

Østjylland
J.nr. 2020 - 55173
Ref. HANJE
Den 12. januar 2021

Faunapassage ved Tange Sø og Tangeværket - oversigt over forslag til løsningsmodeller (VERSION 2)

Denne synopsis skitserer problemstillingen vedr. passageforhold ved Tange Sø og Tangeværket samt muligheder og foreslåede løsningsmodeller for et evt. naturgenopretningsprojekt ved Tange Sø. I den forbindelse fokuseres på forventede effekter og deres estimerede omkostninger omregnet til 2020-beløb.

Historie og status, kort fortalt

Gudenåen er Danmarks længste og største vandløb. Fra udspringet ved Tinnest vest for Horsens og til Randers Fjord har selve vandløbet en længde på ca. 160 km. Undervejs løber vandet igennem adskillige søer omkring Skanderborg og Silkeborg. De fleste søer er naturlige, bortset fra Vestbirk Søerne og Tange Sø, der er skabt af mennesker for ca. 100 år siden, for ved opstemning af åen at kunne udnytte vandet til elproduktion på små vandkraftværker.

Undervejs modtager Gudenåen tilløb fra adskillige større og mindre vandløb. I alt er ca. 1.600 km vandløb i Gudenåens vandsystem omfattet af de statslige vandområdeplaner, og Gudenåen afvander et område på ca. 2.600 km², svarende til ca. 10 % af hele Jyllands areal.

Tangeværket nær Bjerringbro blev anlagt i årene 1918-21. Med Tangeværkets etablering blev der anlagt en ca. 800 m lang hoveddæmning på tværs af Gudenådalen. Dæmningen opstemmede Gudenåen i en højde på ca. 10 meter, hvilket dannede Tange Sø.

For at få størst mulig udnyttelse af vandkraften til elproduktion på Tangeværket blev værket anlagt på det sted i Gudenåen, hvor der var størst fald på vandløbet. Dette var dog samtidig også en strækning af åen med gode gydepladser for bestandene af laksefisk som laks og havørreder samt formentlig også for flod- og havlampret, der gyder på de samme stryg som laksefiskene.

Søens dannelse betød, at ca. 13 km af Gudenåens oprindelige hovedløb blev oversvømmet, og der blev skabt en spærring, der forhindrer Gudenåens naturlige dyreliv i at vandre frit i åen og dens tilløb oven for Tangeværket. Især fiskene kunne ikke længere få adgang til mange gyde- og opvækstområder. Få år senere blev den sidste oprindelige laks fanget i Gudenåen, og siden er den oprindelige laksestamme blevet betragtet som uddød /22/. Bestanden af havørreder i Gudenåen blev halveret som følge af Tangeværkets etablering.

Gudenåens oprindelige laksestamme havde sine sidste gyde- og opvækstpladser på strækningen i hovedløbet fra Resenbro (nedstrøms Silkeborg Langsø) til Tange og måske i Tange Å og Borre Å /22/23/. At havørreden ikke uddøde i Gudenåen som laksen ved opførelsen af Tangeværket skyldes, at havørred, modsat laks, er i stand til at gyde i tilløbene til Gudenåen nedstrøms Tange Sø. En havørredbestand kunne således opretholdes gennem lokal gydning i disse tilløb.

Allerede i sidste halvdel af 1800-tallet var der dog sket et fald i fiskeriet i Gudenåen /23/. Det kan bl.a. forklares med et forudgående kraftigt overfiskeri og en uddybning af Gudenåen for at gøre pramfarten mulig. Det betød, at der forsvandt flere store gydeområder for laksefisk, bl.a. på strækningen omkring Bjerringbro.



Figur 1. Kort fra sidst i 1800-tallet, der viser Gudenåens forløb fra Kongensbro til Tange, før anlæggelsen af Tange Sø.

I et forsøg på igen at skabe passage for fisk forbi Tangeværket er der igennem tiden opført fisketrapper og andre tekniske anlæg. Men især på grund af utilstrækkelig vandgennemstrømning har ingen af passagerne dog fungeret efter hensigten for laksefisk, og slet ikke for lampretter, da disse ikke vandrer igennem fisketrapper.

Fra 1921 og frem til i dag er der fremstillet elektricitet på Tangeværket. Værket dækkede i 1920'erne næsten en fjerdedel af hele Jyllands elforbrug. I 2016 producerede elværket ca. 14.000 MWh. Til sammenligning kan én enkelt af de største havvindmøller i dag producere ca. 36.000 MWh årligt. Tangeværkets elproduktionen har derfor i mange år kun haft lokal betydning og svarer i dag til mindre end 0,3 % af Danmarks elforbrug.

Tange Sø og området deromkring har i dag flere rekreative værdier. Der knytter sig kulturhistoriske interesser til Tangeværket, hvis bygninger og dæmninger er omfattet af en bygningsfredning, særligt i forhold til elektrificeringen og industrialiseringen i begyndelsen af 1900-tallet. Siden 1982 har der

eksisteret et el-museum i tilknytning til værket, som sammen med Tange Sø er et væsentligt turistmål i området. Desuden er der knyttet rekreative interesser til selve søen i form af fiskeri, sejlads m.v.

Faunapassage og fiskebestande

I danske vandløb forekommer flere arter af vandrefisk (ørred, laks, snæbel, helt, ål, flodlampret, havlampret, stavsild, majsild m.fl.), som i deres livscyklus har behov for at foretage vandringer i vandløbene og imellem vandløbene og søer eller havet. Småfisk vandrer typisk fra vandløbene til havet for at vokse op, og voksne fisk vandrer fra havet tilbage til vandløbene for at gyde, så ynglen kan vokse op under mere beskyttede forhold i vandløbene. Spærringer i vandløbene, som ved Tangeværket og Tange Sø, udgør derfor et problem for sådanne fiskearter.

Fisk kan ikke i tilstrækkeligt omfang passere turbineanlægget og opstemningen ved Tangeværket. Der er lavet undersøgelser af den etablerede fisketrappes funktion /1/, der viser, at kun en mindre del af laksefiskene og ingen lampretter passerer igennem trappen. Det skyldes bl.a. den ringe vandføring i trappen på ca. 150 l/sek., svarende til ca. 0,7 % af Gudenåens middel-vandføring på ca. 21.000 l/sek. (eller ca. 21 m³/sek.), der gør, at fisk, der naturligt følger hovedstrømmen i vandløbet, har svært ved at finde vej igennem fisketrappen. En anden årsag er, at bl.a. lampretter stort set ikke benytter fisketrappen, og at de derfor aldrig er fundet i fisketrappen ved Tange. Opstemningen ved Tangeværket forhindrer således, grundet den dårligt fungerende fisketrappe, de fleste vandrefisk i at komme fra havet og frem til gydepladserne i vandløbene oven for værket.

Opstuvningszonen i Tange Sø betyder desuden, at en meget stor del af de nedtrækkende småfisk på vej til opvækst i havet forsvinder på deres vej igennem søen. Undersøgelser /2/3/4/5/ viser, at over 80 % af de smolt (ørred- og lakse-ungfisk), der forsøger at vandre mod havet fra vandløbene oven for Tangeværket, i søen ender som føde for fugle og rovfisk som gedder og aborrer, farer vild, eller ikke overlever passagen af Tangeværkets vandkraftturbiner.

For at få selvreproducerende bestande af laksefisk i et vandløbssystem er det nødvendigt, at der er tilstrækkelig passagemulighed for både optrækkende gydefisk fra havet og for nedtrækkende smolt på vej til opvækstområderne i havet. En fisketrappe eller et stryg i den nedstrøms ende af en opstemmet sø kan i bedste fald kun forbedre passagen for optrækkende gydefisk, men forbedrer ikke passagemulighederne for nedtrækkende smolt væsentligt, hvorfor fiskene så stadig ikke kan gennemføre deres naturlige livscyklus. Lignende problemstillinger må forventes for flod- og havlampretter, der lige som laksefisk er afhængige af at vandre imellem gydeområderne i vandløb og opvækstområderne i havet. Fisketrapper og andre passagetyper med en større opstrøms beliggende opstemmet sø vurderes derfor ikke at opfylde vandområdeplanernes mål om kontinuitet i vandløb.

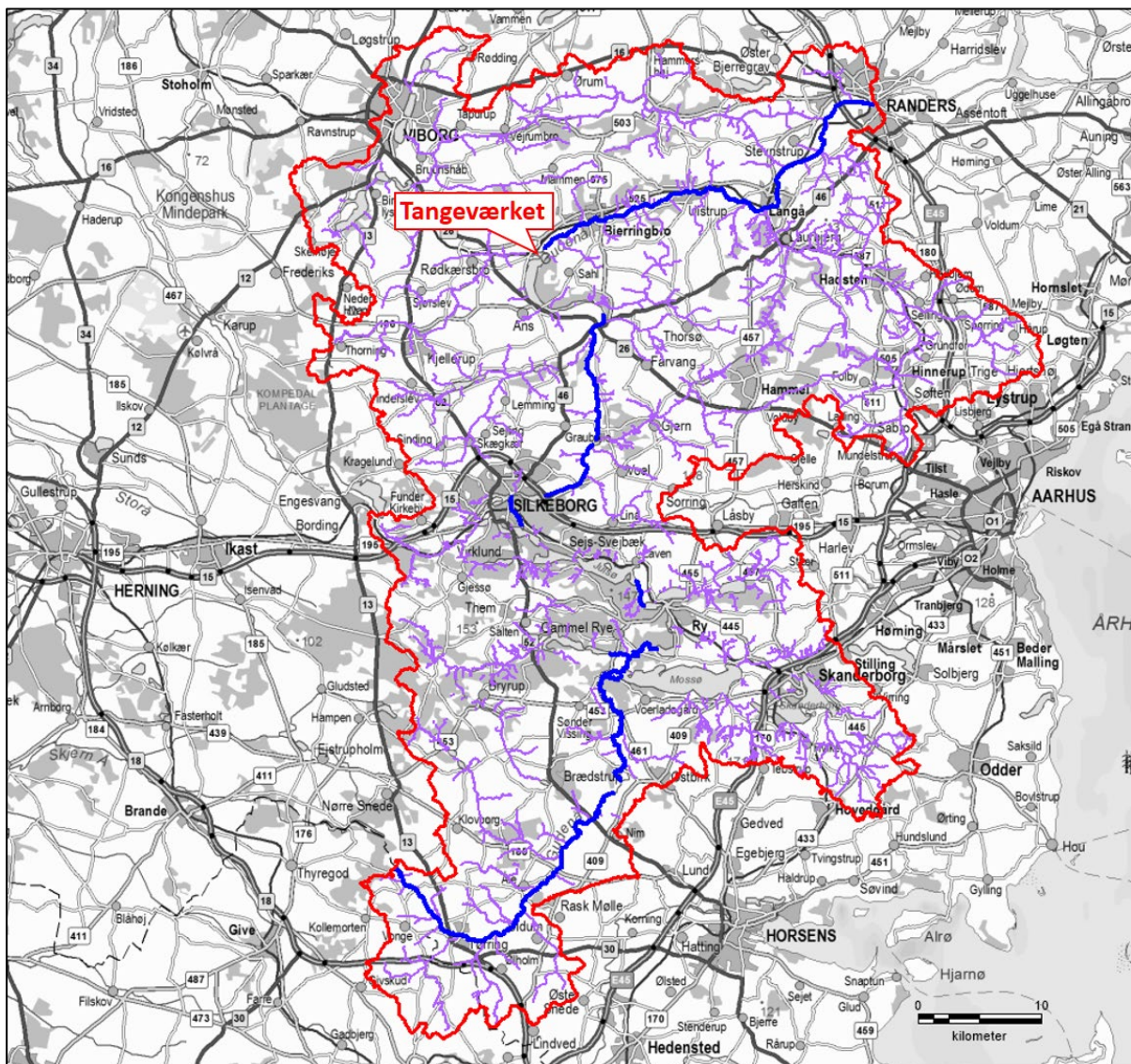
DTU Aqua har senest i 2015-17 /6/7/21/ konkluderet, at de nuværende passageforhold ved Tange Sø medfører et brud på kontinuiteten i Gudenå og har vurderet, at de nuværende forhold ikke muliggør selvreproducerende lakse- og havørredbestande opstrøms Tangeværket og Tange Sø og ikke vil sikre grundlag for målopfyldelse af god økologisk tilstand ift. vandrammedirektivet i en række tilløb til Gudenå mellem Silkeborg Langsø og Tange Sø.

