, 5, 6, 7 og 9 indeholder endvidere ændringer i Tange Søs vandspejlshøjde og/eller areal.

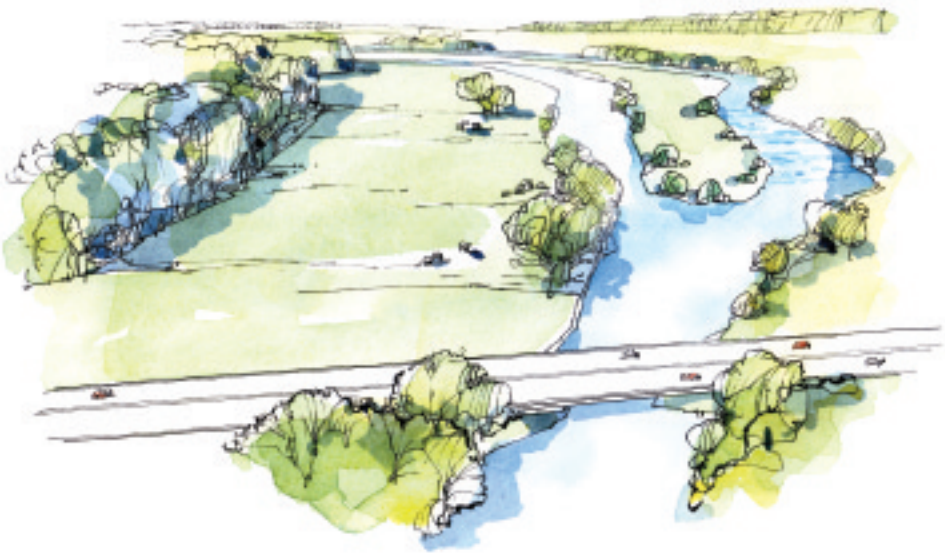
Tekniske anlæg

Hvor det 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 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

Omløbets længdeprofiler og tværsnit er i skitseprojekterne beskrevet ensartede. Dette er valgt for at kunne sammenholde de forskellige modeller og vandføringer mht. størrelsesordner, hydrauliske beregninger, anlæg og økonomi. Omløbets tværsnit er vist og beregnet med ret stejle skråninger. I en projekterings- og anlægsfase skal omløbets udformning naturligvis beskrives langt mere detaljeret, herunder skal udgravningerne tilpasses bedre til de eksisterende topografiske og landskabelige former, lokale hensyn o.s.v. 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.



Model 1 og 2 med høj vandføring (C) starter ved Kongensbro, hvor Gudenåen indsnævres umiddelbart nedstrøms indløbet til det nye omløb. Dette sikrer, at nedtrækkende fisk ledes gennem omløbet.

Hvis der vælges lavere vandmængder i omløbet for model 1 og 2 (A og B), vil det være nødvendigt at etablere et ristebygværk på tværs af Gudenåen, så nedtrækkende fisk ledes til det nye omløb og ikke til Tange Sø.

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 opstemmning på et vandløb, samtidig med at opstemningen kan bevares.

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. Som direkte sammenlignelige parametre er for hver model angivet følgende nøgletal:

- Grundlag for havørredbestand opstrøms Tangeværket (ja/nej/måske)
- Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet (skala fra 1 til 10)
- 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 emnebeskrivelserne sammenlignes disse nøgletal og øvrige parametre på tværs af modellerne. 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. Der er taget udgangspunkt i de forventede entreprenøromkostninger ved etablering af omløbet. Disse omkostninger er tillagt udgifter til arealerhvervelse, rådgivning, publikumsfaciliteter mm. Herved fremkommer det samlede anlægsoverslag for de vurderede løsninger. Detaljerede oplysninger herom findes i arbejdsrapporten "Samfundsøkonomisk Analyse".

En del af den råjord, der skal udgraves, består af grus og sand. Værdien heraf beskrives, da den kan have indflydelse på den samlede projektøkonomi, særligt for de lange modeller med stort udgravningsbehov.

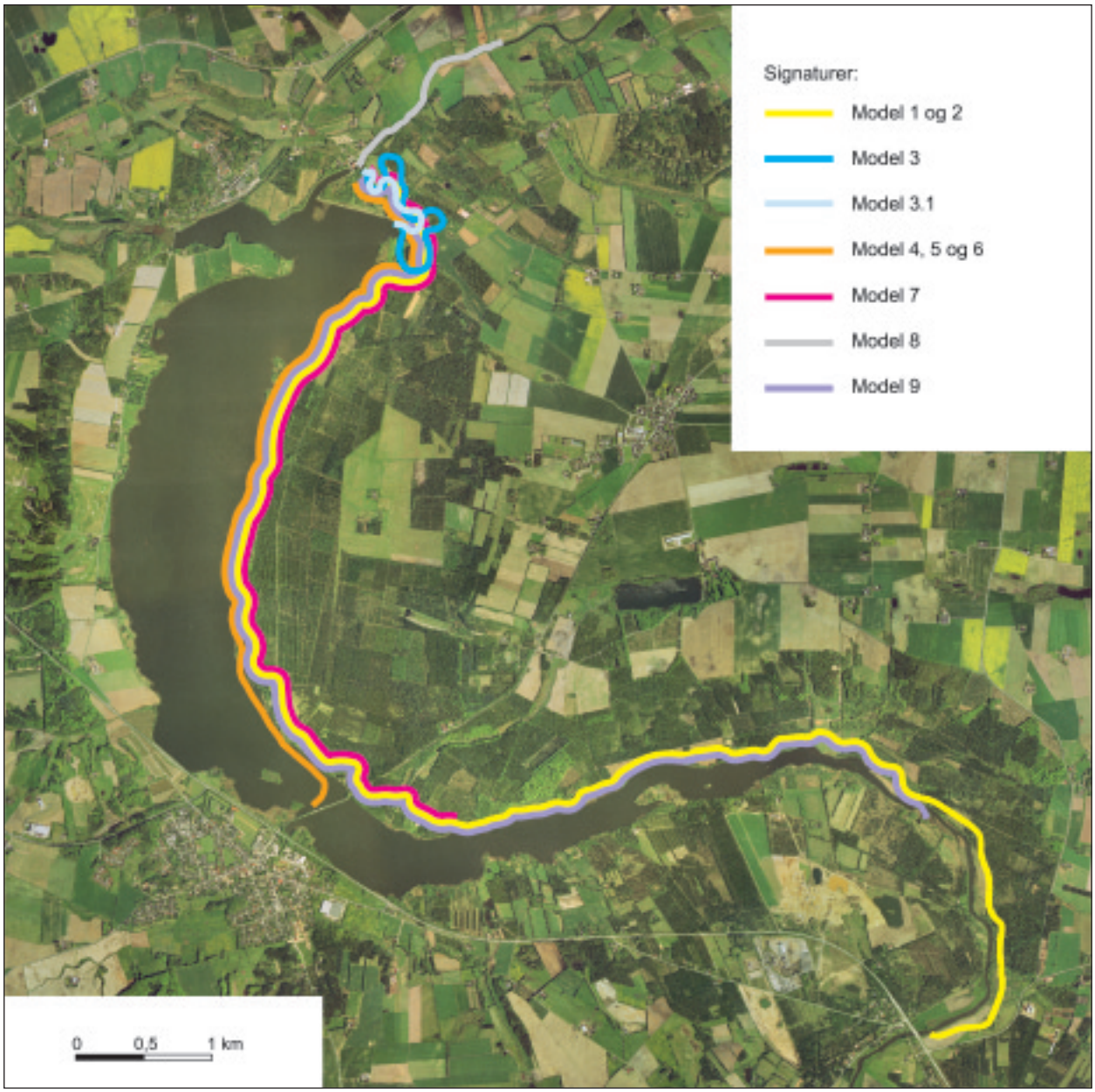
Kortgrundlag

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, anlæg- og jordarbejder. Nøjagtigheden ved det anvendte kortgrundlag forventes dog ikke at medføre en afvigelse større end ca. 5%.

KARAKTERISTIK AF MODELLERNE

Arbejdsgruppen har valgt at undersøge 8 forskellige modeller for faunapassage og et forslag til restaurering af Gudenåen neden for Tangeværket. For de fleste modeller er der undersøgt flere forskellige vandføringer.

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.



MODEL 1: LANGT OMLØB FRA KONGENSBRO MED NATURLIGT FALD

Modellen forløber fra Kongensbro til Tange langs hele Tange Sø og den del af Gudenåen, der er påvirket af søen. Formålet er at etablere en faunapassage uden om Tange Sø (s. 18).

MODEL 2: LANGT OMLØB FRA KONGENSBRO MED UDJÆVNET FALD

Model 2 anlægges med samme forløb som model 1, dog med udjævnet fald for at reducere jordarbejder og anlægsudgifter. Formålet er at etablere en faunapassage uden om Tange Sø (s. 20).

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).

MODEL 3.1: KORT STRYG MED 10 ‰ FALD VED FRISLUSEN

Modellen forløber fra Frislusedæmningen til Gudenåen nedstrøms Tangeværket. Formålet er det samme som model 3 men med minimale udgifter (s. 22).

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. 24).

MODEL 5: SÆNKNING AF HELE SØFLADEN SAMT OMLØB I SØBRED FRA ANS MED NATURLIGT 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. Søens vandspejl sænkes, og omløbet placeres i søbredden (s. 26).

MODEL 6: SÆNKNING AF HELE SØFLADEN SAMT OMLØB I SØBRED FRA ANS MED UDJÆVNET FALD

Model 6 udføres som model 5, men med udjævnet fald, for at reducere anlægsarbejderne i forhold til denne model. Formålet er at etablere en åstrækning uden om størstedelen af Tange Sø (s. 26).

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 udenom Tange Sø. Formålet er at etablere en faunapassage uden om Tange Sø (s. 28).

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. 30).

MODEL 9: SÆNKNING AF HELE SØFLADEN SAMT OMLØB FRA BORRE Å MED NATURLIGT FALD

Model 9 er en kortere variant af model 1 og forløber fra Borre Ås udløb langs hele Tange Sø. Dette kan gøres ved at sænke søens vandspejl med ca. 0,5 m. Formålet er at etablere en faunapasage uden om Tange Sø (s. 32).

MODEL 1

LANGT OMLØB FRA KONGENSBRO MED NATURLIGT FALD

Omløbets længde: 13,1 km

Gns. længdefald: 0,7 ‰

Stryg: Afsluttes uden stryg.

Vandspejl/areal for Tange Sø: Ændres ikke.

Model 1 omfatter etablering af et langt omløb fra Kongensbro langs nord- og østsiden af Tange Sø med udløb nedstrøms Tangeværket. Omløbet har naturligt fald på hele strækningen, og faldet er gennemsnitligt 0,7 ‰ (0,7 m pr. km). Omløbet udformes "naturligt" med vekslende bundforhold og vanddybde.

Nær Kongensbro vil indløbet fra Gudenåen til det nye omløb blive udført som en afgrening på åen. Der vil være en naturlig sammenhæng mellem variationen i vandstand og vandføring i Gudenåen og i omløbet.

Gennemføres Model 1, vil det betyde meget omfattende jordarbejder. Omløbet vil mod nord ligge dybt (op til 15 m lavere end nuværende terræn), hvilket svarer til dybden for den oprindelige Gudenå før etableringen af Tange Sø.

