

Kolding Kommune, Miljø og Klima  
Att.: Lars Guldager  
Nytov 11  
6000 Kolding

22. september 2023 - Sags nr.: 23/17481

## Tilladelse efter vandløbsloven og dispensation fra naturbeskyttelsesloven til regulering af Kolding Å i forbindelse med etablering af pumpe- og slusestation ved vandløbets udløb

### Anledning

Vandløbsmyndigheden i Kolding Kommune meddeler tilladelse efter vandløbsloven og dispensation fra naturbeskyttelsesloven til etablering af pumpe- og slusestation ved udmundningen af Kolding Å. Formålet med projektet er at sikre bassinkapacitet til tag- og overfladevand i den nedre del af Kolding Å, i forbindelse med skybrud, og sikre, at stormfloder ikke forplanter sig op igennem Kolding by via Kolding Å og forårsager oversvømmelser. Formålet er ligeledes at sikre, at vandføringen i vandløbet ikke skaber oversvømmelser, når slusen er lukket. Pumpe- og slusestationens funktion er således, at skabe kapacitet i vandløbet ved skybrud, så der er plads til regnvandet fra byen. Derudover er slusens funktion at lukke af ved forhøjet vandstand i fjorden inden der indtræffer sig oversvømmelser i byen, og pumpen skal sørge for at holde vandføringen i Kolding Å i skak ved at pumpe vandet forbi slusen, når den er lukket. Projektets gennemførelse bidrager dermed væsentligt til at reducere risikoen for oversvømmelser i Kolding by.

Foruden etablering af et pumpe- og slusebygværk omfatter det samlede projekt ligeledes forhøjelse af sti, etablering af pier, terrænhævning m.fl.



**Oversigtskort.** Angiver pumpe- og slusestationens placering ved Kolding Ås udløb (rød prik).

Slusen etableres således, at der vil være to åbninger. Imellem de to åbninger etableres en midtervæg (centreret i vandløbet). I hver åbning anlægges to sidehængte sluseporte. I pumpebygværket benyttes fiskevenlige snekkerpumper. Pumpebygværkets og slusebygværkets geometri og placering fremgår af projektbeskrivelsen med dertilhørende bilag, som er vedlagt bagerst i denne tilladelse. En detaljeret situationsplan fremgår af projektbeskrivelsens bilag B.

Denne tilladelse dækker både over den midlertidige anlægsfase samt den efterfølgende permanente fase, hvor pumpe- og slusebygværket er opført og i drift. I begge faser skal der sikres et tilstrækkeligt vandslug ved sluseportene.

Projektet har været i offentlig høring ved annoncering på kommunens hjemmeside. I henhold til bekendtgørelse nr. 834 af 27. juni 2016 om vandløbsregulering og - restaurering mv., var projektet annonceret til offentlig fremlæggelse i 4 uger i perioden fra den 14. august 2023 til og med den 11. september 2023, med mulighed for at indsende bemærkninger eller indsigelser. De indkomne høringssvar og kommunens bemærkninger hertil kan læses på side 6.

### **Tilladelse efter vandløbsloven**

Vandløbet er omfattet af bestemmelserne i vandløbsloven. Det betyder, at der ikke må foretages ændringer af dets skikkelse eller vandføringsevne, uden at der er givet en tilladelse efter vandløbsloven.

Der meddeles hermed tilladelse til vandløbsreguleringen. Tilladelsen gives efter vandløbslovens § 17, lovbekendtgørelse nr. 1217 af 25. oktober 2019, samt efter reglerne i bekendtgørelse nr. 834 af 27. juni 2016 om vandløbsregulering og restaurering m.v.

Projektet skal udføres i overensstemmelse med ansøgningens projektbeskrivelse, samt på **følgende vilkår:**

- 1) Vandløbsreguleringen skal udføres i overensstemmelse med fremsendte projektbeskrivelse.
- 2) Projektet skal sikre fuld passage for vandløbsfaunaen gennem Kolding Å.
- 3) Sluserne skal være lukkede så sjældent som muligt, dvs. kun når det er absolut nødvendigt for at undgå oversvømmelser i Kolding. Dette gælder i særdeleshed i perioder med fiskeopgang og nedgang af smolt, det vil sige i henholdsvis efterårssæsonen og forårssæsonen.
- 4) Afstrømningsforholdene i Kolding Å må ikke forringes i forhold til bestemmelserne i vandløbsregulativet.
- 5) Udvaskning af sand og jord skal begrænses mest muligt i forbindelse med etableringen.
- 6) Antallet af dage hvor slusen lukkes øges over tid, og slusen estimeres lukket i op til 116 dage i 2120. Dette vil have betydelig indvirkning på området biologiske mangfoldighed. Derfor skal der inden udgangen af dette århundrede findes en løsning til sikring af trækkende fisk i vandløbet.
- 7) I forbindelse med eftersyn af porte og udskiftning af porte (driftssituationer), hvor der er behov for at der afspærres med skodder, skal der sikres passagemuligheder for vandløbsfaunaen. Tiltagene skal i videst muligt omfang ske i perioder uden fiske op- og nedgang. Endvidere skal tiltagene sikre den fortsatte afvanding, og ske i perioder med lav afstrømning i vandløbet.
- 8) Midterstoppen i slusen skal afmærkes således, at den er synlig fra vandsiden.
- 9) Der skal være varsling af særlige vejrhændelser tilknyttet anlægsfasen, således man kan beskytte eventuelle udsatte konstruktioner mod oversvømmelse.