For at kompensere for nedgangen i fiskebestandene ved anlæggelsen af Tangeværket og Tange Sø har Gudenåcentralen, der driver værket, i mange år været pålagt at finansiere udsætning af fisk, i form af ørreder, i vandløbssystemet, hvorved der har kunnet opretholdes en vis fiskebestand i nogle af de påvirkede vandløb.

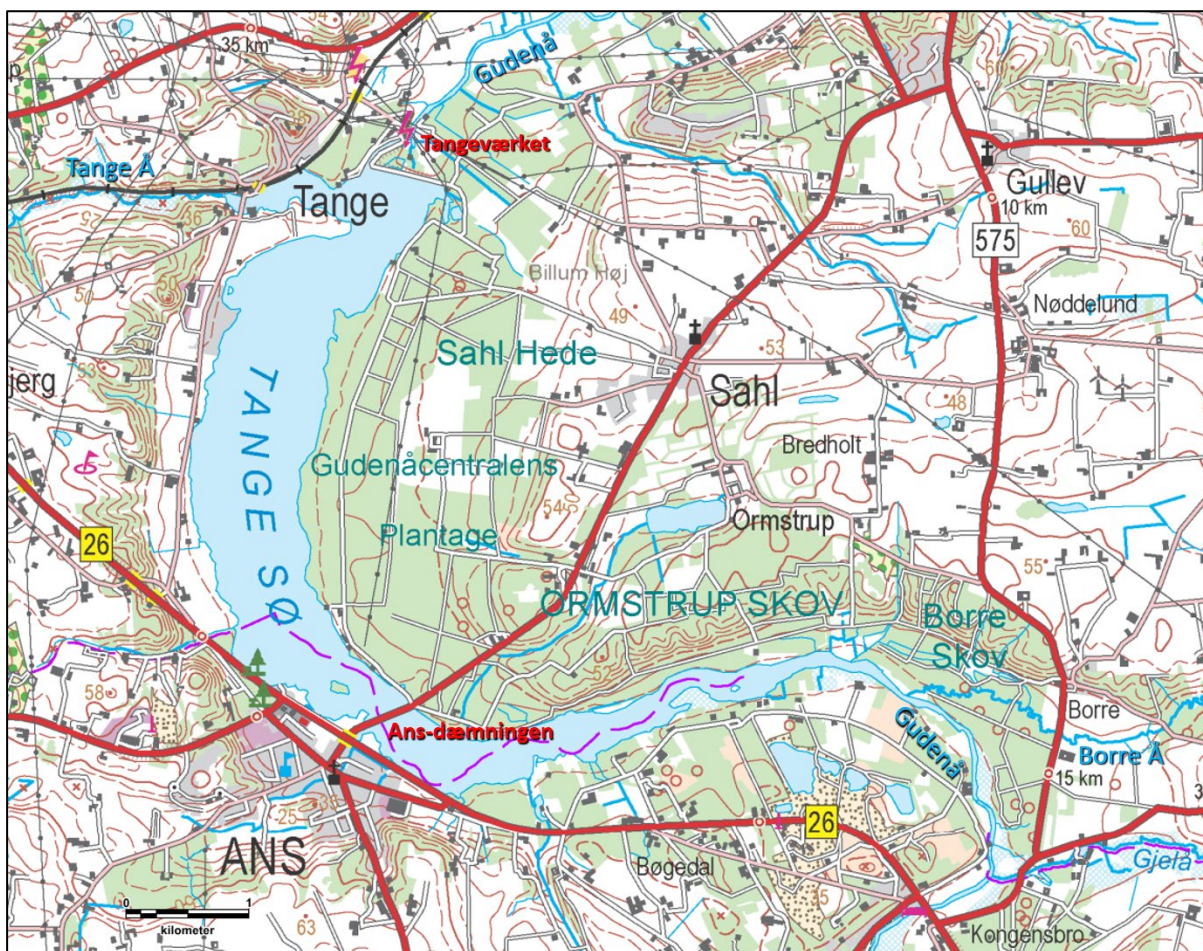
Det har endvidere siden 1990'erne været forsøgt at genoprette og opretholde en laksebestand i Gudenåen ved at udsætte opdrættede fisk. I starten var udsætningsmaterialet baseret på udenlandske laksestammer fra bl.a. Skotland, men i dag udsættes kun danske fisk. Succesen har dog været begrænset, da der er mangel på egnede levesteder for laks i vandløbene neden for Tangeværket og på

grund af de ovennævnte dårlige passageforhold ved Tangeværket og Tange Sø. Gyde- og opvækstområderne for den oprindelige Gudenå laks fandtes især i vandløbene oven for Tangeværket, både i tilløbene og i den del af Gudenåens hovedløb, der i dag er oversvømmet af Tange Sø. Ser man derfor på, hvor der siden starten af lakseudsætningerne er fundet lakseyngel fra gydning i Gudenåsystemet, er det primært nedstrøms Tangeværket. Opstrøms Tangeværket er der fundet lakseyngel få steder (<https://kort/fiskepleje.dk>). Der er ikke tale om selvreproducerende laksebestande, da tilstedeværelsen af laks i Gudenåen i dag, er helt afhængig af lakseudsætningerne nedstrøms Tangeværket.

Tangeværket og Tange Sø udgør den nederste spærring i Gudenåens hovedløb, og er den mest betydende spærring for vandrefisk i Danmark. Opstrøms opstemningen findes således ca. 1.000 km målsatte vandløb, svarende ca. 2/3 af alle de målsatte vandløb i Gudenåens vandsystem, hvoraf især passagemulighederne til de ca. 350 km målsatte vandløb imellem Silkeborg og Tangeværket er påvirket af spærringen.



Figur 2. Gudenåens afvandingsopland (rød) på ca. 2.600 km² og Gudenåens hovedløb (blå) på ca. 160 km, fra udspring ved Tinnet vest for Horsens til udløb i Randers Fjord. Øvrige målsatte vandløb i Gudenåens vandsystem er vist med lilla streg.



Figur 3. Oversigtskort over Tange Sø, med angivelse af Tangeværket, Ans-dæmningen og de større vandløb i området.



Figur 4. Luftfoto af Tangeværket, foråret 2020, med den eksisterende fisketrappe syd for værket.

EU-direktiver og vandområdeplaner

Flere af de i Danmark forekommende arter af vandrefisk er særligt beskyttede som såkaldte bilagsarter på EU's Habitatdirektiv. Det gælder f.eks. laks, havlampret, flodlampret og stavsild. Flere af disse fiskearter er desuden på udpegningsgrundlaget for nogle af Natura 2000-områderne i tilknytning til Gudenåens vandsystem /8/. Bevaringsstatus for de fleste af disse særligt beskyttede fiskearter er i Danmark vurderet som værende stærkt ugunstig.

I henhold til EU's Vandrammedirektiv er udgangspunktet, at der skal være en fiskefauna i en række vandløb med en artssammensætning og et omfang svarende til mindst god økologisk tilstand.

I basisanalysen for vandområdeplan for 2021-27 /9/ er vandløbenes tilstande for fisk i forhold til de fastsatte miljømål vurderet. Vurderingen viser, at for de ca. 11.000 km målsatte vandløb i Danmark, hvor fiskebestanden er undersøgt, er miljømålet for fisk opfyldt for ca. 30 % af de undersøgte vandløb.

For vandløbene i Gudenåens vandsystem neden for Tangeværket er det tilsvarende tal ca. 29 %, mens det for den del af vandløbssystemet, der ligger imellem Silkeborg og Tangeværket, kun er ca. 12 % af de undersøgte vandløb, der opfylder miljømålet for fisk. Det må antages, at tilstedeværelsen af opstemningen ved Tangeværket udgør en væsentlig årsag til denne forskel.

Ud over krav om en tilstrækkelig fiskebestand i vandløbene er der i vandrammedirektivet og vandområdeplanerne krav om, at der skal være tilstrækkelig faunapassage, også kaldet kontinuitet, i vandløbene. Derfor opererer de statslige vandområdeplaner med en række kriterier for, hvornår kontinuiteten betragtes som opfyldt /10/ (jf. boks 1).

- *Vandløbsbunden skal som udgangspunkt være ubrudt uden menneskeskabte niveauspring (styrt m.v.) og med et fald så tæt på det for vandløbet naturlige som muligt.*
- *Allerede anlagte omløbsstryg uden om opstemninger skal være udført sådan, at*
 - *stryget er udført naturlignende med et fald, der så vidt muligt svarer til det naturlige for stryg i vandløbet,*
 - *opstemningen ikke medfører en stuvezone med væsentlige morfologiske ændringer (strøm, dybde, substratforhold) på længere strækninger af vandløbet, og*
 - *kravene til vandindtag opfylder Faunapassageudvalgets anbefalinger /11/ (bl.a. bør den samlede reduktion af vandføringen i passagen i forhold til vandføringen opstrøms passagen som udgangspunkt ikke overstige 50 % af vandløbets medianminimumsvandføring (Qmm), og der skal samtidig altid opretholdes en minimumsvandføring i vandløbet på 50 % af Qmm). Kravene kan i særlige tilfælde fraviges i vandløb med naturlig stor årsvariation i vandføringen, hvis Miljøstyrelsen vurderer, at det er forsvarligt i forhold til at sikre kontinuiteten i det pågældende vandløb.*

Traditionelle fisketrapper er som udgangspunkt vurderet ikke at opfylde ovenstående krav.

Boks 1: Vandområdeplanernes kriterier for kontinuitet i vandløb /10/.

Medianminimumsvandføringen (Qmm) i Gudenåen ved Tangeværket er vurderet til ca. 9.700 l/sek., svarende til 9,7 m³/sek. En passage, der opfylder ovenstående kriterier mht. vandføring, bør derfor altid føre mindst 4.850 l/sek., svarende til 4,85 m³/sek., samt den yderligere del af vandføringen i vandløbet der overstiger 9,7 m³/sek.

Som tidligere nævnt medførte den ca. 10 m høje opstemning af vandet ved Tangeværket en oversvømmelse af ca. 13 km af Gudenåen. Det naturlige gennemsnitfald på denne strækning har derfor oprindeligt været ca. 0,7-0,8 ‰.

Den seneste samlede vurdering af miljøtilstanden i selve Tange Sø er foretaget i forbindelse med basisanalysen til vandområdeplaner for perioden 2021-2027 /9/, med flg. resultat:

- *Biologi:*
 - Fisk: Høj økologisk tilstand
 - Fytoplankton: God økologisk tilstand
 - Makrofyter: God økologisk tilstand
- *Vandkemi:*
 - Kemisk tilstand: Ikke god kemisk tilstand
 - Nationalt specifikke stoffer: Ikke god økologisk tilstand
- *Samlet tilstandsvurdering: Moderat økologisk tilstand*

Med det foreliggende vidensgrundlag /25/26/ vurderes det ikke at være en hindring for opfyldelse af vandområdeplanens miljømål for Tange Sø, hvis en større eller mindre del af Gudenåens vand ledes uden om søen igennem en faunapassage, og hvis søens vandstand og areal i den forbindelse reduceres i mindre grad. Vandets opholdstid i søen vil blive længere, men til gengæld vil søen tilføres færre næringsstoffer fra selve Gudenåen.

Næringsstofbelastning af Randers Fjord

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 i perioder belaster både søen og den nedstrøms beliggende del af Gudenåen med organisk stof.

Tange Sø nedsætter dog samtidigt mængden af næringsstoffer, der udledes til Randers Fjord, da der sker en omsætning af næringsstofferne i søen, så disse enten fordamper eller bundfældes. Hvis dele af eller hele Gudenåens vandføring i fremtiden ledes uden om Tange Sø, eller hvis søen helt nedlægges, vil en del af den omsætning af næringsstoffer, der forekommer i søen i dag, ikke længere kunne finde sted.