MODELDATA	1A	1B	1C
Bundbredden i omløbet (m)	8	10	25
Største ovenbredde i omløbet (m)	100	100	120
Middelvandføring i omløbet (m^3/s)	4,2	5,8	16,5
Udgravning af jordmængder (mio. m^3)	4,5	4,9	6,8

ØKONOMI	1A	1B	1C
Entreprenørudgifter (mio. kr.)	145	157	213
Stianlæg m.v. (mio. kr.)	10	10	10
Arealerhvervelse (mio. kr.)	18	19	25
Rådgivning og VVM (mio. kr.)	20	21	28
Grusindtægter (mio. kr.)	-18	-19	-24
Samlede omkostninger (mio. kr)	**175**	**188**	**252**

UDVALGTE NØGLETAL	Nu	1A	1B	1C
Grundlag for havørredbestand opstrøms Tangeværket	nej	måske	måske	ja
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet[1] (1-10)	1	5	5	8
Forventet sigtdybde[2] i Tange Sø (m)	1,4	1,4	1,4	1,5
Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr. år)	1,5	-0,2	-0,6	-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 1

Vandkvaliteten i Tange Sø forbedres, hvis næsten hele Gudenåens vand ledes uden om søen og gennem et omløb (1C). Det reducerer mængden af organisk stof i Gudenåen neden for Tange Sø. Søens vandkvalitet vil derimod ikke ændres væsentligt, hvis kun 15 eller 30 % (1A og 1B) af Gudenåens vand ledes gennem det nye omløb, fordi en betydelig del af Gudenåens næringsrige vand stadigvæk løber til søen.

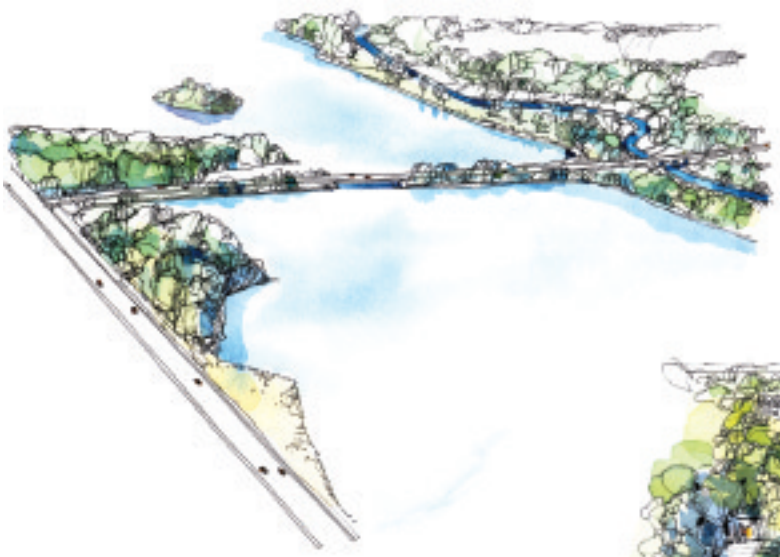
Transporten af næringsstoffer gennem Gudenåen neden for Tange Sø og til Randers Fjord vil øges, jo mere vand der ledes gennem omløbet. Det skyldes, at der ikke længere sker den samme tilbageholdelse af næringsstoffer i Tange Sø. Samtidig reduceres mængden af organisk stof fra søens algeproduktion, der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

Model 1C vil skabe **fri passage for alle fiskearter** uden om Tange Sø, og afstrømningen til omløbet vurderes at være stor nok til, at det ikke er nødvendigt at etablere et ristebygværk på tværs af Gudenåen. Afgitres der ved indløbet til Tange Sø, forhindres fiskene i at vandre mellem søen og Gudenåen. Model 1C forventes at skabe grundlag for en levedygtig havørredbestand på grund af omløbets store bundbredde med gyde- og opvækstområder. Det er mere usikkert, om det opnås ved model 1A og 1B. Det vurderes ligeledes, at kun Model 1C kan skabe grundlag for en selvreproducerende laksebestand.

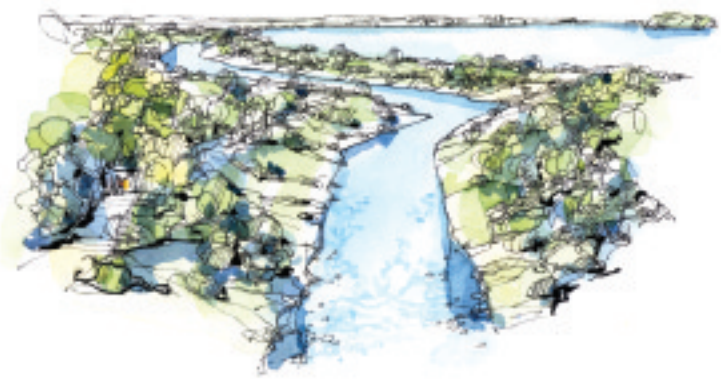
Omløbet vil give gode levevilkår for **vandløbets øvrige dyr og planter**. For model 1C vil der være gode nedstrøms passagemuligheder for smådyr. Omløbet vil give basis for udvikling af et alsidigt plante- og dyreliv, og der vil være gode forhold for selv de rentvandskrævende arter. Ledes en stor del af vandet uden om søen, vil vandplanter og smådyr trives bedre i Gudenåen neden for Tangeværket.

Vandløbskvaliteten i det nye omløb forventes at blive høj, da omløbet vil blive anlagt med naturligt fald. Det giver mulighed for at opnå en vandløbsstrækning med et fald og en udformning, der svarer til den oprindelige Gudenåstrækning. Der vil være gode muligheder for at etablere strækninger i omløbet med gyde- og opvækstområder for fisk.

Der er væsentlige lokale **landskabelige konsekvenser** ved at gennemføre model 1 som følge af omløbets udstrækning og dybe nedskæring i landskabet. Deponering af den opgravede jord kan også betyde større lokale landskabelige ændringer.



1.1 Det nye omløb (1B) føres under Ans Bro på østsiden af Tange Sø (set fra syd)



1.2 Omløbet gennem Gudenåcentralens Plantage set mod syd

MODEL 2

LANGT OMLØB FRA KONGENSBRO MED UDJÆVNET FALD

Omløbets længde: 13,1 km

Gns. længdefald: 0,3 ‰

Stryg: Afsluttes med et stryg med et fald på ca. 5 ‰.

Vandspejl/areal for Tange Sø: Ændres ikke.

Model 2 omfatter etablering af et langt omløb fra Kongensbro langs nord- og østsiden af Tange Sø med udløb nedstrøms Tangeværket. Bortset fra det afsluttende stryg har omløbet et udjævnet fald på hele strækningen på gennemsnitligt 0,3 ‰, hvilket svarer til 0,3 m pr. km. Omløbet udformes "naturligt" med vekslende bundforhold og vanddybde.

Nær Kongensbro vil indløbet fra Gudenåen til det nye omløb blive etableret som en afgrening på åen. Der vil være en naturlig sammenhæng mellem variationen i vandstand og vandføring i Gudenåen og omløbet.

Gennemføres Model 2, vil det betyde omfattende jordarbejder, som dog er mindre end ved model 1. Omløbet vil være placeret samme sted som model 1, men det vil ikke ligge så dybt under terræn. Til sidst falder omløbet stejlt i et stryg ned mod Gudenåen neden for Tangeværket.

MODELDATA	2A	2B	2C
Bundbredden i omløbet (m)	10	14	35
Største ovenbredde i omløbet (m)	70	80	100
Middelvandføring i omløbet (m^3/s)	4,2	5,8	16,5
Udgravning af jordmængder (mio. m^3)	2,7	2,8	4,7

ØKONOMI	2A	2B	2C
Entreprenørudgifter (mio. kr.)	99	106	162
Stianlæg m.v. (mio. kr.)	10	10	10
Arealerhvervelse (mio. kr.)	12	13	19
Rådgivning og VVM (mio. kr.)	17	15	22
Grusindtægter (mio. kr.)	-8	-9	-14
Samlede omkostninger (mio. kr)	**130**	**135**	**199**

UDVALGTE NØGLETAL	Nu	2A	2B	2C
Grundlag for havørredbestand opstrøms Tangeværket	nej	måske	måske	ja
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet[1] (1-10)	1	3	4	5
Forventet sigtdybde[2] i Tange Sø (m)	1,4	1,4	1,4	1,5
Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr. år)	1,5	-0,2	-0,6	-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 2

Vandkvaliteten i Tange Sø forbedres, hvis næsten hele Gudenåens vand ledes uden om søen og gennem et omløb (2C). Det reducerer mængden af organisk stof i Gudenåen neden for Tange Sø. Søens vandkvalitet vil derimod ikke ændres væsentligt, hvis kun 15 eller 30 % (2A og 2B) af Gudenåens vand ledes gennem det nye omløb, da en væsentlig del af Gudenåens næringsrige vand stadigvæk løber til søen.

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

Model 2C vil skabe **fri passage for alle fiskearter** uden om Tange Sø, og afstrømningen til omløbet vurderes at være stor nok til, at det ikke er nødvendigt at etablere et ristebygværk på tværs af Gudenåen. Afgitres der ved indløbet til Tange Sø, forhindres fiskene i at vandre mellem søen og Gudenåen. Model 2C forventes at skabe grundlag for en levedygtig havørredbestand på grund af omløbets store bundbredde med gyde- og opvækstområder, mens det er mere usikkert, om det opnås ved model 2A og 2B. Det vurderes ligeledes, at kun Model 2C kan skabe grundlag for en selvreproducerende laksebestand.

Omløbet vil give gode levevilkår for **vandløbets øvrige dyr og planter**. For model 2C vil der være gode nedstrøms passagemuligheder for smådyr. Omløbet vil give basis for udvikling af et alsidigt plante- og dyreliv, og der vil være gode forhold for selv de rentvandskrævende arter. Ledes en stor del af vandet udenom søen, vil vandplanter og smådyr trives bedre i Gudenåen neden for Tangeværket.

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

Der er væsentlige lokale **landskabelige konsekvenser** ved at gennemføre model 2 som følge af omløbets udstrækning og nedskæring i landskabet. Deponering af den opgravede jord kan også betyde større lokale landskabelige ændringer.

2.1 Omløbet set mod nordvest, hvor det passerer Frislusedæmningen før sammenløbet med Gudenåen neden for Tangeværket

2.2 Omløbet set mod syd gennem Gudenåcentralens Plantage efter passagen af Ans-Sahl vejen

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 etablering af et kort omløbsstryg, som starter fra nordøstsiden af Tange Sø med udløb neden for Tangeværket. Der er to varianter af model 3: Model 3 med et fald på ca. 4 ‰, der 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 Søs 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 mellemlange modeller skal der udføres mindre jordarbejder for at gennemføre model 3 og 3.1.

MODEL 3

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
Entreprenørudgifter (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 sigtdybde[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.