Det er tidligere skønnet, at næringsstofftilførslen til Randers Fjord vil øges med 5-10 %, hvis Tange Sø bliver nedlagt, eller hele Gudenåens vandføring bliver ledt uden om søen /14/. Hvis dette skal undgås, er det nødvendigt at gennemføre kompenserende foranstaltninger i vandløbssystemet oven for Randers Fjord.

Miljø- og Fødevarerministeriet har i forbindelse med vandområdeplanerne for perioden 2015-21 vurderet, at der årligt tilbageholdes ca. 15 % af det tilførte kvælstof (N), svarende til ca. 180 tons kvælstof, og 22 % af det tilførte fosfor (P), svarende til ca. 7 tons fosfor, ved Gudenåens passage af Tange Sø under de nuværende forhold. Det er desuden vurderet /12/, at der kan iværksættes tiltag, der reducerer mængden eller øger omsætningen af næringsstoffer i det vand, der kommer fra tilløb direkte til søen. Dette vil kunne nedbringe behovet for kompenserende foranstaltninger betydeligt men ikke helt fjerne behovet, såfremt der skal opnås fuld kompensation. Miljø- og Fødevarerministeriet har tidligere vurderet, at omkostningerne ved etablering af kompenserende foranstaltninger, f.eks. ved etablering af vådområder, vil beløbe sig til ca. 31 mio. kr. (i 2020-tal), såfremt der samtidig iværksættes tiltag til at reducere mængden eller øge omsætningen af næringsstoffer i det vand, der kommer fra tilløb direkte til søen.

Forudsætningen for denne vurdering er et scenarium, hvor Tange Sø helt nedlægges og al næringsstoffomsætning og -tilbageholdelse i søen derfor ophører. Hvis der i stedet etableres en løsningsmodel, hvor kun en del af søen nedlægges og/eller kun en delmængde af vandet ledes uden om søen, vil omkostningerne til kompenserende foranstaltninger være mindre.

Frem mod offentliggørelsen af de næste statslige vandområdeplaner for perioden 2021-27 vil næringsstofbalancen i Tange Sø blive genberegnet, så omfanget af og omkostningerne ved nødvendige kompenserende foranstaltninger af hensyn til Randers Fjord kan fastlægges mere præcist, afhængigt af den valgte løsningsmodel. Disse omkostninger skal tillægges omkostningerne ved etablering af selve faunapassagen, som er angivet ved løsningsforslagene nedenfor.

Løsningsforslag

I årenes løb er der fremkommet adskillige løsningsforslag og varianter heraf til forbedring af faunapassagen ved Tangeværket og Tange Sø. Nedenfor er på en kort og skematisk form beskrevet de løsningsforslag, der findes i flg. rapporter og tekniske notater:

- I. *"Gudenåens passage ved Tangeværket - sammenfatning af skitseprojekt"*, 2002, rapport udarbejdet af konsulentfirmaet Cowi for Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, Fødevarerministeriet. /13/.
- II. *"Supplering af beslutningsgrundlag for Gudenåens passage ved Tangeværket"*, 2007, rapport udarbejdet af konsulentfirmaet Cowi for interesseorganisationen Danmarks Naturfredningsforening. /14/.
- III. *"Omløb ved Tange Sø: kvælstoffjernelse ved model 11"*, 2015, teknisk notat udarbejdet af konsulentfirmaet Cowi for Naturstyrelsen. /15/.

- IV. ”Løsningsforslag til Gudenåens fremtidige forløb ved Tange Sø”, 2016, rapport udarbejdet af konsulentfirmaet Rambøll for Favrskov, Randers, Silkeborg og Viborg kommuner. /16/.
- V. ”Tangestryget en kompromisløsning”, 2018, rapport udarbejdet af konsulentfirmaet Waterframe for interesseorganisationen Foreningen til bevarelse af Tange Sø. /17/.
- VI. ”Gudenåen efter nedlæggelsen af Tange sø - Del 2”, 2014, rapport udarbejdet af interesseorganisationen Foreningen til nedlæggelse af Tange Sø. /18/.
- VII. ”Den 4. løsning for Tange Sø-problematikken”, 2020, teknisk notat udarbejdet af geolog Bo Michael Frankø (privatperson). /19/.
- VIII. ”Omløb ved Tange Sø: Kvælstoffjernelse ved variationer af model 4”, 2014, teknisk notat udarbejdet af Cowi for Aage V. Jensen Naturfond. /12/.
- IX. ”Vedr. løsninger vedr. Tange sø. Nyt og bedre forslag end de hidtil diskuterede”, 2020, teknisk notat udarbejdet af Alfred Borg/Lokal DN-gruppe. /24/.

Der er forskel på, hvor detaljeret de enkelte løsningsforslag er gennemarbejdede, men de kan alle opdeles i 4 hovedtyper:

- *Lange omløb*, hvor en større eller mindre del af Gudenåens vand ledes uden om Tangeværket og uden om hovedparten af eller hele Tange Sø, evt. med en delvis reduktion af søarealet.
- *Mellemlange omløb*, hvor en større eller mindre del af Gudenåens vand ledes uden om Tangeværket og uden om en del af Tange Sø.
- *Korte omløb*, hvor en større eller mindre del af Gudenåens vand ledes uden om Tangeværket, men ikke uden om Tange Sø. Søen bevares som nu.
- *Genopretning af Gudenåens oprindelige forløb* og dermed tømning af Tange Sø.

I det omfang, der er beregnet økonomi på de enkelte løsningsforslag, er priserne forsøgt fremskrevet til 2020-priser ved anvendelse af omkostningsindeks for jordarbejde fra Danmarks Statistik /20/, idet det antages, at langt hovedparten af anlægsarbejdet vil være jordarbejde. Inden det besluttet at gå videre med et eller flere løsningsforslag, bør der foretages en mere detaljeret genberegning af økonomien.

Beskrivelse af de enkelte løsningsforslag

I skemaerne herunder henviser ”Løsning ID” med romertal til de rapporter og tekniske notater, der er nævnt ovenfor. Dernæst angives i parentes den nummerering m.m. af de forskellige løsningsforslag, der evt. er anvendt i den enkelte publikation.

For de enkelte løsningsforslag er det angivet, om dette vil give forbedret passage til Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø, om der fortsat vil være en stuvezone opstrøms passagen, om faldet i omløbet vurderes passabelt, om der vil være mulighed for gydning og yngelopvækst for laksefisk og lampretter i omløbet, hvorvidt der umiddelbart sker forøget næringsstofbelastning af Randers Fjord, samt om der sker en påvirkning af søfladen.

For de omløb eller delstrækninger heraf, hvor faldet nogenlunde svarer til Gudenåens naturlige fald på 0,7-0,8 ‰ på denne strækning, vil der være mulighed for gydning og yngelopvækst for laksefisk og lampretter i selve omløbet, hvilket delvist kompenserer for de oprindelige gydeområder der i dag er oversvømmet af Tange sø. Flere løsningsmodeller indebærer dog, at en større eller mindre delstrækning af faunapassagen udformes som et stryg med et fald på op til 5 ‰. Det vurderes, at laks og havørred vil kunne passere et sådant stryg, men at vandhastigheden i selve stryget vil reducere mulighederne for, at der kan foregå succesfuld gydning og yngelopvækst på delstrækningen, herunder af lampretter /6/7/21/.


Desuden er der ved løsningsforslagene angivet et resumé af en evt. fiskebiologisk vurdering fra Danmarks Fiskeriundersøgelser eller DTU Aqua, af mulighederne for passage og etablering af selvreproducerende fiskebestande /6/7/21/27/28/29/30/31/32/33/34/.


Det skal desuden nævnes, at de fleste af de løsningsforslag, der helt eller delvist bevarer Tange sø og forbedrer fiskepassagen til selve Gudenåen og tilløbene hertil opstrøms for søen, ikke forbedrer passageforholdene til Tange Å, der tilløber Tange Sø's nordlige ende fra vest. Tange Ås vandsystem består af ca. 62 km målsatte vandløb.

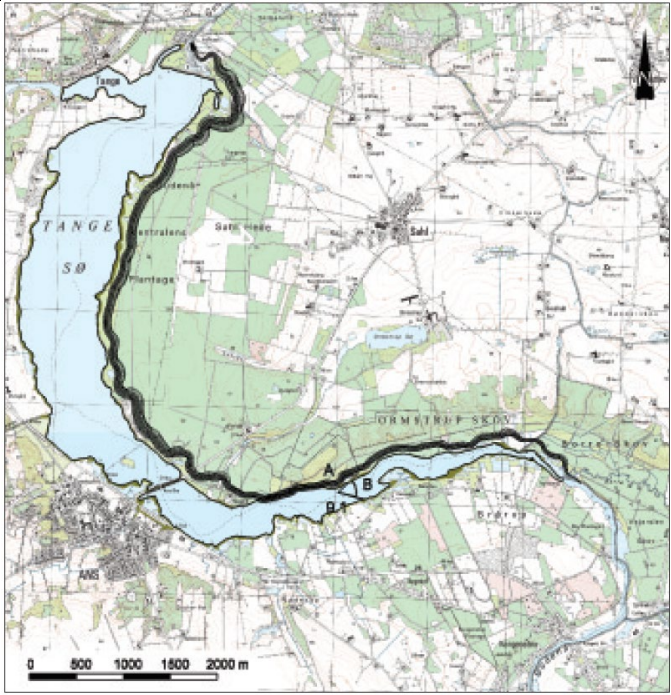
Det samme gælder for en række mindre tilløb direkte til Tange Sø, bl.a. Ans Bæk, Naderup Bæk, Afløb fra Ormstrup Sø og Skelbæk. Disse omfatter sammenlagt ca. 11 km målsatte vandløb.

Vælges det et gennemføre et af disse løsningsforslag, vil det være nødvendigt at anvende undtagelsesbestemmelser eller lempede miljømål for fisk i disse vandløb.