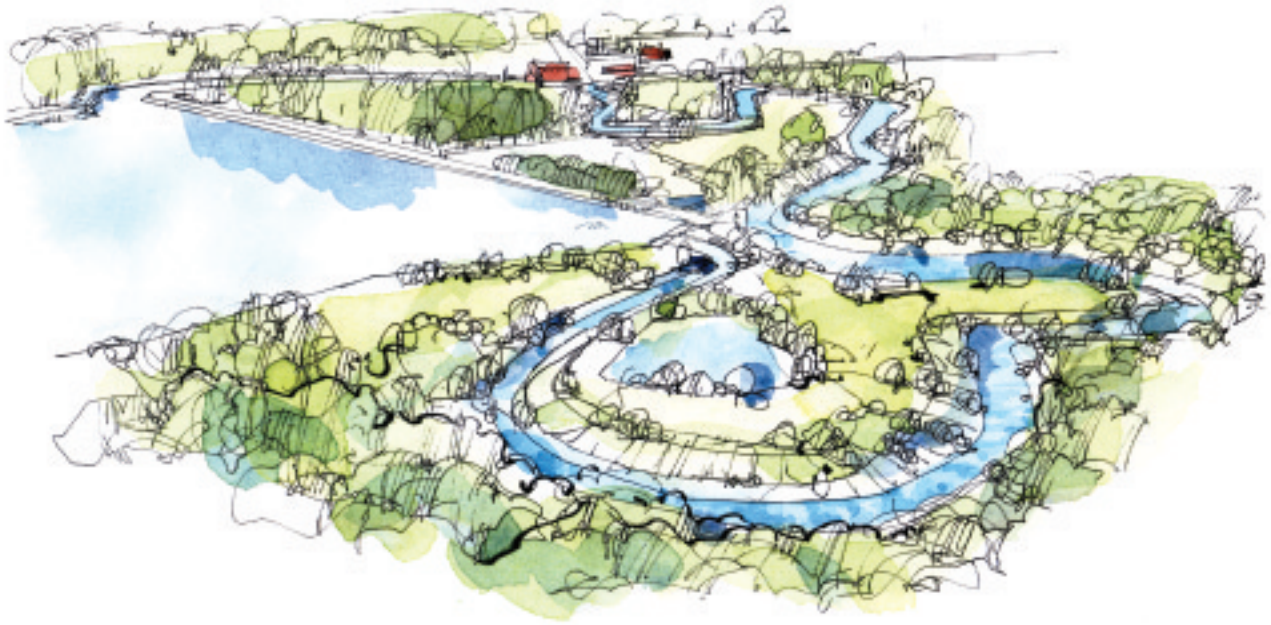
Transporten af næringsstoffer til Gudenåen neden for Tange Sø og Randers Fjord vil være den samme som i dag, da hele Gudenåens vandføring fortsat ledes gennem søen.

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 smoltdødelighed 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 omløbsstryg 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 stryg med et fald på ca. 5‰.

Vandspejl/areal for Tange Sø: Vandspejlet i Tange Sø kan variere med op til 40 cm.

Model 4 omfatter etablering af et omløb ud for Ans langs østsiden af 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. m3)	0,5	0,7	1,2

ØKONOMI	4A	4B	4C
Entreprenørudgifter (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 havørredbestand opstrøms Tangeværket	nej	nej	nej	ja
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet[1] (0-10)	1	2	2	3
Forventet sigtdybde[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.

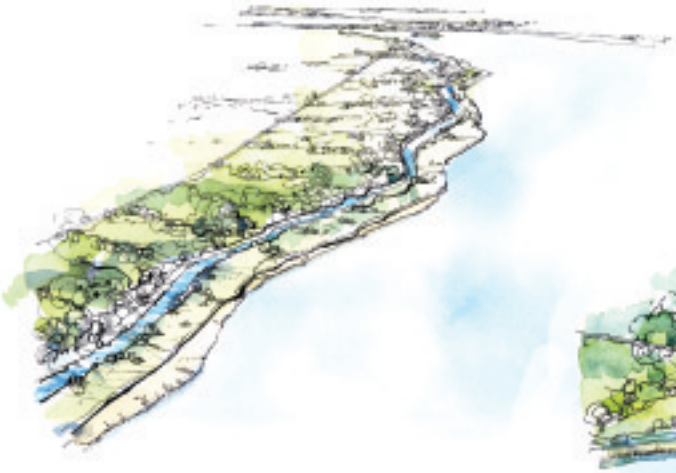
Transporten af næringsstoffer gennem Gudenåen neden for Tange Sø og til Randers Fjord vil øges, jo mere vand der ledes gennem omløbet. Det skyldes, at der ikke længere sker den samme tilbageholdelse af næringsstoffer i Tange Sø. Samtidig reduceres mængden af organisk stof, fra algeproduktionen i søen, 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 Ansdæmningen. Deponering af den opgravede jord kan også betyde lokale landskabelige ændringer.



4.1 Omløbet gennem Gudenåcentralens Plantage set mod syd

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

MODEL 5/6

SÆNKNING AF HELE SØFLADEN SAMT OMLØB I SØBRED FRA ANS MED NATURLIGT/ UDJÆVNET FALD

Omløbets længde: 6,1 km

Gns. længdefald: 0,8/0,3 ‰

Stryg: Afsluttes med et stryg med et fald på 5 ‰.

Vandspejl/areal for Tange Sø: Vandspejlet i Tange Sø sænkes med 75 cm. Det vanddækkede areal reduceres med ca. 62 ha.

Både model 5 og 6 omfatter etablering af et nyt omløb, der starter ud for Ans. Omløbet ligger delvist i den nuværende Tange Sø og langs østsiden af Tange Sø. I model 5 etableres omløbet med et naturligt fald på 0,8 ‰ (0,8 m pr. km) og i model 6 med et udjævnet fald på 0,3 ‰. Begge omløb afsluttes med et stryg, som anlægges med et fald på ca. 5 ‰ (5 m pr. km). Begge modeller betyder, at vandspejlet i Tange Sø sænkes med ca. 75 cm fra kote 13,55 til en middelkote på 12,80.

Gennemføres model 5 eller 6, vil det betyde, at der skal udføres jordarbejder af moderat omfang. Omløbet i model 5 sænkes gradvist i terrænet ned til ca. 8 m's dybde og afsluttes med et stejlt fald (stryg) mod Gudenåen nedstrøms Tangeværket.

MODELDATA	5A/6A	5B/6B	5C/6C
Bundbredden i omløbet (m)	6/10	20/24	35/40
Største ovenbredde i omløbet (m)	90/60	100/80	90/90
Middelvandføringen i omløbet (m^3/s)	4,2	5,8	16,5
Udgravning af jordmængder (mio. m^3)	0,8/0,5	1,1/0,8	1,7/1,2

ØKONOMI	5A/6A	5B/6B	5C/6C
Entreprenørudgifter (mio. kr.)	31/28	42/38	55/51
Stianlæg m.v. (mio. kr.)	5/5	5/5	5/5
Arealerhvervelse (mio. kr.)	4/3	5/4	7/5
Rådgivning og VVM (mio. kr.)	6/6	8/7	9/9
Grusindtægter (mio. kr.)	-5/-1	-9/-5	-12/-9
Samlede omkostninger (mio. kr.)	**41/41**	**51/49**	**64/61**

UDVALGTE NØGLETAL	Nu	5A/6A	5B/6B	5C/6C
Grundlag for havørredbestand opstrøms Tangeværket	nej	nej	nej	ja
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet[1] (1-10)	1	2/2	2/2	4/3
Forventet sigtdybde[2] i Tange Sø (m)	1,4	1,4	1,4	1,5
Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr. år)	1,5	-0,4	-0,8	-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 5/6

Vandkvaliteten i Tange Sø forbedres, hvis næsten hele Gudenåens vand ledes uden om søen og gennem et omløb (5C/6C). Dette reducerer mængden af organisk stof i Gudenåen neden for Tange Sø. Søens vandkvalitet vil derimod ikke ændres væsentligt, hvis kun 15 eller 30 % (5A/6A og 5B/6B) 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. Dette skyldes, at der ikke længere sker den samme tilbageholdelse af næringsstoffer i Tange Sø. Samtidig reduceres mængden af organisk stof fra algeproduktionen i søen og i Gudenåen nedenfor Tange Sø. Samlet set forventes der ingen væsentlig påvirkning af miljøtilstanden i Randers Fjord.

Model 5C/6C vil skabe **fri passage for alle fiskearter** uden om Tange Sø, og afstrømningen til 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. Det skønnes, at kun model 5C/6C kan skabe grundlag for en levedygtig havørred-bestand på grund af omløbets store bundbredde med gyde- og opvækstområder, mens det ikke gælder for de øvrige alternativer med lavere vandføring. Det vurderes ligeledes, at kun model 5C/6C kan skabe grundlag for en selvreproducerende laksebestand.

Omløbet vil give gode levevilkår for **vandløbets øvrige dyr og planter**. For model 5C/6C vil der være gode nedstrøms passagemuligheder for smådyr. Omløbet vil give basis for udvikling af et alsidigt plante- og dyreliv, og der vil være gode forhold for selv de rentvandskrævende arter. Ledes en stor del af vandet udenom søen, vil vandplanter og smådyr samtidig trives bedre i Gudenåen nedenfor Tangeværket.

Vandløbskvaliteten i det nye omløb forventes at blive moderat/god. I model 5 vil omløbet blive anlagt med naturligt fald, hvilket giver mulighed for en vandløbsstrækning med et fald og en udformning svarende til den oprindelige Gudenåstrækning. Der vil være gode muligheder for at etablere strækninger i omløbet med gyde- og opvækstområder for fisk. I model 6 vil omløbet få et mindre fald, hvilket reducerer mulighederne for etablering af gyde- og opvækstområder for fisk.

Der er **landskabelige konsekvenser** ved model 5 og 6 med hensyn til udgravninger. Der vil ske en opfyldning af dele af Tange Sø omkring Ans-dæmningen, som påvirker det eksisterende landskab. Sænkningen af vandspejlet i Tange Sø vil have landskabelige konsekvenser for alle de tilgrænsende arealer, da søoverfladen reduceres med ca. 62 ha svarende til ca. 11 %. Det betyder indskrænkede muligheder for sejlads. Søens tilgrænsende arealer vil ændre karakter, og deponering af den opgravede jord kan også betyde større lokale landskabelige ændringer.

5/6.1 Omløbet gennem Gudenåcentralens Plantage set mod sydøst

5/6.2 Indløb til det nye omløb med ristebygværk efter gennemløbet i Ansdæmningen set mod øst

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.

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

Entreprenørudgifter (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 havørredbestand opstrøms Tangeværket	nej	ja
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet[1] (1-10)	1	10
Forventet sigtdybde[3] 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 sigtdybden 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 væsenligt.