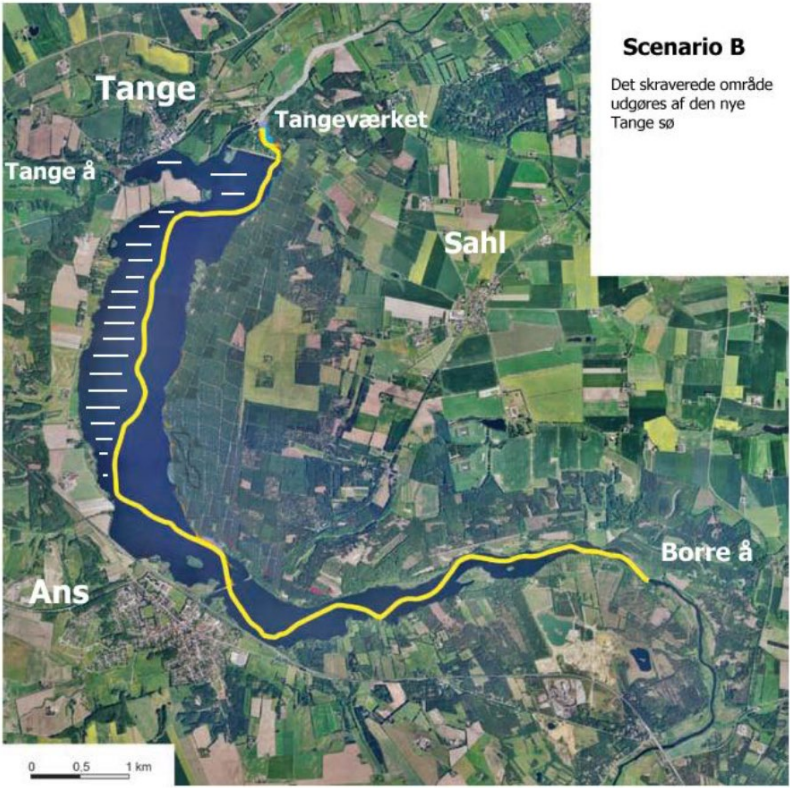
Lange omløb – 7 løsningsforslag

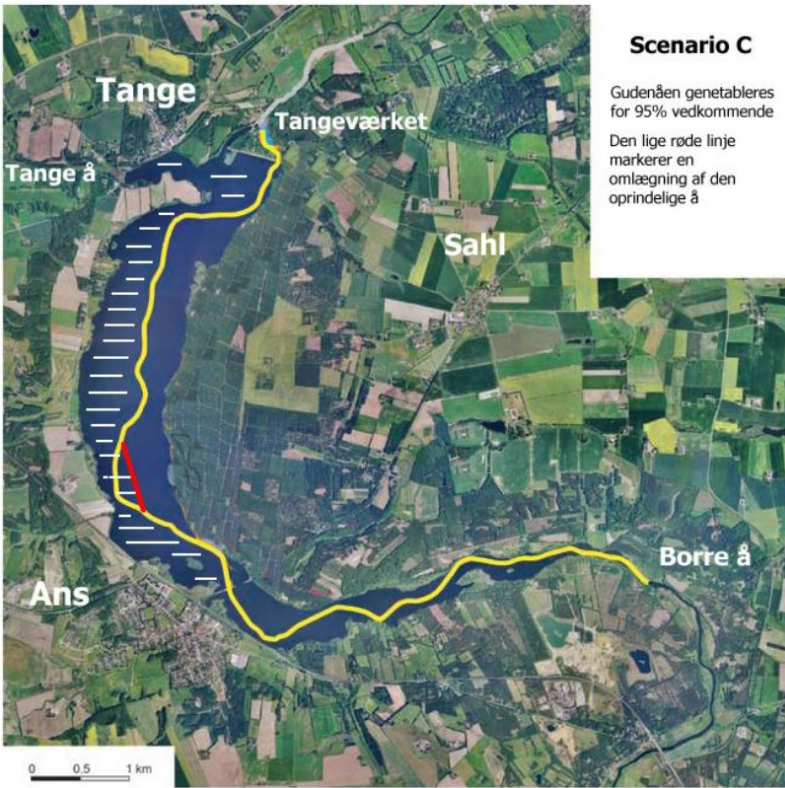
Løsning ID	I (Model 1)
Type	Langt omløb
Reference	/13/
Kort beskrivelse	Langt omløb fra Kongensbro langs nord- og østsiden af Tange Sø med udløb nedstrøms Tangeværket. Naturligt fald på hele strækningen på gennemsnitligt 0,7 ‰ (0,7 m pr. km). Omløbet udformes "naturligt" med vekslende bundforhold og vanddybde. Afsluttes uden stryg. 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. Vandspejl/areal for Tange Sø ændres ikke.
Middelvandføring/varianter	3 varianter (A, B og C) med middelvandføring i omløbet på hhv. 4,2, 5,8 og 16,5 m ³ /sek., svarende til hhv. ca. 20, 30 og 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2002) mio. kr.	Model 1A: 175 Model 1B: 188 Model 1C: 252
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Model 1A: 260 Model 1B: 280 Model 1C: 375
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej Stuvezone opstrøms passagen: Nej Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Nej
DFU vurdering /27/	Model 1C sikrer tilstrækkelig op- og nedstrøms passage og en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø, samt tilstrækkelig passage for flod- og havlampret. Det er <u>usikkert</u> om model 1A og 1B sikrer tilstrækkelig passage pga. reduceret vandmængde i omløbet.
MST vurdering af passage	Kun model 1C sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø.

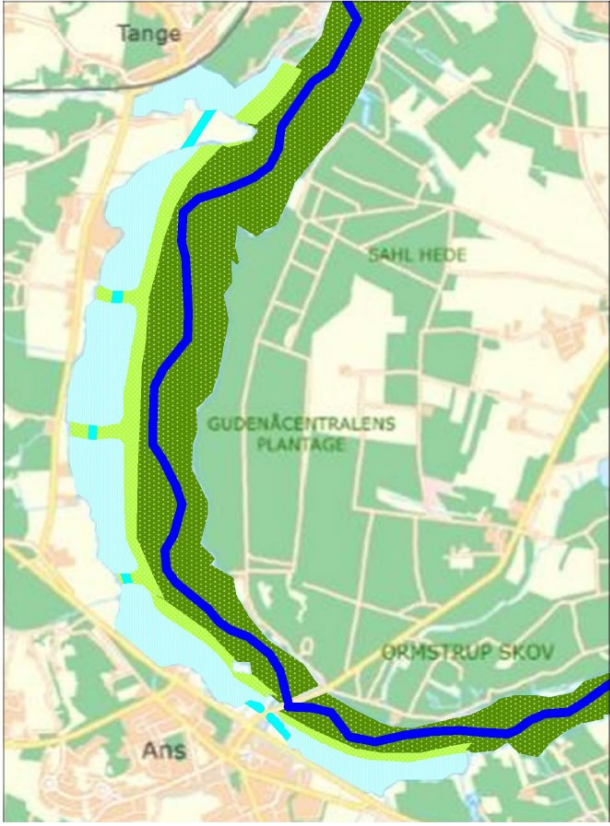
Løsning ID	I (Model 2)
Type	Langt omløb
Reference	/13/
Kort beskrivelse	Langt omløb fra Kongensbro langs nord- og østsiden af Tange Sø med udløb nedstrøms Tangeværket. Bortset fra det afsluttende stryg har omløbet et udjævnet fald på hele strækningen på gennemsnitligt 0,3 ‰, hvilket svarer til 0,3 m pr. km. Omløbet udformes "naturligt" med vekslende bundforhold og vanddybde. Afsluttes med et stryg med et fald på ca. 5 ‰. 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. Vandspejl/areal for Tange Sø ændres ikke.
Middelvandføring/varianter	3 varianter (A, B og C) med middelvandføring i omløbet på hhv. 4,2, 5,8 og 16,5 m ³ /sek., svarende til hhv. ca. 20, 30 og 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2002) mio. kr.	Model 2A: 130 Model 2B: 135 Model 2C: 199
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Model 2A: 193 Model 2B: 201 Model 2C: 296
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej Stuvezone opstrøms passagen: Nej Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Nej
DFU vurdering /28/	Model 2C sikrer tilstrækkelig op- og nedstrøms passage og en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø, samt tilstrækkelig passage for flod- og havlampret. Det er <u>usikkert</u> om model 2A og 2B sikrer tilstrækkelig passage pga. reduceret vandmængde i omløbet.
MST vurdering af passage	Kun model 2C sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø.

Løsning ID	I (Model 9)
Type	Langt omløb
Reference	/13/
Kort beskrivelse	Langt omløb med 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. Vandspejlet i Tange Sø sænkes med 45 cm. Det vanddækkede areal reduceres med ca. 30 ha.
Middelvandføring/varianter	3 varianter (A, B og C) med middelvandføring i omløbet på hhv. 4,2, 5,8 og 16,5 m ³ /sek., svarende til hhv. ca. 20, 30 og 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2002) mio. kr.	Model 9A: 155 Model 9B: 175 Model 9C: 240
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Model 9A: 230 Model 9B: 260 Model 9C: 357
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	<p>Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej</p> <p>Stuvezone opstrøms passagen: Nej</p> <p>Passabelt fald: Ja</p> <p>Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja</p> <p>Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja</p> <p>Påvirkning af sø-fladen: Ja</p>
DFU vurdering /34/	Model 9C sikrer tilstrækkelig op- og nedstrøms passage og en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø, samt tilstrækkelig passage for flod- og havlampret. Det er <u>usikkert</u> om model 9A og 9B sikrer tilstrækkelig passage pga. reduceret vandmængde i omløbet.
MST vurdering af passage	Model 9C sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø.


Løsning ID	IV (Model E)
Type	Langt omløb
Reference	/16/
Kort beskrivelse	Langt omløbsstryg med et nyt forløb af Gudenåen fra Borre Å, som forløber nord for Tange Sø til udløb neden for Tangeværket. Tange Sø – uændret i størrelse, men med øget variation i vandspejl. 11 km nyt forløb. Bundbredde 40-50 m. Naturligt fald på 0,8 ‰. Vandfordeling imellem Tange Sø (10 %) – Gudenå (90 %)
Middelvandføring/varianter	Mindst 17,3 m ³ /sek., svarende til mindst 85 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2016) mio. kr.	248
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	261
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej Stuvezone opstrøms passagen: Nej Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Nej
DTU-Aqua vurdering /7/	Sikrer fri op- og nedstrøms passage. Model E vil med stor sandsynlighed, kunne sikre en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø, samt tilstrækkelig passage for flod- og havlampret.
MST vurdering af passage	Model E sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø.


Løsning ID	VI (Scenario B)
Type	Langt omløb
Reference	/18/
Kort beskrivelse	Identisk med II (Model 10), se beskrivelsen af denne, bortset fra at en mindre del af Tange Sø bevares på vestsiden af Gudenåen. Det antages, at der mellem den reetablerede Gudenå og søen etableres et bakket landskab, der adskiller de to vandsystemer, dog således at Tange Å forbinder de to. Tange sø vil nu dække et areal på ca. 200 ha med en længde af søen på ca. 4,5 - 5 km.
Middelvandføring/varianter	20,4 m ³ /sek. svarende til 100 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2014) mio. kr.	Ikke vurderet
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Kan ikke vurderes
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej Stuvezone opstrøms passagen: Nej Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Påvirkning af sø-fladen: Ja
DFU/DTU-Aqua vurdering	Ikke vurderet
MST vurdering af passage	Scenario B sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø. Der forligger ingen økonomiske beregninger.


Løsning ID	VI (Scenario C)
Type	Langt omløb
Reference	/18/
Kort beskrivelse	Stort set identisk med II (Model 10), se beskrivelsen af denne, bortset fra at en del af Tange Sø bevares på vestsiden af Gudenåen og en mindre strækning af den oprindelige Gudenå omlægges. 95 % af Gudenåen reetableres. Dette scenario bevarer ca. 240 ha af Tange sø med en sølængde i fugleflugtslinje på ca. 5-6 km, og omfatter området fra Tange by til broen i Ans.
Middelvandføring/varianter	20,4 m ³ /sek. svarende til 100 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	 <p>Scenario C</p> <p>Gudenåen genetableres for 95% vedkommende</p> <p>Den lige røde linje markerer en omlægning af den oprindelige å</p>
Pris oprindelig (2016) mio. kr.	Ikke vurderet
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Kan ikke vurderes
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	<p>Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej</p> <p>Stuvezone opstrøms passagen: Nej</p> <p>Passabelt fald: Ja</p> <p>Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja</p> <p>Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord:</p> <p>Påvirkning af sø-fladen: Ja</p>
DFU/DTU-Aqua vurdering	Ikke vurderet
MST vurdering af passage	Scenario C sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø. Der forligger ingen økonomiske beregninger.


Løsning ID	VII (Den 4. løsning)
Type	Langt omløb
Reference	/19/
Kort beskrivelse	Gudenåen bringes tilbage i det tidligere forløb inden for arealer, der i dag rummes af Tange Sø. På størstedelen lægges åen tilbage i det oprindelige forløb og på mindre delstrækninger foretages justeringer. På vestsiden af den eksisterende Tange Sø etableres op til 6 mindre sammenhængende søer med arealer på 20-30 ha og et samlet søareal på ca. 150 ha. Søerne etableres ved at sænke vandstanden i den eksisterende Tange Sø. Herefter graver man de kommende søarealer dybere. De opgravede materialer består af sand og grus som placeres i et dige som den østligste afgrænsning af de mindre søer. I den nordligste sø løber Tange Å ind i søen, og der er kontakt mellem alle søerne med kanaler mod syd.
Middelvandføring/varianter	20,4 m ³ /sek. svarende til 100 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2020) mio. kr.	40
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	40 Prisoverslaget bør revurderes
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej Stuvezone opstrøms passagen: Nej Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Ja
DFU/DTU-Aqua vurdering	Ikke vurderet
MST vurdering af passage	Den 4. løsning sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø. Det foreliggende økonomiske overslag vurderes at være væsentligt for lavt.


Mellemlange omløb – 11 løsningsforslag

Løsning ID	I (Model 4)
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/13/
Kort beskrivelse	Mellemlangt 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 Ansdæmningen. 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.
Middelvandføring/varianter	3 varianter (A, B og C) med middelvandføring i omløbet på hhv. 4,2, 5,8 og 16,5 m ³ /sek., svarende til hhv. ca. 20, 30 og 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2002) mio. kr.	Model 4A: 40 Model 4B: 47 Model 4C: 61
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Model 4A: 59 Model 4B: 70 Model 4C: 91
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej Stuvezone opstrøms passagen: Ja Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Nej
DTU-Aqua vurdering /6/	Modellen sikrer <u>ikke</u> tilstrækkelig op- og nedstrøms passage og en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø pga. fortsat betydelig smolt-dødelighed evt. kombineret med reduceret vandmængde i omløbet.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer <u>ikke</u> passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø.

Løsning ID	I (Model 5)
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/13/
Kort beskrivelse	Mellemlangt omløb, der starter ud for Ans. Omløbet ligger delvist i den nuværende Tange Sø og langs østsiden af Tange Sø. Omløbet etableres med et naturligt fald på 0,8 ‰ (0,8 m pr. km) og afsluttes med et stryg, som anlægges med et fald på ca. 5 ‰ (5 m pr. km). Vandspejlet i Tange Sø sænkes med ca. 75 cm fra kote 13,55 til en middelhøjde på 12,80.
Middelvandføring/varianter	3 varianter (A, B og C) med middelvandføring i omløbet på hhv. 4,2, 5,8 og 16,5 m ³ /sek., svarende til hhv. ca. 20, 30 og 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2002) mio. kr.	Model 5A: 41 Model 5B: 51 Model 5C: 64
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Model 5A: 61 Model 5B: 76 Model 5C: 95
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	<p>Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej</p> <p>Stuvezone opstrøms passagen: Ja</p> <p>Passabelt fald: Ja</p> <p>Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja</p> <p>Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja</p> <p>Påvirkning af sø-fladen: Ja</p>
DFU vurdering /31/	Kun model 5C sikrer tilstrækkelig op- og nedstrøms passage og en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø, samt tilstrækkelig passage for flod- og havlampret. Dette sikres <u>ikke</u> ved model 5A og 5B pga. reduceret vandmængde i omløbet og fortsat betydelig smolt-dødelighed.
MST vurdering af passage	Kun model 5C sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenaen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø.

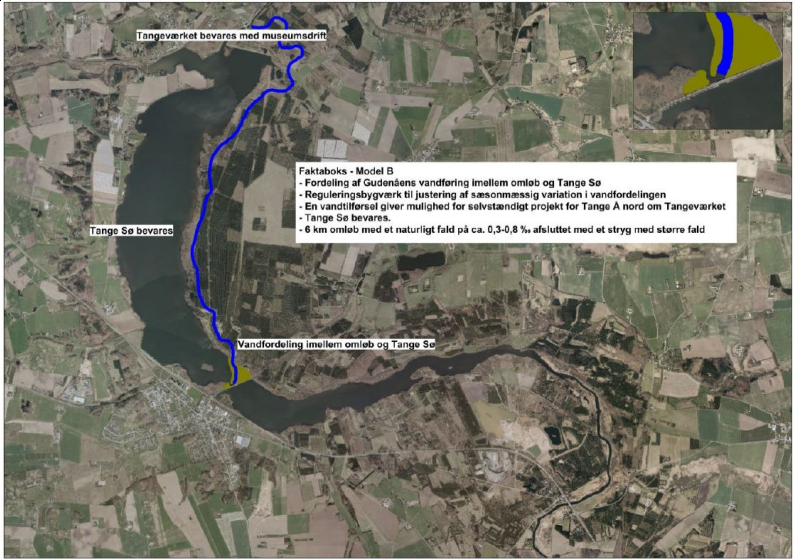
Løsning ID	I (Model 6)
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/13/
Kort beskrivelse	Mellemlangt omløb, der starter ud for Ans. Omløbet ligger delvist i den nuværende Tange Sø og langs østsiden af Tange Sø. Omløbet etableres med et udjævnet fald på 0,3 ‰ og afsluttes med et stryg, som anlægges med et fald på ca. 5 ‰ (5 m pr. km). Vandspejlet i Tange Sø sænkes med ca. 75 cm fra kote 13,55 til en middelkote på 12,80.
Middelvandføring/varianter	3 varianter (A, B og C) med middelvandføring i omløbet på hhv. 4,2, 5,8 og 16,5 m ³ /sek., svarende til hhv. ca. 20, 30 og 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2002) mio. kr.	Model 6A: 41 Model 6B: 49 Model 6C: 61
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Model 6A: 61 Model 6B: 73 Model 6C: 91
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	<p>Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej</p> <p>Stuvezone opstrøms passagen: Ja</p> <p>Passabelt fald: Ja</p> <p>Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja</p> <p>Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja</p> <p>Påvirkning af sø-fladen: Ja</p>
DFU vurdering /32/	Kun model 6C sikrer tilstrækkelig op- og nedstrøms passage og en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø, samt tilstrækkelig passage for flod- og havlampret. Dette sikres <u>ikke</u> ved model 6A og 6B pga. reduceret vandmængde i omløbet og fortsat betydelig smolt-dødelighed.
MST vurdering af passage	Kun model 6C sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudensåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø.

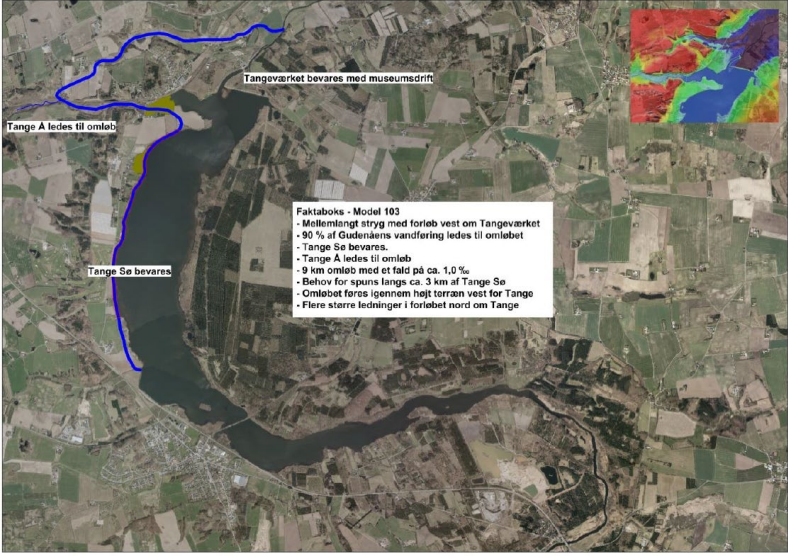
Løsning ID	I (Model 7)
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/13/
Kort beskrivelse	Mellemlangt omløb fra en ny dæmning øst for Ans. Hele omløbet etableres med et udjævnet fald på 0,3 ‰ (0,3 m pr. km) og afsluttes med et stryg anlagt med 5 ‰ (5 m pr. km). Der er mulighed for at etablere model 7 med naturligt 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. Det vanddækkede søareal reduceres med ca. 30 ha.
Middelvandføring/varianter	20,4 m ³ /sek. svarende til 100 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2002) mio. kr.	122
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	181
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	<p>Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej</p> <p>Stuvezone opstrøms passagen: Nej</p> <p>Passabelt fald: Ja</p> <p>Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja</p> <p>Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja</p> <p>Påvirkning af sø-fladen: Ja</p>
DFU/DTU-Aqua vurdering /6/33/	Sikrer fri op- og nedstrøms passage. Model 7 vil med stor sandsynlighed, kunne sikre en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø, samt tilstrækkelig passage for flod- og havlampret.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse se for Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø.


Løsning ID	II (Model 11)
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/14/
Kort beskrivelse	Mellemlangt omløb fra Ans-dæmningen til Tange med udjævnet fald på 0,3 ‰ (0,3 m pr. km). Omløbet afsluttes med et stryg med et fald på 5 ‰. Der er mulighed for at etablere model 11 med naturligt fald, hvilket dog vil øge de samlede anlægsudgifter. Oven for Ans genskabes ca. 7,5 km af den oprindelige Gudenå, ved at vandspejlet sænkes. Model 11 er kun skitseret for Gudenåens fulde vandføring, idet åen ledes til omløbet gennem det eksisterende broslug i Ansdæmningen. Tange Sø vil i denne model ikke modtage noget vand fra Gudenåen, og vandføringen i det nye omløb vil svare fuldstændigt til afstrømningen i Gudenåen. Derved er hele Gudenåen lagt uden om Tange Sø. Tange Sø erstattes af en reableret Gudenå oven for Ansdæmningen. Det vanddækkede areal reduceres med ca. 50 ha.
Middelvandføring/varianter	20,4 m ³ /sek. svarende til 100 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2006) mio. kr.	105
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	136
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej Stuvezone opstrøms passagen: Nej Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Ja
DTU-Aqua vurdering /6//	Sikrer fri op- og nedstrøms passage. Model 11 vil med stor sandsynlighed, kunne sikre en selvreproducerende havørred- og laksebestand opstrøms Tange Sø, samt tilstrækkelig passage for flod- og havlampret.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø.


Løsning ID	III (Modificeret model 11)
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/15/
Kort beskrivelse	Identisk med II (Model 11), se beskrivelsen af denne, bortset fra, at ved den modificerede model 11 afbrydes det nuværende udløb ved Tangeværket helt, og der etableres et nyt udløb fra søen ved Ans, således at strømretningen i søen vendes. Herved sikres, at vandet fra Tange Å opblandes i hele søvolumenet. I denne model kan der således forventes en stor omsætning af kvælstof fra Tange Å og bidraget fra det naturlige opland.
Middelvandføring/varianter	20,4 m ³ /sek. svarende til 100 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2006) mio. kr.	105
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	136
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	<p>Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej</p> <p>Stuvezone opstrøms passagen: Nej</p> <p>Passabelt fald: Ja</p> <p>Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja</p> <p>Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja</p> <p>Påvirkning af sø-fladen: Ja</p>
DTU-Aqua vurdering /6/	Sikrer fri op- og nedstrøms passage. Modificeret model 11 vil med stor sandsynlighed, kunne sikre en selvreproducerende havørred- og laksebestand opstrøms Tange Sø, samt tilstrækkelig passage for flod- og havlampret.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø.

Løsning ID	IV (Model A)
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/16/
Kort beskrivelse	Nyt forløb af Gudenåen øst om Tange Sø med genskabelse af 6 km af ådalen. Tange Sø reduceres i areal. Vandspejlet forbliver uændret med lille variation. 7,5 km nyt forløb + 6 km restaureret forløb. Bundbredde 40-50 m. Fald 0,8 ‰. Ingen vandfordeling. Tange Sø reduceres i størrelse fra ca. 541 ha til 470 ha og reduceres således med ca. 13 %. Den del af Tange Sø, som forsvinder, er den østlige smalle del op mod Kongensbro. Da det nye forløb af Gudenåen og Tange Sø adskilles fysisk, kan vandstanden i Tange Sø bevares i det nuværende vandspejl i ca. kote 13,50 m.
Middelvandføring/varianter	20,4 m ³ /sek. svarende til 100 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	<p>Faktaboks - Model A</p> <ul style="list-style-type: none"> - 100 % af Gudenåens vandføring ledes til omløbet - Tange Sø bevares med vandtilførsel fra Tange Å og øvrige tilløb - 7,5 km omløb med et naturligt fald på ca. 0,8 ‰ - 6 km af Gudenåen og ådalen opstrøms restaureres - Klar defineret strømrende og forventede lavere vandspejle ved Kongensbro - Dæmningen placeres så Tange Sø bevares langs med Ans By. - Mulighed for nye stiorløb rundt om Tange Sø - Genskabelse af en strækning af Pramdragerstien fra dæmningen til Kongensbro <p>Når der ikke keres museumsdrift kan Tange Å og Tange Sø få udløb sammen med Naderup Bæk</p> <p>Nyt stiorløb, ca. 4km rundt fra Ans centrum</p> <p>Vandspejl reduceres</p>
Pris oprindelig (2016) mio. kr.	160
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	169
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	<p>Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej</p> <p>Stuvezone opstrøms passagen: Nej</p> <p>Passabelt fald: Ja</p> <p>Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja</p> <p>Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja</p> <p>Påvirkning af sø-fladen: Ja</p>
DTU-Aqua vurdering /7/21/	Sikrer fri op- og nedstrøms passage. Model A vil med stor sandsynlighed, kunne sikre en selvreproducerende havørred- og laksebestand opstrøms Tange Sø, samt tilstrækkelig passage for flod- og havlampret.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen. Modellen sikrer ikke grundlag for målopfyldelse for Tange Å og andre mindre tilløb til Tange Sø.