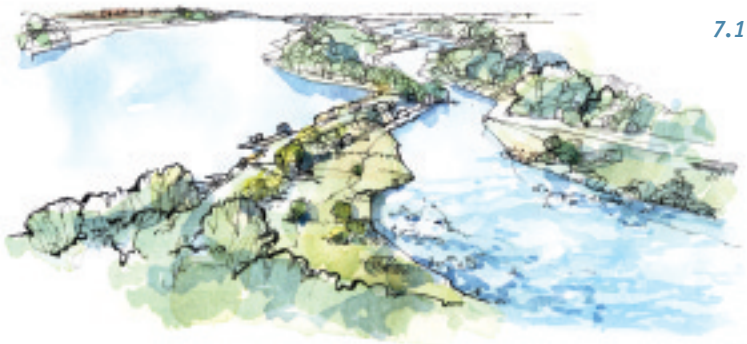
Transporten af næringsstoffer til Gudenåen nedstrøms Tange Sø og Randers Fjord vil øges ved model 7, da der ikke længere sker nogen tilbageholdelse i Tange Sø. Samtidig bliver tilledningen af organisk stof til Gudenåen fra Tange Sø meget lille. Samlet set forventes dog ingen væsentlig påvirkning af miljøtilstanden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

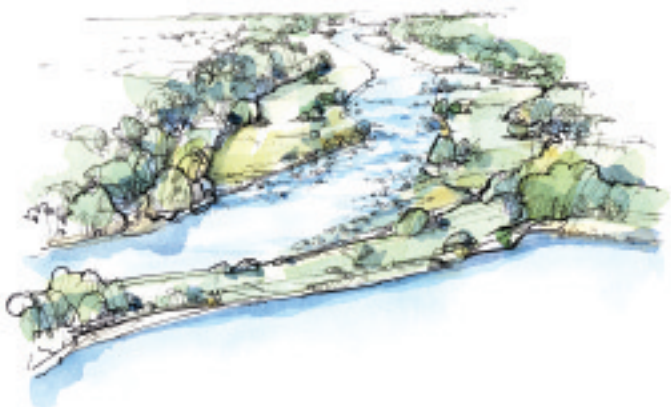
Vandløbskvaliteten i det nye omløb forventes at blive god. På grund af det udjævnede fald vil omløbet i model 7 dog ikke få samme naturlige og varierende vandløbskarakter som omløbet i model 1. Der vil være muligheder for etablering af gyde- og opvækstområder for fisk på strækninger i selve omløbet og ovenfor på den retablerede 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 hævning 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 entreprenørudgifterne, da hævningen af åbunden vil nedsætte behovet for udgravning i de øvrige modeller.

MODELDATA

Udlægning af grus i åbund (m^3)	15.000

ØKONOMI

Entreprenørudgifter (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 sommergennemsnit.

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 **vandløbets 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 opvækstområder 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 9

SÆNKNING AF HELE SØFLADEN SAMT OMLØB FRA BORRE Å MED NATURLIGT FALD

Omløbets længde: 10,8 km

Gns. længdefald: 0,8 ‰

Stryg: Afsluttes uden stryg.

Vandspejl/areal for Tange Sø: Vandspejlet i Tange Sø sænkes med 45 cm. Det vanddækkede areal reduceres med ca. 30 ha.

Model 9 omfatter sænkning af hele søfladen og etablering af et nyt omløb fra Borre Å langs nord- og østsiden af Tange Sø med udløb nedstrøms Tangeværket. Omløbet er lagt med naturligt fald på hele strækningen, og faldet er gennemsnitligt ca. 0,8 ‰ (0,8 m pr. km). Omløbet udformes "naturligt" med vekslende bundforhold og vanddybde.

Indløbet fra Gudenåen til det nye omløb sker ved Borre Å i form af en afgrening på åen. Når vandstanden samtidig sænkes i Tange Sø, vil vandføringen i det nye omløb variere naturligt med vandstanden og dermed vandføringen i Gudenåen.

For at gennemføre model 9 er det nødvendigt med omfattende jordarbejder. Omløbet vil mod nord ligge forholdsvist dybt i terrænet (op til 15 m), hvilket svarer til bunden af den oprindelige Gudenå.

MODELDATA	9A	9B	9C
Bundbredden i omløbet (m)	6	10	25
Størstel ovenbredde i omløbet (m)	110	120	130
Middelvandføringen i omløbet (m^3/s)	4,2	5,8	16,5
Udgravning af jordmængder (mio. m^3)	3,8	4,3	6,0

ØKONOMI	9A	9B	9C
Entreprenørudgifter (mio. kr.)	130	148	206
Stianlæg m.v. (mio. kr.)	9	9	9
Arealerhvervelse (mio. kr.)	15	17	22
Rådgivning og VVM (mio. kr.)	18	20	27
Grusindtægter (mio. kr.)	-17	-19	-24
Samlede omkostninger (mio. kr)	**155**	**175**	**240**

UDVALGTE NØGLETAL	Nu	9A	9B	9C
Grundlag for havørredbestand opstrøms Tangeværket	nej	måske	måske	ja
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet[1] (1-10)	1	4	5	6
Forventet sigtdybde[2] i Tange Sø (m)	1,4	1,4	1,4	1,5
Tangeværket, resultat af primær drift (mio. kr. år)	1,5	-0,4	-0,8	-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 9

Vandkvaliteten i Tange Sø forbedres, hvis næsten hele Gudenåens vand ledes uden om søen og gennem et omløb (9C). Det reducerer mængden af organisk stof i Gudenåen neden for Tange Sø. Søens vandkvalitet ændres derimod ikke væsentligt, hvis kun 15 eller 30 % (9A og 9B) af Gudenåens vand ledes gennem det nye omløb, fordi en betydelig del af Gudenåens næringsrige vand stadigvæk løber til søen.

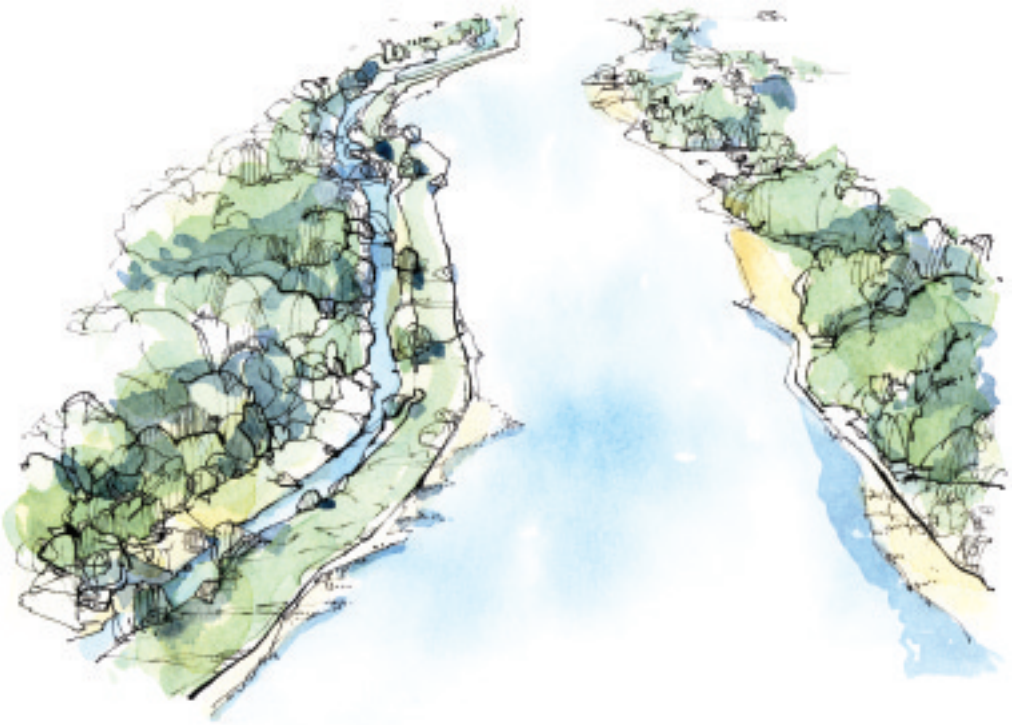
Transporten af næringsstoffer gennem Gudenåen neden for Tange Sø og til Randers Fjord vil øges, jo mere vand der ledes gennem omløbet. Det skyldes, at der ikke længere sker den samme tilbageholdelse af næringsstoffer i Tange Sø. Samtidig reduceres mængden af organisk stof fra algeproduktionen i søen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

Model 9C vil skabe **fri passage for alle fiskearter** uden om Tange Sø, og afstrømningen til omløbet vurderes at være stor nok til, at det ikke er nødvendigt at etablere et ristebygværk på tværs af Gudenåen. Afgitres der ved indløbet til Tange Sø, forhindres fiskene i at vandre mellem søen og Gudenåen. Model 9C forventes at skabe grundlag for en levedygtig havørrredbestand på grund af omløbets store bundbredde med gyde- og opvækstområder. Det er mere usikkert, om det opnås ved model 9A og 9B. Det vurderes ligeledes, at kun Model 9C kan skabe grundlag for en selvreproducerende laksebestand.

Omløbet vil give gode levevilkår for **vandløbets øvrige dyr og planter**. For model 9C vil der være gode nedstrøms passagemuligheder for smådyr. Omløbet vil give basis for udvikling af et alsidigt plante- og dyreliv, og der vil være gode forhold for selv de rentvandskrævende arter. Ledes en stor del af vandet uden om søen, vil vandplanter og smådyr trives bedre i Gudenåen neden for Tangeværket.

Vandløbskvaliteten i det nye omløb forventes at blive høj, da omløbet vil blive anlagt med naturligt fald. Dette giver mulighed for at opnå en vandløbsstrækning med et fald og en udformning, der svarer til den oprindelige Gudenåstrækning. Der vil være gode muligheder for at etablere strækninger i omløbet med gyde- og opvækstområder for fisk.

Der er væsentlige **landskabelige konsekvenser** ved at gennemføre model 9 som følge af omløbets udstrækning og dybe nedskæring i landskabet. Deponering af den opgravede jord kan også betyde større lokale landskabelige ændringer.



9.1 Omløbets passage af Ormstrup Skov langs opfyldningsområdet set mod øst

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 seks overordnede emner.

Ved at vælge et antal relevante nøgleparametre kan de enkelte modeller sammenlignes.

Konsekvenserne ved de enkelte modeller og vandførings-alternativer er blevet vurderet. Der er undersøgt en lang række emner, som tilsammen udgør grundlaget for en samlet vurdering af modellerne.

De store mængder af information om data og konse-kvenserne af at gennemføre skitseprojektet er overordnet gengivet under de enkelte beskrivelser af model 1-9.

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 beslutnings-processen.

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.

Der 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.

Seks emneområder – 26 parametre

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

- 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 figurerne

For de valgte parametre er der for hver model/alternativ vist en størrelsesorden i form af en søjle.

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.

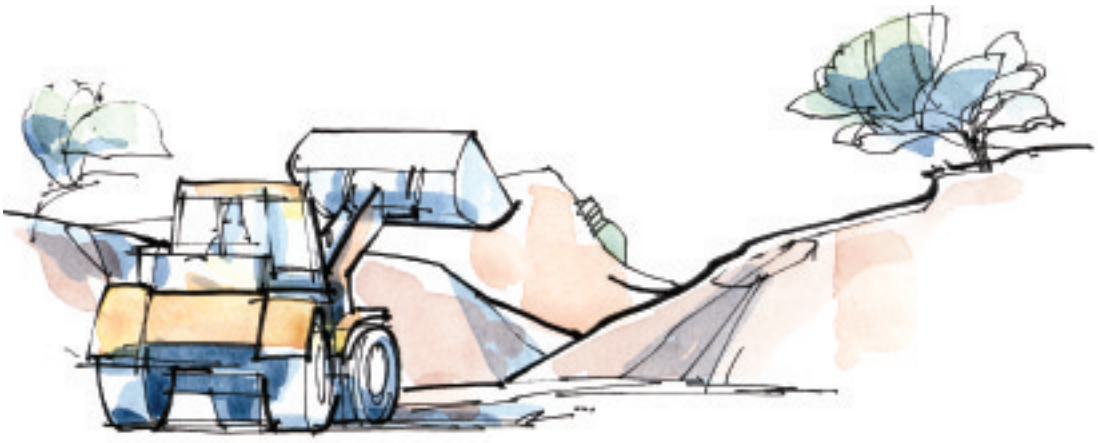
ANLÆG

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.