Løsning ID	IV (Model B)
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/16/
Kort beskrivelse	Mellemlangt omløbsstryg med indløb ved Ans dæmningen øst om Tange Sø/Tangeværket. Tange Sø – uændret i størrelse men med øget variation i vandspejl. 6 km nyt forløb. Bundbredde på ca. 40-50 m. 0,3-0,8 ‰ fald, dog ca. 5 ‰ på sidste 1 km. Der vil ske en fordeling af Gudenåens vandføring imellem omløbet og Tange Sø. Vandspejlet i søen vil kunne variere med op til 40 cm.
Middelvandføring/ varianter	Mindst 16,5 m ³ /sek., svarende til mindst 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2016) mio. kr.	75
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	79
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej Stuvezone opstrøms passagen: Ja Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Nej
DTU-Aqua vurdering /7/	Sikrer fri opstrøms passage. Sikrer <u>ikke</u> fri nedstrøms passage. Model B vil med stor sandsynlighed, <u>ikke</u> kunne sikre en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø pga. en fortsat betydelig smolt-dødelighed.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer <u>ikke</u> passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø.

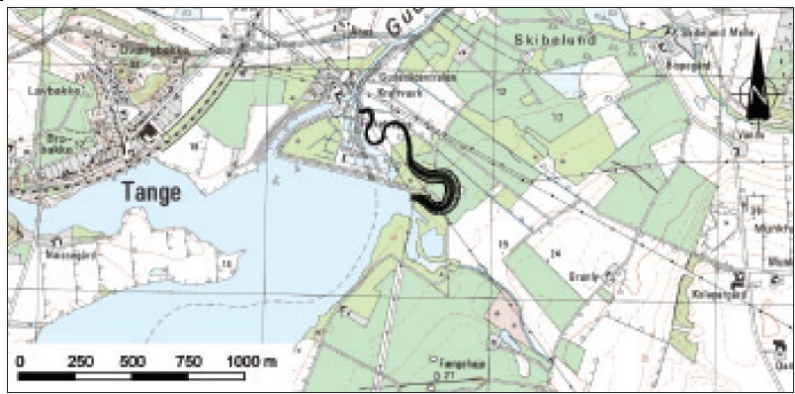
Løsning ID	IV (Model D)
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/16/
Kort beskrivelse	Mellemlangt omløbsstryk med indløb nord for Ans og et forløb vest om Tangeværket. Tange Sø vil være uændret i størrelse men med øget variation i vandspejl. 9 km nyt forløb. Bundbredde på ca. 40 m. 1 ‰ fald. Der vil ske en fordeling af Gudenåens vandføring imellem omløbet og Tange Sø. Vandspejlet i søen vil kunne variere med op til 40 cm.
Middelvandføring/varianter	Mindst 16,5 m ³ /sek., svarende til mindst 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2016) mio. kr.	298
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	314
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Ja Stuvezone opstrøms passagen: Ja Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Nej
DTU-Aqua vurdering /7/	Sikrer fri opstrøms passage. Sikrer <u>ikke</u> fri nedstrøms passage. Model D vil med stor sandsynlighed, <u>ikke</u> kunne sikre en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø pga. en fortsat betydelig smolt-dødelighed.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer <u>ikke</u> passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø.

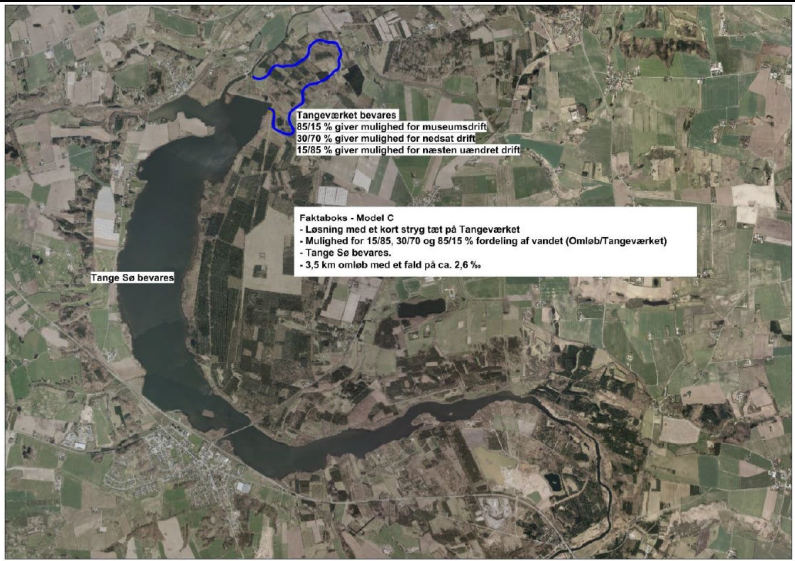
Løsning ID	VIII (Model 4D)
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/12/
Kort beskrivelse	Mellemlangt omløb ud for Ans langs østsiden af Tange Sø med udløb nedstrøms Tangeværket. Omløbet vil have et udjævnet fald på gennemsnitligt 0,3 ‰ (0,3 m pr. km) og afsluttes med langt stryg anlagt med 5 ‰ (5 m pr. km). Omløbet begynder ved Ansdæmningen. 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.
Middelvandføring/varianter	Middelvandføring i omløbet på 16 m ³ /sek., svarende til ca. 78 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2002) mio. kr.	61
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	91
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Nej Stuvezone opstrøms passagen: Ja Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Nej
DTU-Aqua vurdering /6/	Sikrer fri opstrøms passage. Sikrer <u>ikke</u> fri nedstrøms passage. Model 4D vil med stor sandsynlighed <u>ikke</u> kunne sikre en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø pga. en fortsat betydelig smolt-dødelighed.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer <u>ikke</u> passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø.

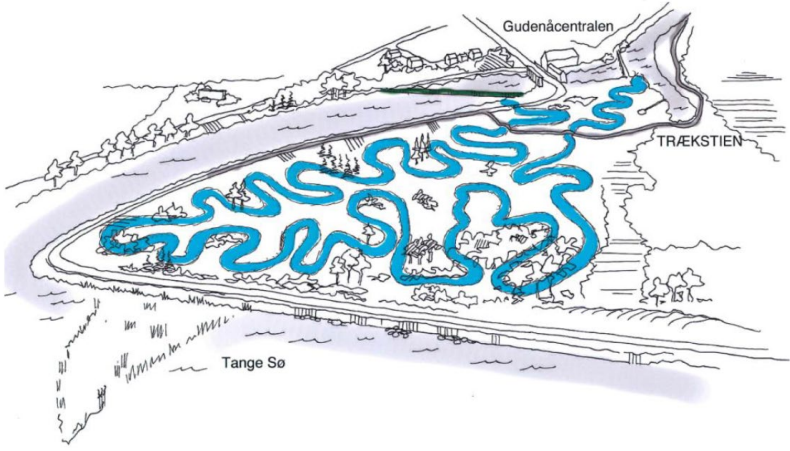
Løsning ID	IX
Type	Mellemlangt omløb
Reference	/24/
Kort beskrivelse	Fra Ans Bro og til Tangeværket adskilles Gudenåen fra Tange Sø ved en dæmning i søen langs østsiden. Desuden ledes Tange Å uden om søen og nord om Tangeværket, hvor den løber sammen med Gudenåen.
Middelvandføring/varianter	20,4 m ³ /sek. svarende til 100 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2020) mio. kr.	Ikke vurderet
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Kan ikke vurderes
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Ja Stuvezone opstrøms passagen: Ja Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Ja
DFU/DTU-Aqua vurdering	Ikke vurderet
MST vurdering af passage	Modellen sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Tange Å, men <u>ikke</u> for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø. Der vil fortsat være et betydeligt smolttab. Der foreligger ingen vurdering af maksimalt fald i passagen. Der foreligger ingen økonomiske beregninger.

Korte omløb – 4 løsningsforslag

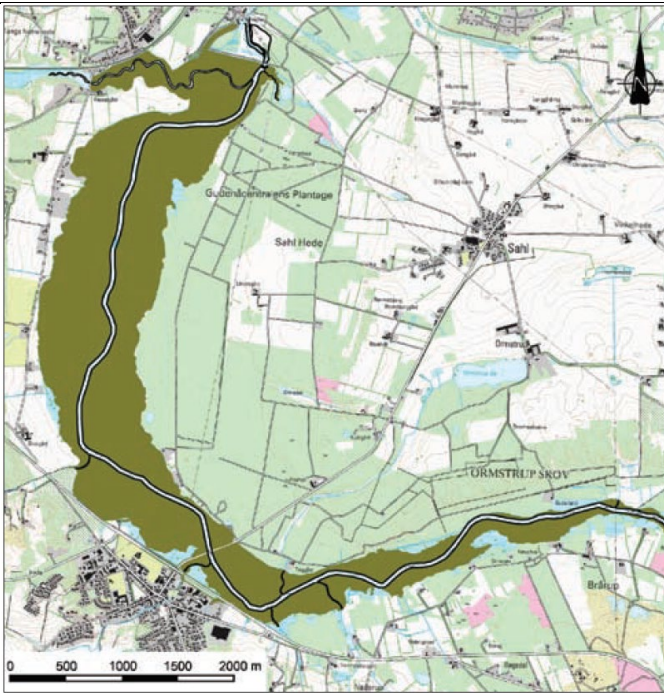
Løsning ID	I (Model 3)
Type	Kort omløb
Reference	/13/
Kort beskrivelse	Kort omløb, som starter fra nordøstsiden af Tange Sø med udløb neden for Tangeværket. Omløbet etableres med et fald på ca. 4 ‰. Stryget starter ved Tange Sø's nordøstlige hjørne. For at sikre en naturlig variation af vandføringen 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.
Middelvandføring/varianter	3 varianter (A, B og C) med middelvandføring i omløbet på hhv. 4,2, 5,8 og 16,5 m ³ /sek., svarende til hhv. ca. 20, 30 og 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2002) mio. kr.	Model 3A: 31,1 Model 3B: 32,4 Model 3C: 50,8
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Model 3A: 46,2 Model 3B: 48,2 Model 3C: 75,5
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Ja Stuvezone opstrøms passagen: Ja Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Nej Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Nej Påvirkning af sø-fladen: Nej
DFU vurdering /29/	Modellen sikrer <u>ikke</u> tilstrækkelig op- og nedstrøms passage og en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø pga. fortsat betydelig smolt-dødelighed evt. kombineret med reduceret vandmængde i omløbet.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer <u>ikke</u> passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø.

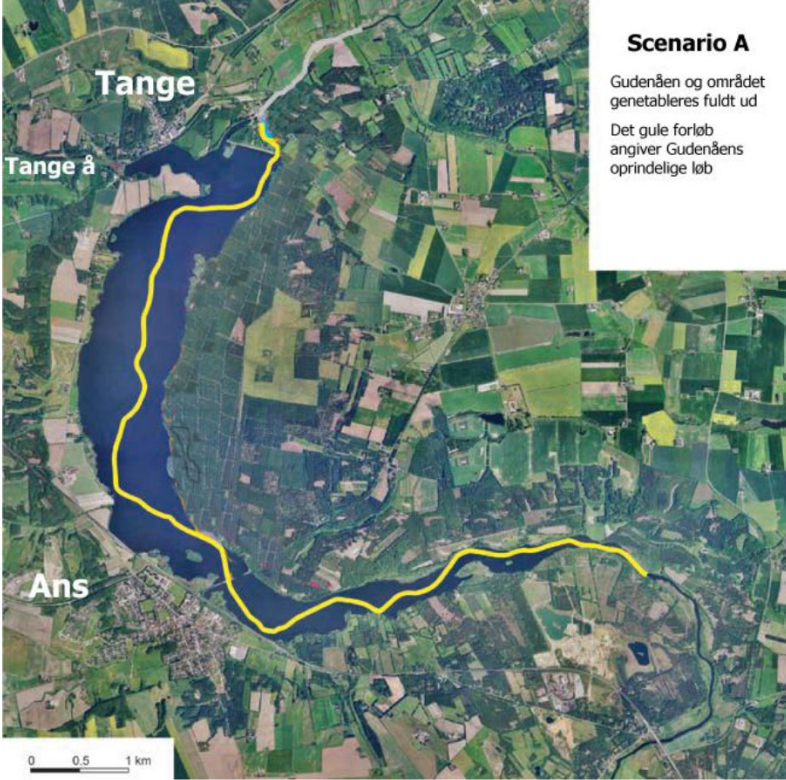
Løsning ID	I (Model 3.1)
Type	Kort omløb
Reference	/13/
Kort beskrivelse	Kort omløb, som starter fra nordøstsiden af Tange Sø med udløb neden for Tangeværket. Omløbet etableres med et fald på ca. 10 %. Stryget starter ved Tange Sø's nordøstlige hjørne. For at sikre en naturlig variation af vandføringen 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.
Middelvandføring/varianter	3 varianter (A, B og C) med middelvandføring i omløbet på hhv. 4,2, 5,8 og 16,5 m ³ /sek., svarende til hhv. ca. 20, 30 og 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2002) mio. kr.	Model 3.1A: 10 Model 3.1B: 11,2 Model 3.1C: 17,4
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Model 3.1A: 15 Model 3.1B: 16,7 Model 3.1C: 25,9
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Ja Stuvezone opstrøms passagen: Ja Passabelt fald: Nej Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Nej Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Nej Påvirkning af sø-fladen: Nej
DFU vurdering /29/	Modellen sikrer <u>ikke</u> tilstrækkelig op- og nedstrøms passage og en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø pga. fortsat betydelig smolt-dødelighed evt. kombineret med reduceret vandmængde i omløbet.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer <u>ikke</u> passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø.

Løsning ID	IV (Model C)
Type	Kort omløb
Reference	/16/
Kort beskrivelse	Kort omløbsstryg i nordenden af Tange Sø. Tange Sø vil være uændret i størrelse men med øget variation i vandspejl. 3,5 km nyt forløb. Bundbredde på ca. 30-40 m. 2,6 ‰ fald. Der vil ske en fordeling af Gudenåens vandføring imellem omløbet og Tange Sø. Vandspejlet i søen vil kunne variere med op til 40 cm.
Middelvandføring/varianter	Mindst 16,5 m ³ /sek., svarende til mindst 80 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2016) mio. kr.	94
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	99
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	<p>Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Ja</p> <p>Stuvezone opstrøms passagen: Ja</p> <p>Passabelt fald: Ja</p> <p>Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Nej</p> <p>Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Nej</p> <p>Påvirkning af sø-fladen: Nej</p>
DTU-Aqua vurdering /7/	Sikrer <u>ikke</u> fri op- og nedstrøms passage. Model C vil med stor sandsynlighed <u>ikke</u> kunne sikre en selvreproducerende havørred- og lakse-bestand opstrøms Tange Sø, især pga. fortsat betydelig smolt-dødelighed.
MST vurdering af passage	Modellen sikrer <u>ikke</u> passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø.

Løsning ID	V (Tangestryget)
Type	Kort omløb
Reference	/17/
Kort beskrivelse	Etablering af op imod 2.400 m langt omløb i parken nord for dæmningen. Omløbet vil blive 4-8 m bredt og få en hældning på 4 ‰. I forbindelse med omløbsstryget etableres et skråtstillet ledegitter i indløbskanalen oven for Tangeværket. Formålet er at få fisk der trækker nedstrøms, ledt over i omløbsstryget.
Middelvandføring/varianter	1,5 m ³ /sek. svarende til ca. 7,5 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2018) mio. kr.	Ikke vurderet
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	Kan ikke vurderes
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Ja Stuvezone opstrøms passagen: Ja Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Nej Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Nej Påvirkning af sø-fladen: Nej
DFU/DTU-Aqua vurdering	Ikke vurderet
MST vurdering af passage	Modellen sikrer <u>ikke</u> passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø, da der fortsat vil være et betydeligt smolttab og da der er for lille vandmængde i omløbet. Der foreligger ingen økonomiske beregninger.

Genopretning af Gudenåens oprindelige forløb – 2 løsningsforslag

Løsning ID	II (Model 10)
Type	Genopretning af Gudenåens oprindelige forløb
Reference	/14/
Kort beskrivelse	<p>Denne model omfatter restaurering af det oprindelige Gudenå-løb på strækningen, der i dag er dækket af søens vandspejl. Frislusen ombygges, der gennemføres etapevis tømning af søen, og Gudenåen, Tange Å samt øvrige sidetilløb restaureres. Gudenåen føres tilbage til det oprindelige tracé fra Borre Å til Tange. Åen vil have et gennemsnitligt fald på 0,7 ‰ (0,7 m pr. km). Strækninger med gydebanker vil have stejlere fald. Ved Tange føres åen gennem frislusen til det oprindelige tracé. Gydebanker mellem Borre Å og Ans, der tidligere var et vigtigt gydeområde for Gudenåaksen, retableres. Ådalen genskabes og dermed et område med særegen og værdifuld dansk natur. Søsediment bestående af silt og sand blotlægges. De største mængder findes i det oprindelige åleje, der oprenses. Sedimentet afvandes i bassiner og deponeres lokalt. Med tiden vil disse afvandingsbassiner fremstå som lave forhøjninger på 1 og 1,5 m i ådalen. Tange Sø nedlægges. Identisk med VI (Scenario A).</p>
Middelvandføring/varianter	20,4 m ³ /sek. svarende til 100 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2006) mio. kr.	145
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	187
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	<p>Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Ja Stuvezone opstrøms passagen: Nej Passabelt fald: Ja Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja Påvirkning af sø-fladen: Ja</p>
DFU/DTU-Aqua vurdering	Ikke vurderet
MST vurdering af passage	Modellen sikrer passage der danner grundlag for målopfyldelse for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø.

Løsning ID	VI (Scenario A)
Type	Genopretning af Gudenåens oprindelige forløb
Reference	/18/
Kort beskrivelse	Identisk med II (Model 10), se beskrivelsen af denne.
Middelvandføring/varianter	20,4 m ³ /sek. svarende til 100 % af den samlede middelvandføring.
Oversigtskort	
Pris oprindelig (2006) mio. kr.	145
Pris fremskrevet til 2020 mio. kr.	187
Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika	<p>Forbedret passage til Tange Å m.fl.: Ja</p> <p>Stuvezone opstrøms passagen: Nej</p> <p>Passabelt fald: Ja</p> <p>Mulighed for gydning og yngelopvækst i omløbet: Ja</p> <p>Medfører forøget næringsstofbelastning til Randers Fjord: Ja</p> <p>Påvirkning af sø-fladen: Ja</p>
DFU/DTU-Aqua vurdering	Ikke vurderet
MST vurdering af passage	Modellen sikrer passage der danner grundlag for mål opfyldelse for Gudenåen og øvrige tilløb til Tange Sø.

Sammenfatning

Oplysninger for de ovenfor beskrevne løsningsforslag er sammenfattet i nedenstående tabel 1.

Vurderinger foretaget af Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU) og DTU Aqua /6/7/21/27/28/29/30/31/32/33/34/ konkluderer, at de korte omløbsstryg ikke vil give mulighed for selvreproducerende fiskebestande og god økologisk tilstand for fisk i forhold til vandrammedirektivet og vandområdeplanernes tilstandskrav. DTU Aqua vurderer desuden, at de visse af de mellemlange omløbsstryg med stor sandsynlighed ikke vil give mulighed for selvreproducerende lakse- og ørredbestande i Gudenåen opstrøms Tangeværket og Tange Sø, da dødeligheden for ungfisk (smolt) af laks og havørred i den tilbageværende del af Tange Sø, som fiskene skal passere, sandsynligvis stadig vil være for høj.

Et groft og til 2020 fremskrevet skøn over omkostningerne til etablering af en tilstrækkelig passageløsning er vurderet til 91-375 mio. kr.

Hertil kommer omkostninger til etablering af kompenserende foranstaltninger for at undgå forøget næringsstofbelastning af Randers Fjord. Disse omkostninger skal genberegnes med opdaterede data og afhænger desuden af den valgte løsningsmodel.

På grundlag af de foreliggende oplysninger er det Miljøstyrelsens vurdering at følgende løsningsmodeller vil kunne sikre grundlag for opnåelse af fisketætheder og -arter svarende til god økologisk tilstand i vandløb opstrøms Tange Sø:

Type	Løsning ID	Pris 2020 (mio. kr.)
Lange omløb	I (Model 1C)*	375
	I (Model 2C)*	296
	I (Model 9C)*	357
	IV (Model E)*	261
	VI (Scenario B)*	Ikke oplyst
	VI (Scenario C)*	Ikke oplyst
	VII (Den 4. løsning)*	40**
Mellemlange omløb	I (Model 5C)*	95
	I (Model 6C)*	91
	I (Model 7)*	181
	II (Model 11)*	136
	III (Modificeret model 11)*	136
	IV (Model A)*	169
Genopretning af Gudenåens oprindelige forløb	II (Model 10)	187
	VI (Scenario A)	187

* Løsningen forbedrer ikke passageforholdene til Tange Å og øvrige mindre tilløb til Tange sø.