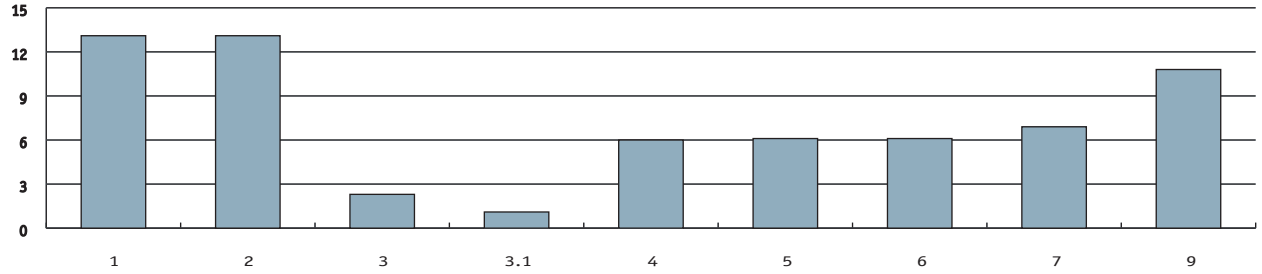
Omløbslængde: Beskriver den samlede længde af det aktuelle omløb i km målt fra indløbet til sammenløbet med Gudenåen nedenfor Tangeværket. Omløbslængden afhænger af modellen og varierer ikke for de enkelte vandføringsalternativer i hver model.

Udgravning af jord: Omfanget af gravearbejderne og dermed den udgravede jordmængde er opgjort i mio. m^3. 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.

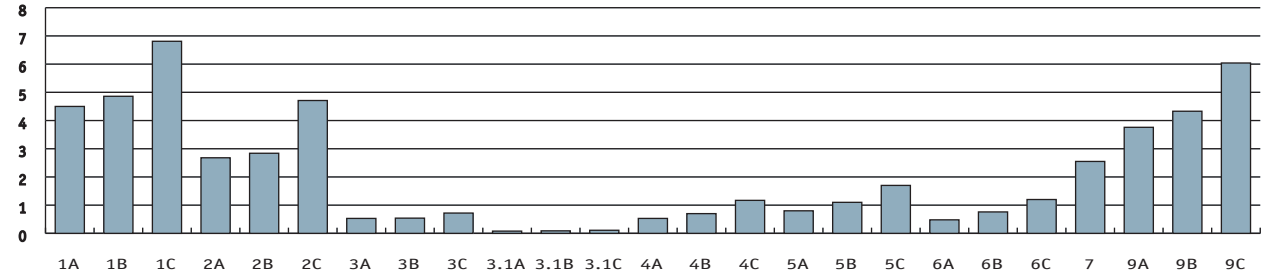
Anlægsareal: Anlægsarealet angives i hektar (ha) og viser det areal, som inddrages til omløbet. I anlægsarealet er medtaget arealer til skråninger, selve omløbet, dæmninger m.v. Det forventes, at det er nødvendigt at erhverve anlægsarealet. Arealer, der anvendes midlertidigt til arbejdsplads og lignende, 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 vandføringssalternativ 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 sejladsen i form af bygværkets tilstedeværelse.

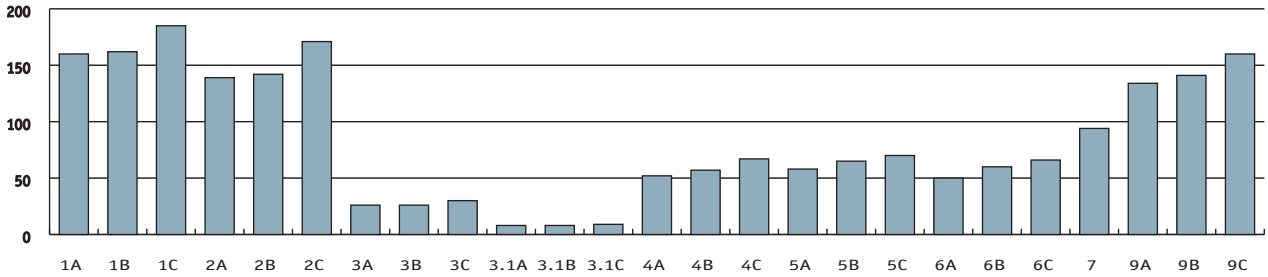
Omløbslængde (km)



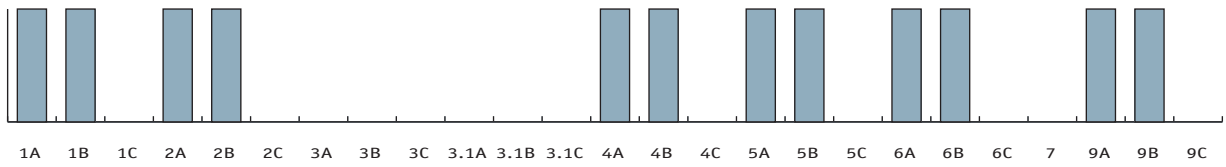
Udgravning af jord (mio. m^3)



Anlægsareal (ha)



Ristebygværk nødvendigt



VANDLØB, SØ OG NÆRINGS-STOFFER

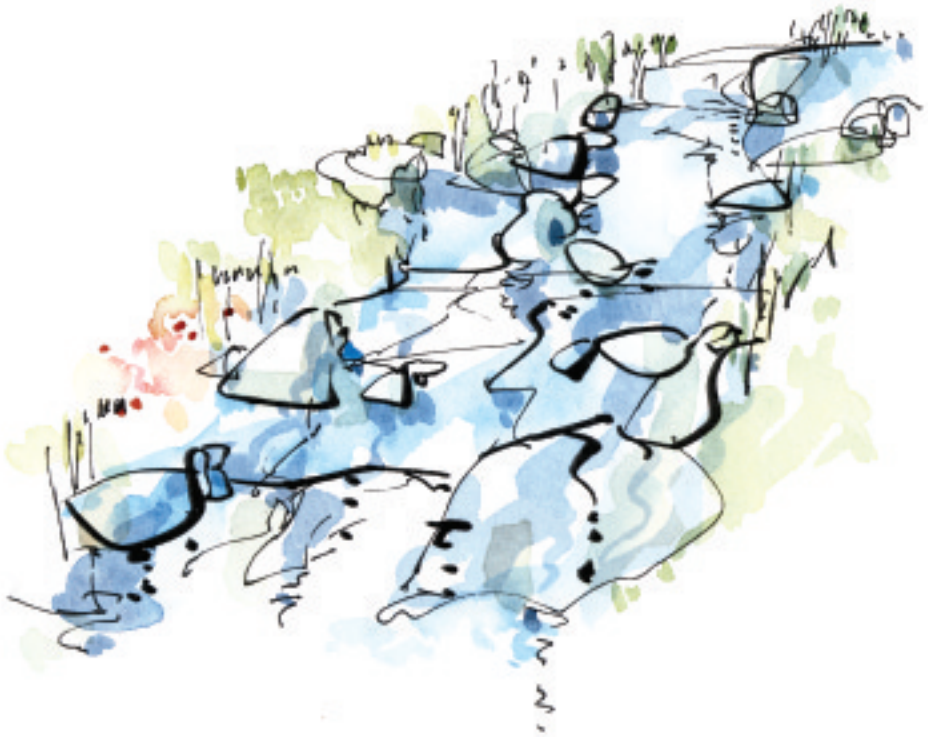
Her sammenlignes de fysiske og vandkvalitetsmæssige konsekvenser for Tange Sø, Gudenåen, det nye omløb og Randers Fjord.

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 nedenfor Tangeværket.

Følgende parametre sammenlignes:

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

Sigtdybden udtrykker vandets klarhed 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 udenom Tange Sø, des større sigtdybde kan forventes.



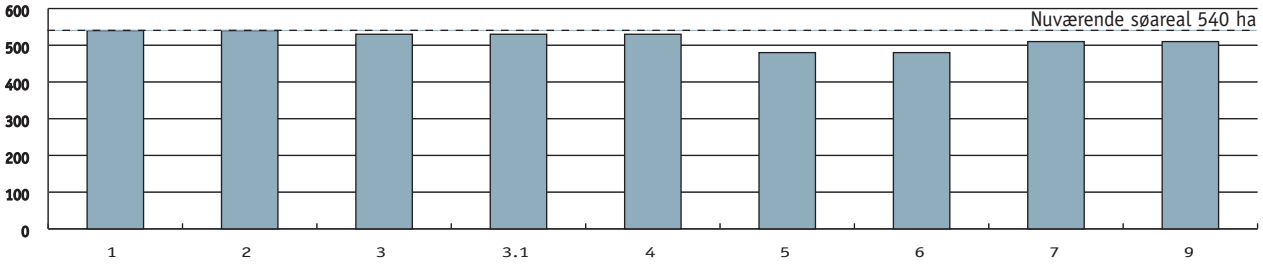
Tange Søs areal: Tange Søs areal er ca. 540 ha. På figuren vises, udtrykt i hektar, det fremtidige søareal ved gennemførelse af de forskellige modeller. Ved nogle af modellerne vil der ske en ændring af vandspejlsniveauet, og dermed ændres søens areal. For hver model er dette beskrevet ved søens samlede areal. Arealet vil generelt kun være afhængig af valg af model 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). Dog er model 7 undtaget, idet hele Gudenåens vandføring ledes gennem omløbet, samt model 8, som ikke indeholder et omløb men en restaurering af Gudenåen nedstrøms Tangeværket. Middelvandføringen udtrykker den gennemsnitlige vandføring over året.

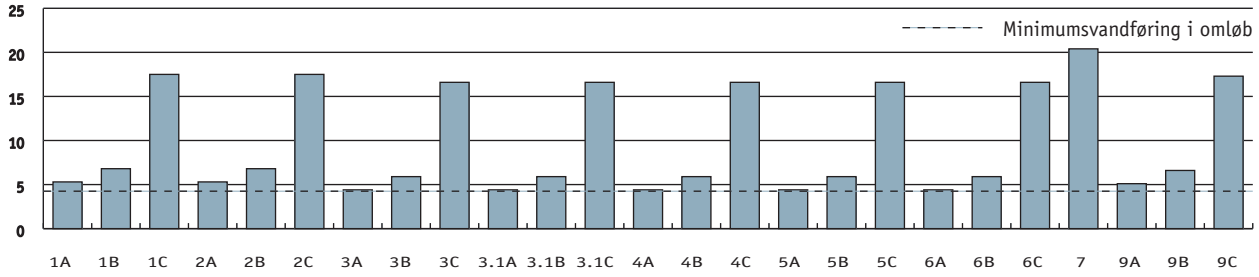
Sigtdybde i Tange Sø: Som et mål for vandkvaliteten i Tange Sø er den forventede sigtdybde om sommeren valgt. Det understreges, at værdierne er beregnet ud fra gennemsnitsbetragtninger, og at der naturligt vil forekomme variationer over årene. De viste sigtdybder svarer til den nuværende fosfortilførsel.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

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 betydning for vandkvaliteten neden for Tange Sø. I den nuværende situation påvirkes vandkvaliteten i Gudenåen nedstrøms Tangeværket 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.

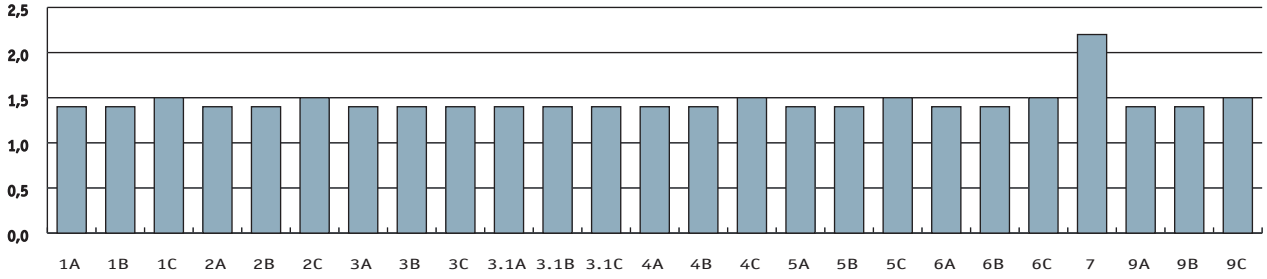
Tange Søs areal (ha)



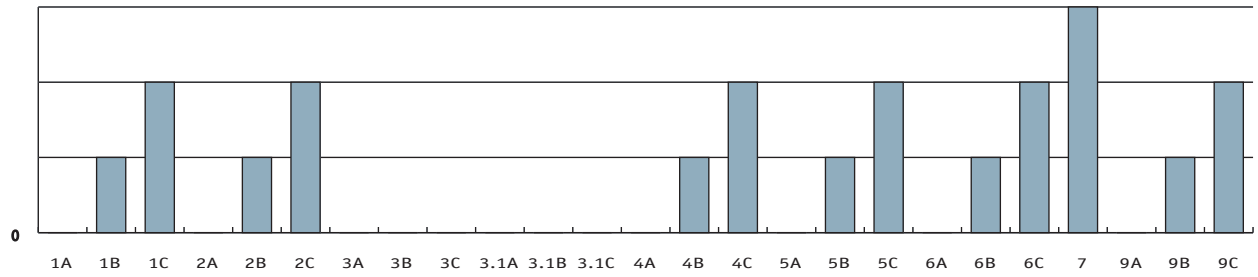
Middelvandføring i omløb (m^3/s)



Sigtdybde i Tange Sø (m)



Vandkvaliteten i Gudenåen neden for Tange Sø (Relativ skala)



LANDSKAB, NATUR OG KULTUR-HISTORIE

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.

Lokale landskabelige ændringer
Etablering af et nyt omløb vil lokalt ændre landskabet, bl.a. fordi vandløbet ligger dybt nedskåret i terrænnet ved nogle modeller. Under normale danske forhold ville et naturligt skabt vandløb på størrelse med Gudenåen ligge i en meget bred ådal.

Eksisterende naturområder på land
Viborg Amts registrering af beskyttede naturområder og Fussingø Statsskovdistrikts arealregistrering af skovtyper er anvendt i en samlet vurdering af, hvor mange hektar eksisterende natur der påvirkes.

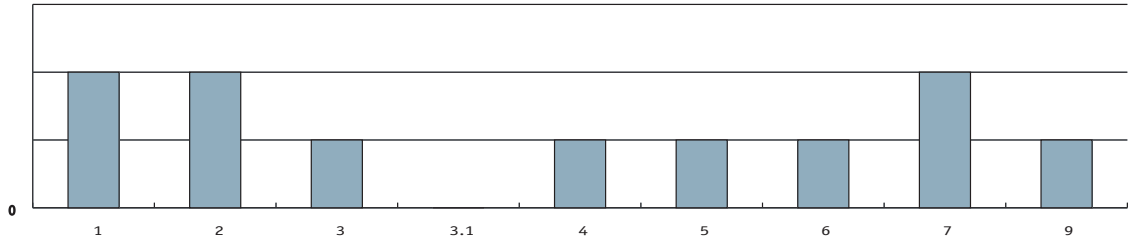
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet
Det nye omløb, Tange Sø og det øvrige Gudenåsystem er vurderet samlet som levested for fisk i relation til gydning, opvækst, fødesøgning og skjul m.v. Desuden er de fremtidige muligheder for nedtræk af smolt gennem Tange Sø/henholdsvis det nye omløb for Gudenåen og forbi Tangeværket vurderet.

Naturkvalitet i vandløb og søer
Naturkvalitet i vandløb og søer omfatter plante- og dyrelivet, f.eks. særligt rentvandskrævende dyrearter som døgnfluer og ørreder. Desuden tæller forekomst af rød- og gullistede arter af dyr og planter og en høj artsdiversitet. For søer gælder desuden indikatorer for vandkvalitet med i et samlet naturkvalitetsmål (sigtdybde, næringsstofindhold, forekomst af plante- og dyreplankton, undervandsplanter). Forekomst af særlige fugle- og fiskearter er også indikatorer for god/dårlig naturkvalitet.

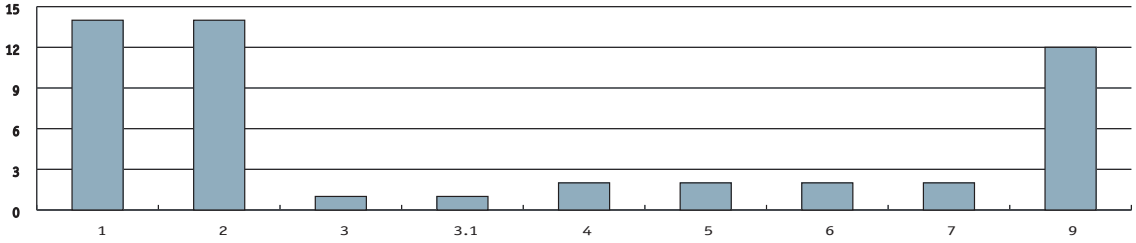
Naturkvalitet på land
Naturkvalitet på land omfatter dels de naturtyper, der kræver særlig beskyttelse (væld, artsrige enge og moser, gammel løvskov), dels rødlistede/gullistede arter af vilde dyr og planter. Den fremtidige naturkvalitet i området vil afhænge af pleje- og driftsplaner for naturområderne på land (f.eks. ekstensiv græsning/høslæt).

Kulturhistoriske og arkæologiske forhold
Området ved Tange Sø har været beboet siden ældre stenalder, og der er gjort mange arkæologiske fund. Der er stor sandsynlighed for, at gennemførelse af projektet vil blotlægge arkæologiske lag. Ændring af grundvandsforholdene kan derudover påvirke bevarelsen af materiale af arkæologisk interesse. Projektet vil også kunne påvirke kulturspor som jord- og stendiger, gravhøje og Tangeværket. Naturbeskyttelsesloven indeholder bestemmelser om beskyttelse af eksisterende sten- og jorddiger og fredede fortidsminder inkl. beskyttelseslinie.

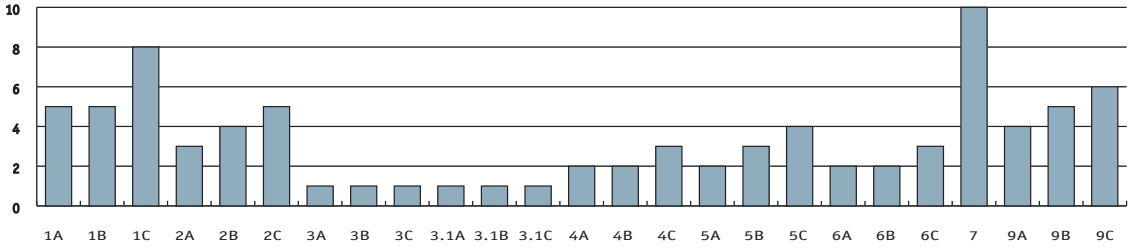
Lokale landskabelige ændringer (Relativ skala, uden stillingtagen til om ændringerne kan opfattes positivt eller negativt)



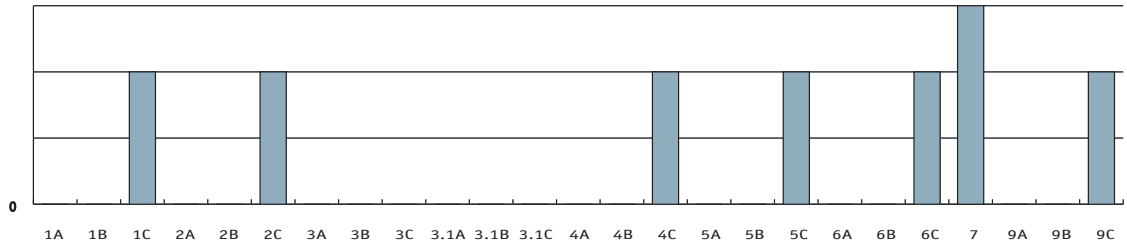
Eksisterende naturområder på land (ha)



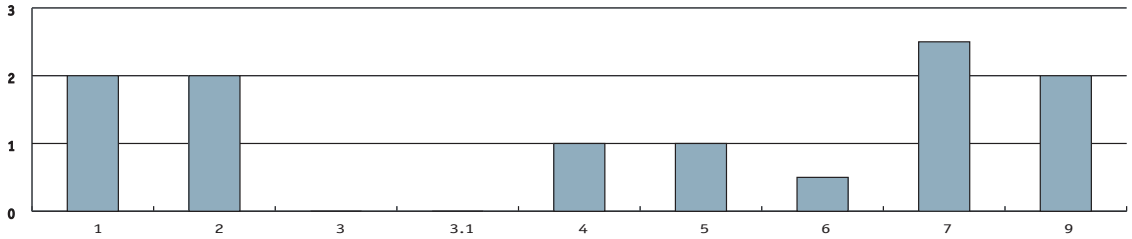
Nedtræk af smolt forbi Tangeværket på vej mod havet (Relativ skala)



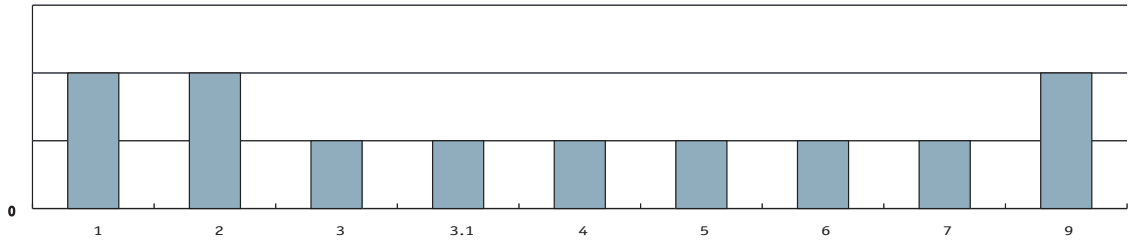
Naturkvalitet i vandløb og søer (Relativ skala, positiv påvirkning)



Naturkvalitet på land (Relativ skala, positiv påvirkning)



Kulturhistoriske og arkæologiske forhold (Relativ skala, negativ påvirkning)



FRILUFTSLIV

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

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. Derudover anses model 3.1 for at være uegnet til f.eks. kanosejlads på grund af længdefaldet.