** Prisoverslaget vurderes at være væsentligt for lavt.

Type	Løsning ID	Variant	Faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika						Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU)/DTU Aqua fiskebiologisk vurdering af løsningen				MST Vurdering ifht. vandområdeplanernes retningslinjer for kontinuitet (jf. boks 1)				Passagen sikrer grundlag for opnåelse af fisketæthed og -arter svarende til god økologisk tilstand opstrøms Tange Sø (MST vurdering)	Problemstillinger	Pris 2020 mio. kr	Ref.	
			Forbedret passage til Tange Å m.fl.	Middelvandføring i passagen (m ³ /sek.)	Maks. fald i passagen (‰) [7]	Mulighed for gydning og yngel-opvækst for laksefisk og lampretter i (dele af) omløbet [8]	Medfører forøget næringsstofbelastning af Randers Fjord [6]	Påvirkning af sø-fladen	Tilstrækkelig opstrøms passage for havørred og laks	Tilstrækkelig nedstrøms passage for havørred og laks	Selv-reproducerende bestande af havørred og laks muligt	Tilstrækkelig passagemulighed for flodlampret og havlampret	Naturlignende fald i hele eller hovedparten af passagen, der så vidt muligt svarer til det naturlige for stryg i vandløb [4]	Ingen stuvezone opstrøms passagen med væsentlige morfologiske ændringer (strøm, dybde, substratforhold) på længere strækninger af vandløbet	Reduktion af vandføringen i passagen i forhold til vandføringen opstrøms passagen overstiger ikke 50 % af vandløbets medianminimumsvandføring (Qmm) [3]	Der opretholdes altid en minimumsvandføring i passagen på 50 % af Qmm					
Lange omløb	I (Model 1)	A	NEJ	4,2	0,7	JA	JA	NEJ	Usikkert	JA	Usikkert	Usikkert	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde	260	/13/27/	
		B	NEJ	5,8	0,7	JA	JA	NEJ	Usikkert	JA	Usikkert	Usikkert	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde	280		
		C	NEJ	16,5	0,7	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA [5]			375
	I (Model 2)	A	NEJ	4,2	5	JA	JA	NEJ	Usikkert	JA	Usikkert	Usikkert	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde	193	/13/28/	
		B	NEJ	5,8	5	JA	JA	NEJ	Usikkert	JA	Usikkert	Usikkert	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde	201		
		C	NEJ	16,5	5	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA [5]			296
	I (Model 9)	A	NEJ	4,2	0,8	JA	JA	JA	Usikkert	JA	Usikkert	Usikkert	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde	230	/13/34/	
		B	NEJ	5,8	0,8	JA	JA	JA	Usikkert	JA	Usikkert	Usikkert	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde	260		
		C	NEJ	16,5	0,8	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA [5]			357
	IV (Model E)		NEJ	17,3	0,8	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA [5]		261	/7/16/
VI (Scenario B)		NEJ	20,4	0,8	JA	JA	JA					JA	JA	JA	JA	JA	JA [5]		?	/18/	
VI (Scenario C)		NEJ	20,4	0,8	JA	JA	JA					JA	JA	JA	JA	JA	JA [5]		?		
VII (Den 4. løsning)		NEJ	20,4	0,8	JA	JA	JA					JA	JA	JA	JA	JA	JA [5]		40 [1]	/19/	
Mellemlange omløb	I (Model 4)	A	NEJ	4,2	5	JA	JA	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	Usikkert	JA	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, smolttab	59	/13/30/	
		B	NEJ	5,8	5	JA	JA	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	Usikkert	JA	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, smolttab	70		
		C	NEJ	16,5	5	JA	JA	NEJ	JA	NEJ	NEJ	Usikkert	JA	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Smolttab	91		
	I (Model 5)	A	NEJ	4,2	5	JA	JA	JA	Usikkert	NEJ	NEJ	Usikkert	JA	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, smolttab	61	/13/31/	
		B	NEJ	5,8	5	JA	JA	JA	Usikkert	NEJ	NEJ	Usikkert	JA	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, smolttab	76		
		C	NEJ	16,5	5	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	JA	JA [5]			95
	I (Model 6)	A	NEJ	4,2	5	JA	JA	JA	Usikkert	NEJ	NEJ	Usikkert	JA	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, smolttab	61	/13/32/	
		B	NEJ	5,8	5	JA	JA	JA	Usikkert	NEJ	NEJ	Usikkert	JA	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, smolttab	73		
		C	NEJ	16,5	5	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	JA	JA [5]			91
	I (Model 7)		NEJ	20,4	5	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA [5]		181	/6/13/33/
	II (Model 11)		NEJ	20,4	5	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA [5]		136	/6/14/
	III (Modificeret model 11)		NEJ	20,4	5	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA [5]		136	/6/15/
	IV (Model A)		NEJ	20,4	0,8	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA [5]		169	/7/16/21/
IV (Model B)		NEJ	16,5	5	JA	JA	NEJ	JA	NEJ	NEJ	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	JA	NEJ	Smolttab	79	/7/16/	
IV (Model D)		JA	16,5	1	JA	JA	NEJ	JA	NEJ	NEJ	NEJ	JA	NEJ	NEJ	NEJ	JA	NEJ	Smolttab	314		
VIII (Model 4D)		NEJ	16	5	JA	JA	NEJ	JA	NEJ	NEJ	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ	JA	NEJ	Smolttab	91	/6/12/	
IX		JA	20,4	?	JA	JA	JA					JA	NEJ	JA	JA	NEJ	Smolttab, fald	?	/24/		
Korte omløb	I (Model 3)	A	JA	4,2	4	NEJ	NEJ	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, fald, smolttab	46.2	/13/29/	
		B	JA	5,8	4	NEJ	NEJ	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, fald, smolttab	48.2		
		C	JA	16,5	4	NEJ	NEJ	NEJ	JA	NEJ	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	JA	NEJ	Fald, smolttab		75.5
	I (Model 3.1)	A	JA	4,2	10	NEJ	NEJ	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, fald, smolttab	15		
		B	JA	5,8	10	NEJ	NEJ	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, fald, smolttab	16.7		
		C	JA	16,5	10	NEJ	NEJ	NEJ	JA	NEJ	NEJ	Usikkert	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	JA	NEJ	Fald, smolttab		25.9
IV (Model C)		JA	16,5	2,6	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Fald, smolttab	99	/7/16/		
V (Tangestryget)		JA	1,5	4	NEJ	NEJ	NEJ					NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	Vandmængde, fald, smolttab	?	/17/		
Genopretning af Gudenåens oprindelige forløb	II (Model 10)		JA	20,4	0,7	JA	JA	JA				JA	JA	JA	JA	JA	JA		187	/14/	
	VI (Scenario A)		JA	20,4	0,7	JA	JA	JA				JA	JA	JA	JA	JA	JA		187	/18/	

Tabel 1. Oversigt over de behandlede løsningsforslag med angivelse af faktorer af betydning for faunapassagen og særlige karakteristika, vurdering ift. vandområdeplanernes retningslinjer for kontinuitet, Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU)/DTU Aquas vurdering af mulighederne for tilstrækkelig fiskepassage og etablering af selvreproducerende fiskebestande, Miljøstyrelsens vurdering af grundlag for målopfyldelse mht. fisk samt 2020 prisoverslag.

Noter:

[1] Prisoverslaget vurderes at være væsentligt for lavt.

[2] Passagen fører 100 % af den samlede vandføring.

[3] Vurderet ift. en Qmm på 4,85 m³/sek., svarende til 4.850 l/sek.

[4] Vurderet ift. et naturligt gennemsnitsfald i Gudenå på 0,7-0,8 ‰ og erfaringer fra andre vandløb.

[5] Ingen forbedret passage til Tange Å og øvrige mindre tilløb til Tange Sø.

[6] Løsningen medfører behov for kompenserende foranstaltninger mod forøget næringsstofbelastning af Tange Sø.

[7] For de lange og mellemlange omløb forekommer det maksimale fald kun på en mindre delstrækning af omløbet.

[8] Gyldning og yngelopvækst vil ikke være muligt for den delstrækning af passagen der har et fald over ca. 1 ‰.

Referencer

- /1/ WaterFrame 2014. *Fiskepassager i Tangetrappen 2012-2013*. Rapport til Gudenaacentralen. <http://gudenaacentralen.dk/wp-content/uploads/2017/06/Fiskepassager-i-Tangetrappen-2012-2013-1.pdf>
- /2/ Jepsen N., Aarestrup K., Økland F. & Rasmussen G. 1998. *Survival of radiotagged Atlantic salmon (Salmo salar L.) – and trout (Salmo trutta L.) smolts passing a reservoir during seaward migration*. Hydrobiologia May 1998, 371:347
- /3/ WaterFrame 2005. *Smoltens passage forbi Tange, 2005*. Rapport udarbejdet for Gudenaacentralen. <http://easytell.dk/log/datafiles/3083/41902-smoltenspassage.pdf>
- /4/ Aarestrup K., Koed A. & Møller Olesen T. 2006. *Nedstrøms vandring og opstemninger*. Fisk & Hav 60: 54-62.
- /5/ Pedersen M., Jepsen N., Aarestrup K., Koed A., Pedersen S. & Økland F. 2011. *Loss of European silver eel passing a hydropower station*. J. Appl. Ichthyol. 2011: 1–5.
- /6/ DTU Aqua/Koed, A. 2015. *Vurdering af tre modeller for etablering af selvreproducerende fiskebestande i Gudenåen ovenfor Tangeværket og Tange Sø, med fokus på laks, havørred, ål og flod- og havlampret*. Notat udarbejdet til Naturstyrelsen.
- /7/ DTU Aqua/Koed, A. 2016. *Fiskebiologisk vurdering af fem modeller for den fremtidige faunapassage af Gudenåen ved Tange Sø (beskrevet af Rambøll 2016) med fokus på laks og havørred*. Notat udarbejdet til Viborg, Favrskov, Silkeborg og Randers kommuner.
- /8/ Udpegningsgrundlag for Natura-2000 områderne: <https://mst.dk/natur-vand/natur/natura-2000/natura-2000-omraaderne/udpegningsgrundlag/>
- /9/ Basisanalyse for vandområdeplaner 2021-27: <https://mst.dk/natur-vand/vandmiljoe/vandomraadeplaner/vandomraadeplaner-2021-2027/basisanalyse-for-vandomraadeplaner-2021-2027/>
- /10/ Miljø- og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen. 2019. *Retningslinjer for udarbejdelse af basisanalyse for vandområdeplaner 2021-2027*. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2019/12/978-87-7038-144-4.pdf>
- /11/ Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, de jyske amter, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Dansk Dambrugerforening og Danmarks Sportsfiskerforbund. 2004. *Faunapassageudvalget, Samlerapport - Sammenfatning af delrapport 1 – 4*. http://www.fiskepleje.dk/-/media/Sites/Fiskepleje/Vandloeb/restaurering/fri_passage/faunapassageudvalget_samlerapport.ashx?la=da
- /12/ Cowi. 2014. *Omløb ved Tange Sø: Kvælstoffjernelse ved variationer af model 4*. Teknisk notat. Udarbejdet for Aage V. Jensen Naturfond.
- /13/ Cowi. 2002. *Gudenåens passage ved Tangeværket - sammenfatning af skitseprojekt*. Rapport udarbejdet for Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, Fødevareministeriet.
- /14/ Cowi. 2007. *Supplering af beslutningsgrundlag for Gudenåens passage ved Tangeværket*. Rapport udarbejdet for interesseorganisationen Danmarks Naturfredningsforening.
- /15/ Cowi. 2015. *Omløb ved Tange Sø: kvælstoffjernelse ved model 11*. Teknisk notat udarbejdet for Naturstyrelsen.
- /16/ Rambøll. 2016. *Løsningsforslag til Gudenåens fremtidige forløb ved Tange Sø*. Rapport udarbejdet for Favrskov, Randers, Silkeborg og Viborg kommuner.
- /17/ Waterframe. 2018. *Tangestryget en kompromisløsning*. Rapport udarbejdet for interesseorganisationen Foreningen til bevarelse af Tange Sø.
- /18/ Foreningen til nedlæggelse af Tange Sø. 2014. *Gudenåen efter nedlæggelsen af Tange sø - Del 2*. Rapport.
- /19/ Frankø, B. 2020. *Den 4. løsning for Tange Sø-problematikken*. Teknisk notat.
- /20/ Data fra Danmarks Statistik: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/selectvarval/define.asp?PLanguage=0&subword=tabsel&MainTable=BYG61&PXSID=197706&tablestyle=&ST=SD&buttons=0>

- /21/ DTU Aqua/Koed, A. 2017. *Vurdering af Model A (Rambøll 2016) i forhold til en selvreproducerende laksebestand i Gudenåen*. Notat.
- /22/ Poulsen, E. M. 1935. *Nye undersøgelser over Gudenåens lakse- og havørred-bestand*. Beretning til Ministeriet for Landbrug og Fiskeri fra Den Danske Biologiske Station XL, 9-36.
- /23/ Johansen, A.C. & Løfting, J.C. 1919. *Om Fiskebestanden og Fiskeriet i Gudenåens Nedre Løb og Randers Fjord*. Skrifter udgivet af kommissionen for havundersøgelser. Nr. 9, 144 pp.
- /24/ Borg, A./Lokal DN-gruppe. 2020. *Vedr. løsninger vedr. Tange sø. Nyt og bedre forslag end de hidtil diskuterede*. Teknisk notat.
- /25/ Viborg Kommune. 2011. *Gudenåens forløb ved Tange Sø. Ekspertpanelets besvarelse af de tekniske spørgsmål, der er rejst i forbindelse med borgerinddragelsesprocessen*. Notat.
- /26/ COWI. 2011. *Vurdering af miljøtilstanden i Tange Sø med og uden gennemløb af Gudenåen*.
- /27/ Miljøministeriet og Fødevareministeriet 2002. *Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket. Arbejdsrapport. Model 1. Langt omløb med naturligt fald (0,8‰)*.
- /28/ Miljøministeriet og Fødevareministeriet 2002. *Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket. Arbejdsrapport. Model 2. Langt omløb med udjævnet fald (0,3‰)*.
- /29/ Miljøministeriet og Fødevareministeriet 2002. *Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket. Arbejdsrapport. Model 3. Kort omløb ved frislusen*.
- /30/ Miljøministeriet og Fødevareministeriet 2002. *Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket. Arbejdsrapport. Model 4. Omløb fra Ans med udjævnet fald (0,3‰)*.
- /31/ Miljøministeriet og Fødevareministeriet 2002. *Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket. Arbejdsrapport. Model 5. Sænkning af hele søfladen samt omløb i søbred fra Ans med naturligt fald (0,8‰)*.
- /32/ Miljøministeriet og Fødevareministeriet 2002. *Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket. Arbejdsrapport. Model 6. Sænkning af hele søfladen samt omløb i søbred fra Ans med udjævnet fald (0,3‰)*.
- /33/ Miljøministeriet og Fødevareministeriet 2002. *Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket. Arbejdsrapport. Model 7. Retablering af åens øverste 6 km samt omløb med udjævnet fald*.
- /34/ Miljøministeriet og Fødevareministeriet 2002. *Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket. Arbejdsrapport. Model 9. Sænkning af hele søfladen samt omløb fra Borre Å med naturligt fald (0,8‰)*.