Påvirkning af lystfiskeri i Gudenåen

Lystfiskeriet i Gudenåen opstrøms Tangeværket påvirkes i høj grad af etableringen af et omløb og dermed forbedring af smoltnedtræk 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.

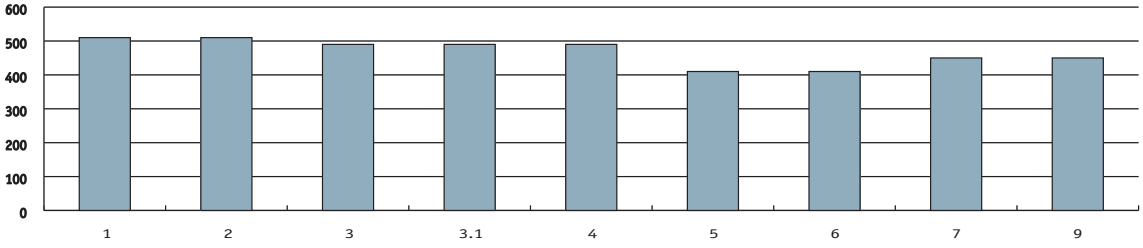
Påvirkningen af lystfiskeriet er på figuren vist med en relativ skala for de enkelte modeller. Vurderingen er sket ud fra den samlede påvirkning ved etableringen af den enkelte model.

Påvirkning af lystfiskeri i Tange Sø

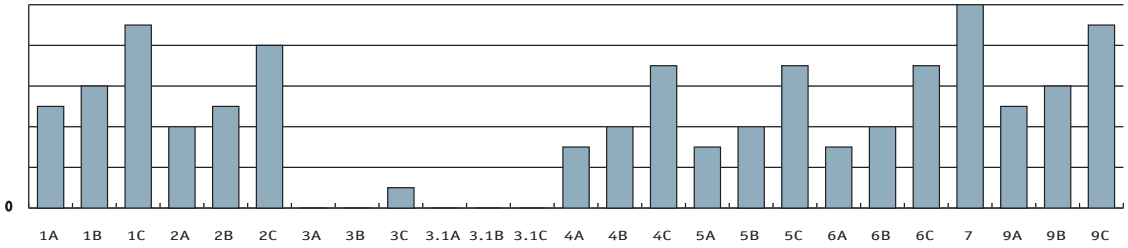
Lystfiskeriet i Tange Sø vil i mindre grad blive påvirket af etablering af et omløb og af, at en del af Gudenåens vandføring ledes uden om søen. Det er dog usikkert, hvordan bestanden af ål og helt vil udvikle sig i Tange Sø ved etablering af modeller med ristebygværk og dæmning ved indløbet. Overordnet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

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.

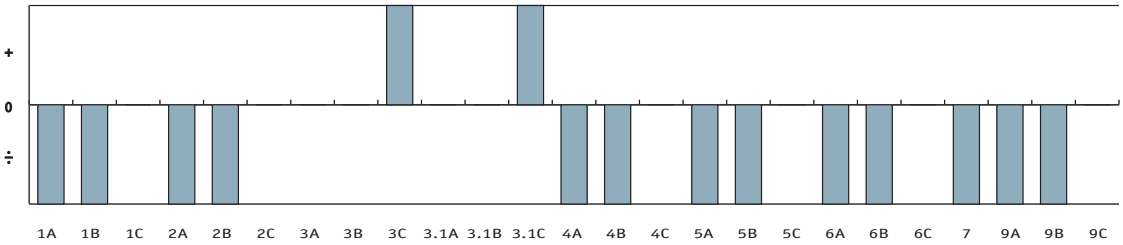
Sejladsforhold, søflade med dybde>0,5 m (ha)



Påvirkning af lystfiskeri i Gudenåen (Relativ skala, hhv. positiv påvirkning)



Påvirkning af lystfiskeri i Tange Sø (Relativ skala, positiv hhv. negativ påvirkning)



DEPONERING

Ved udgravning af omløbet 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.

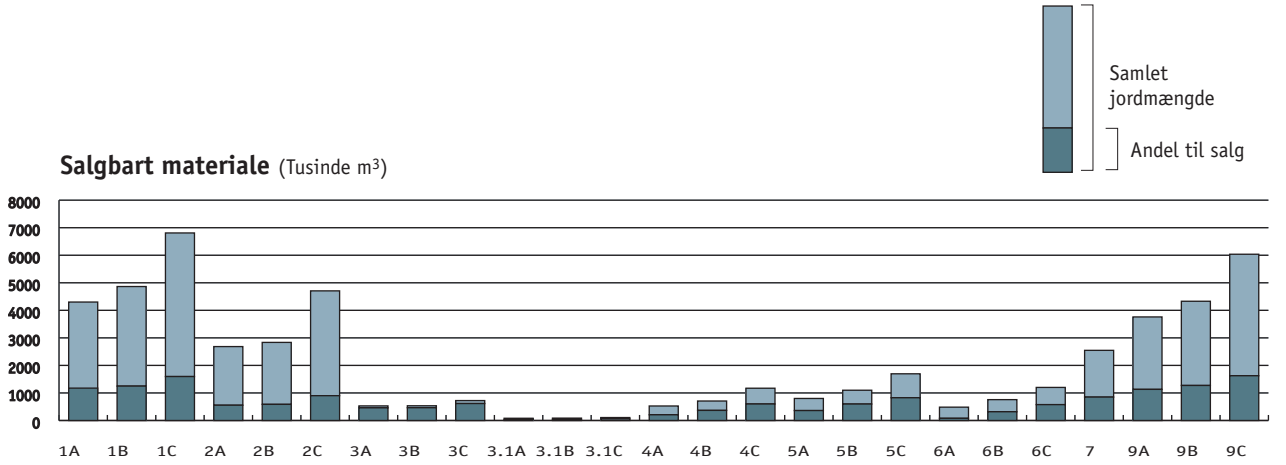
Prøvegravninger i projektområdet mellem Ans og Tangeværket har vist, at de salgbare grovkornede jordmængder findes på strækninger i den nordlige del af Gudenåcentralens Plantage fra et par kilometer nord for Ans-dæmningen til Tangeværket. For de øvrige strækninger vil det opgravede materiale først og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

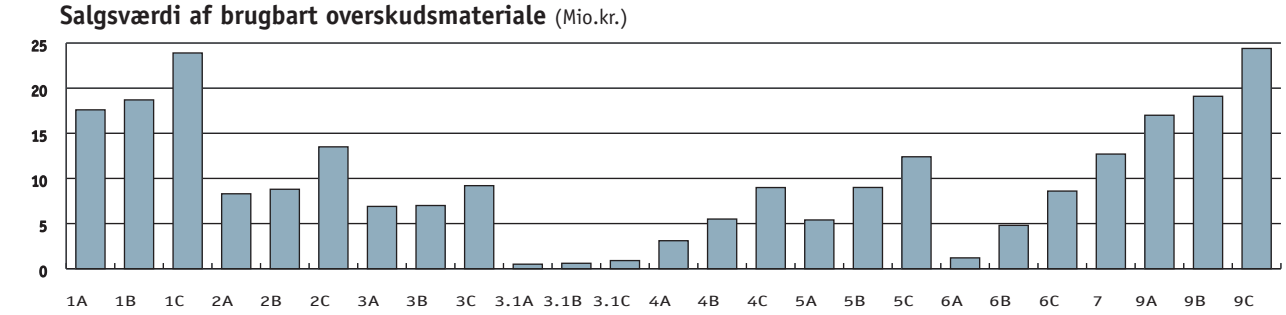
Salgbart materiale: Den salgbare del af det opgravede materiale udgør varierende andele af den samlede jordmængde for de enkelte modeller. Figuren viser, hvor meget grus (angivet i m^3) der forventes at kunne indvindes og sælges sammenholdt med den samlede jordmængde.

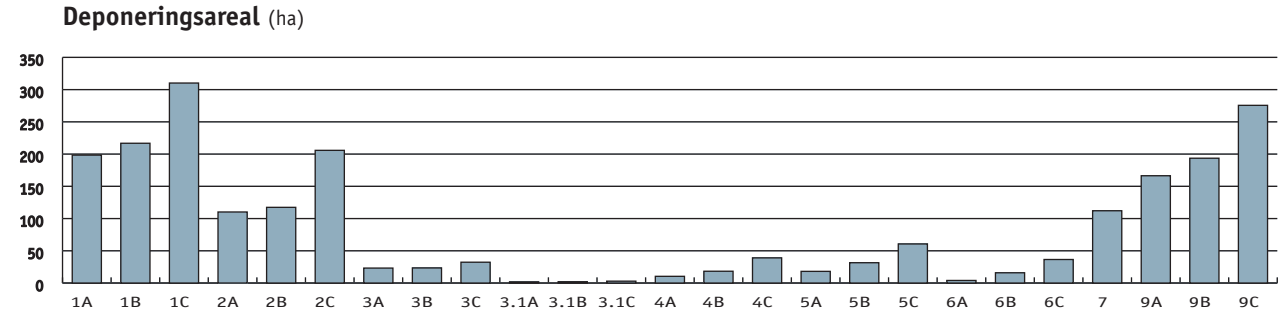
Salgsværdi af brugbart overskudsmateriale: Den del af det brugbare grusmateriale, som ikke anvendes i projektet (overskudsgrus), vil ved salg skabe en indtægt for projektet. Afhængigt af grusets kvalitet vil overskudsmaterialet kunne anvendes til beton- og asfaltarbejder som stabiltgrus eller tilsvarende. 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.

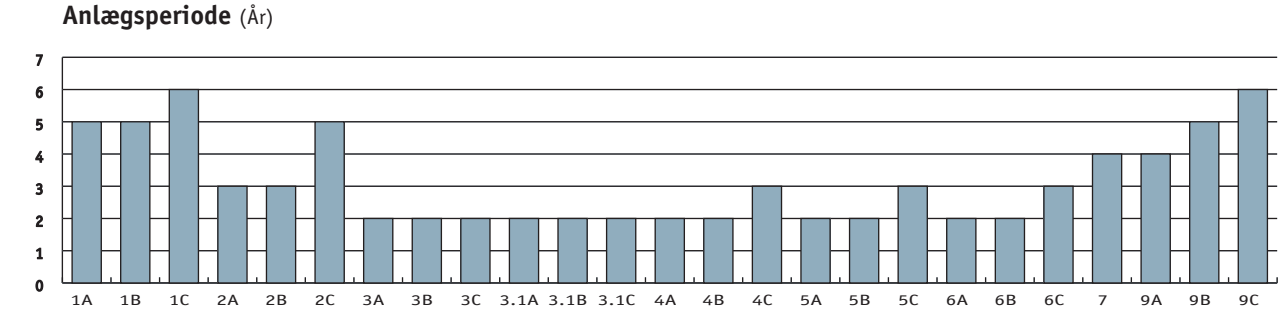
Deponeringsareal: Det overskudsmateriale, som ikke kan anvendes i projektet eller videresælges, skal deponeres. Det vil typisk dreje sig om sand, ler, silt mv. For flere modeller skal der deponeres så store mængder materiale, at deponeringen vil give betydelige konsekvenser for landskabet i deponeringsområdet. Figuren viser størrelsen af det depotområde (angivet i hektar), som forventes anvendt til midlertidig og permanent deponering for de enkelte modeller. 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.


Samlet jordmængde
Andel til salg
Salgbart materiale (Tusinde m3)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
1A 1B 1C 2A 2B 2C 3A 3B 3C 3.1A 3.1B 3.1C 4A 4B 4C 5A 5B 5C 6A 6B 6C 7 9A 9B 9C


Salgsværdi af brugbart overskudsmateriale (Mio.kr.)
25
20
15
10
5
0
1A 1B 1C 2A 2B 2C 3A 3B 3C 3.1A 3.1B 3.1C 4A 4B 4C 5A 5B 5C 6A 6B 6C 7 9A 9B 9C


Deponeringsareal (ha)
350
300
250
200
150
100
50
0
1A 1B 1C 2A 2B 2C 3A 3B 3C 3.1A 3.1B 3.1C 4A 4B 4C 5A 5B 5C 6A 6B 6C 7 9A 9B 9C


Anlægsperiode (År)
7
6
5
4
3
2
1
0
1A 1B 1C 2A 2B 2C 3A 3B 3C 3.1A 3.1B 3.1C 4A 4B 4C 5A 5B 5C 6A 6B 6C 7 9A 9B 9C

PROJEKT- OG SAMFUNDS-ØKONOMI

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.

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 de har i høj grad 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.

Samlede projektudgifter: Figuren angiver de samlede projektudgifter. 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%. De totale anlægsudgifter er angivet i mio. kr.

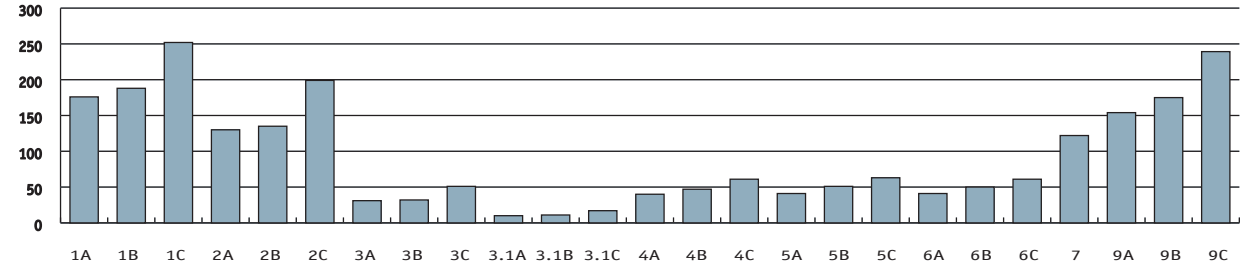
Drift og vedligehold, årligt: Figuren viser udgifter til drift og vedligehold af de nye anlæg (ristebygværk, broer, stier m.v.) og udgifter til administration o.lign. Drift- og vedligeholdelsesudgifter er angivet som et årligt beløb i tusinde kr. beregnet som en fast andel af anlægsudgifterne.

Tangeværket, elproduktion: Tangeværkets elproduktion afhænger af, hvor meget vand der kan ledes gennem værkets turbiner. Jo mere vand der ledes uden om værket gennem det nye omløb, des mindre el kan der produceres. 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.

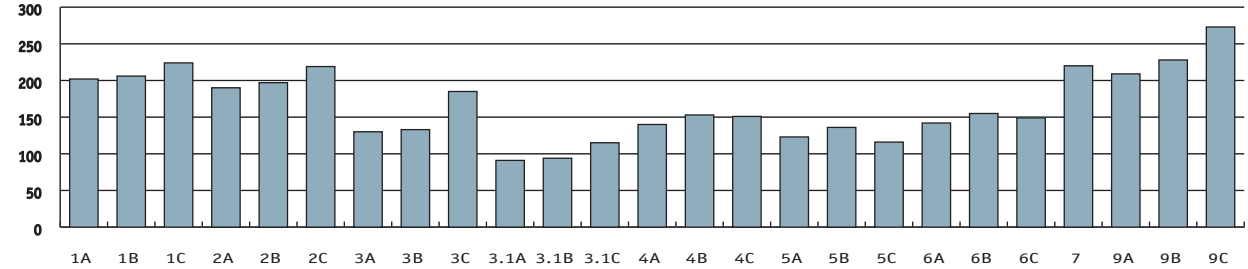
Øget værdi af erhvervsfiskeri: Erhvervsfiskeriet på Tange Sø og i Randers Fjord berøres af projektet. Fiskebestandenes størrelser i Tange Sø vil ændres ved etablering af en faunapassage. Samlet vurderes det dog kun at medføre en begrænset ændring for søens erhvervsfiskeri. Til gengæld vil Gudenåens laksefiskebestand 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 i tusinde kr. Ændringerne er dog ikke så store, at der forventes skabt nye arbejdspladser i erhvervsfiskeriet som følge af projektet.

Øget værdi af turisme og lystfiskeri, Gudenåen: Forbedres passagemulighederne i Gudenåen ved Tangeværket, vil det gavne bestanden af laksefisk ovenfor 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 i tusinde kr.

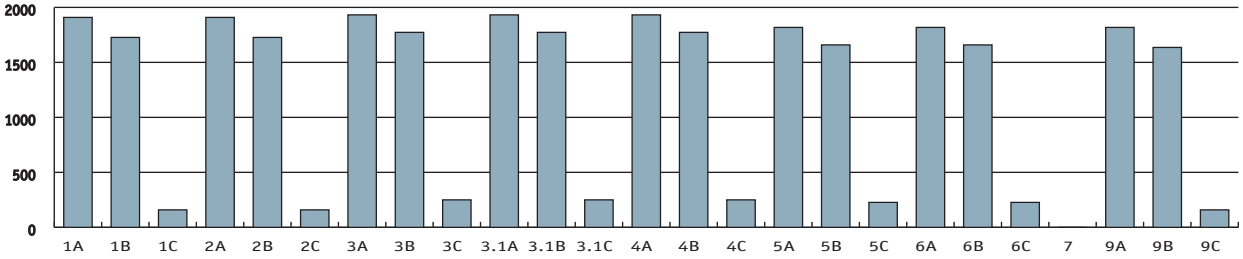
Samlede projektudgifter (Mio. kr.)



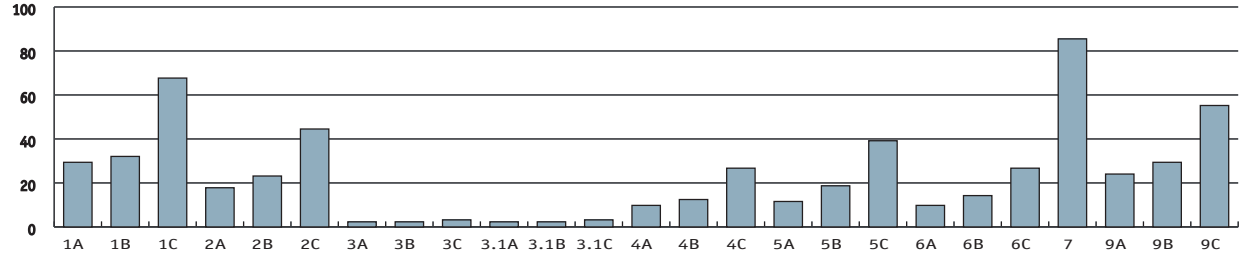
Drift og vedligehold, årligt (Tusind kr.)



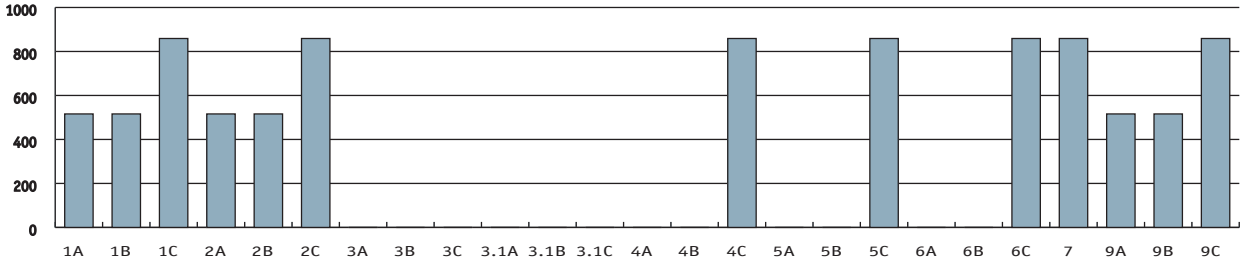
Tangeværket, elproduktion (Husstande)



Øget værdi af erhvervsfiskeri (Tusind kr.)



Øget værdi af turisme og lystfiskeri, Gudenåen (Tusind kr.)



CD-ROM INDHOLD

Baggrundsrapporter

Der er udarbejdet 12 baggrundsrapporter, der er tilgængelige på denne CD-rom:

- *Eksisterende forhold*
  beskriver eksisterende forhold i projektområdet

- *9 separate rapporter for modellerne 1-9*
  indeholder beskrivelser og konsekvensvurderinger for de 9 modeller

- *Håndtering og deponering af jord samt tidsplaner for projektudførelse*
  indeholder beregninger af jordmængder ved gennemførelse af de forskellige modeller

- *Øvrigt baggrundsmateriale*
  bilagsmateriale til de øvrige rapporter, indeholdende gydebankeregistrering, kapacitets vurdering af Tangeværket, Gudenaacentralens kommentarer, orientering om Elmuseets forhold, overslag over meromkostninger for afsluttende stryg, geotekniske undersøgelser og diverse bilag til arbejdsrapport om eksisterende forhold.

Visualiseringer af projektet

Visualiseringerne består af:

- *Oversigtsfotos med højde- og dybdekurver*

- *Før/efter billeder af udvalgte lokaliteter for model 1*

- *En overflyvningsfilm*
  Det er en lille film af nogle minutters varighed, hvor man følger det nye omløb i model 1b fra Kongensbro i syd til Tangeværket i nord.

GUIDE TIL CD-ROM

Den vedlagte cd-rom indeholder baggrundsmaterialet for "Gudenåens passage ved Tangeværket - sammenfatning af skitseprojekt".

Vejledning

CD-rom'en starter selv op på PC'en, når den er placeret i CD-drevet. Skulle den ikke starte op af sig selv, dobbelt-klikkes på filen *index.html*

Baggrundsrapporter m.v. på denne CD-rom er tilgængelige i PDF-format. PDF-filer kan læses v.h.a. det lille gratisprogram Acrobat Reader. Programmet ligger på CD-rom'en klar til installering.

Fødevareministeriet

Miljøministeriet
Skov- og Naturstyrelsen

Miljøministeriet har i samarbejde med Fødevareministeriet nedsat en arbejdsgruppe, der skal undersøge forskellige løsningsmodeller til en faunapassage ved Tangeværket og Tange Sø. Alle løsningsmodellerne forudsætter, at Tange Sø bevares. Resultatet af arbejdsgruppens undersøgelser er sammenfattet i denne rapport, der skal danne grundlag for en politisk beslutning om en løsning af Gudenåens passage ved Tangeværket og Tange Sø.