- 10) Der må ikke opsættes lys, der lyser direkte på vandløbet.
- 11) Når det i forbindelse med anlægsfasen bliver nødvendigt at spærre Kolding Å, skal bådelaugene og kajakklubben varsles 14 dage før evt. lukning af sejladsmulighed med angivelse af, hvor længe Kolding Å lukkes.
- 12) Der skal ske en løbende monitoring af, hvorvidt sedimentation i indløbskammeret udgør et problem for pumpernes funktion. Hvis der opstår behov for eftermontering af låger på grov-gitteret ind til indløbskammeret, kan dette kun ske efter en forudgående dialog og aftale med vandløbsmyndigheden. En eftermontering af låger vil kunne kræve foregående undersøgelser af i hvilket omfang fisk svømmer ind i indløbskammeret fx ved el-fiskeri.
- 13) Eventuelle fund af arkæologisk materiale skal straks anmeldes til Museum Sønderjylland og arbejdet standses, jf. museumsloven.
- 14) Opdages der en forurening i jorden, skal arbejdet standses og Kolding Kommunes jordforureningsteam underrettes i henhold til jordforureningsloven.
- 15) Færdsel og anlægsarbejder på anden mands ejendom forudsætter pågældende lodsejers forudgående accept.

### **Dispensation efter naturbeskyttelsesloven**

Vandløbsstrækningen er ifølge Danmarks Miljøportal udpeget som tilstandsbeskyttet efter naturbeskyttelseslovens § 3, hvilket betyder, at reguleringer og andet, der strækker sig ud over sædvanlig vedligeholdelse, ikke er tilladt uden forudgående dispensation fra beskyttelsesbestemmelsen. Den pågældende vandløbsregulering kræver derfor en dispensation jf. naturbeskyttelseslovens § 65, stk. 2. Kolding Kommune meddeler dispensation på vilkår af, at reguleringen sker i overensstemmelse med projektbeskrivelsen og de fastsatte vilkår ovenfor.

### **Projektet**

#### Den midlertidige fase

Den anlægstekniske fase indbefatter flere tiltag. Disse tiltag er beskrevet i detaljer i projektbeskrivelsen og de dertilhørende bilag.

I forbindelse med anlæggelsen af sluse- og pumpestationen forlægges Kolding Å midlertidigt. I den periode vil vandløbet løbe syd om byggegruben for slusekonstruktionen – se evt. figur 2-1 i projektbeskrivelsen. Forlægningen betyder, at vandløbet i anlægsperioden indsnævres i forhold til de nuværende forhold. Ansøger har udarbejdet en afstrømningsmodel, hvor byggegrubens placering i vandløbet er indarbejdet. Modellen er kørt ved forskellige afstrømningshændelser både ved normal vandstand i Kolding Fjord og ved højvande (0,5 m).

Modelresultaterne viser ændringen i vandstand ved forskellige afstrømningshændelser ved eksisterende forhold sammenholdt med forholdene under anlægsfasen (med indsnævret profil). I alt er 11 lokaliteter opstrøms anlægsarbejdet undersøgt for ændringer i vandstand. Modelresultaterne fremgår af projektbeskrivelsen (tabel 2-2). Heraf fremgår det, at vandstandsstigningerne er størst tættest på byggegruben og aftagende op igennem byen. Opstuvning vil således fortrinsvis være lokal.

### Den permanente situation

Når vandstanden i Kolding Fjord når kote 1,3-1,4 m lukkes slusen, og pumperne sættes i drift. Slusens funktion ved høj vandstand i fjorden er at forhindre, at havvand trænger ind i Kolding Å, så vandløbet stadig kan benyttes til at lede vand væk fra oplandet.

Ved varsling om skybrud, vil en forudgående lukning af slusen og igangsætning af pumperne kunne nedpumpe vandniveauet i Kolding Å. På den måde vil anlægget sikre, at vandløbet kan benyttes som temporært magasin for tag- og overfladevand.

Lukkekoten er ikke endeligt fastlagt endnu, men forventes at ligge i intervallet 1,3 m - 1,4 m DVR90. Det forventes, at antal lukkedage grundet skybrudshændelser er 1-3 dage om året, typisk i sommermånederne.

En situationsplan, som viser slusens opbygning med to åbninger, imellem hvilke der etableres en midterstolpe til stabilisering, fremgår af projektbeskrivelsens bilag B. Hver åbning har en åbningsbredde på 10 meter. Slusens totale åbningsbredde er således 20 meter.

Når der anvendes sidehængte sluseporte, som i dette projekt, vil der, når sluserne er åbne, være en fri vandsøjle fra vandløbsbunden til overfladen. Dette vil også være tilfældet i situationer, hvor portene er delvist lukkede (driftssituationer).

Pumpebygværket etableres nord for vandløbet (den nordlige bred), i den sydlige ende af havnen. Når slusen lukker, løber vandet fra Kolding Å ind over en bred overfaldskant ind i et indløbskammer. Herfra løftes vandet til udløbskammeret og videre ud i fjorden. Udløbet fra bygværket sker ligeledes over en bred overløbskant.

Overfaldskanten ind til indløbskammeret anlægges således, at der til enhver tid sikres en vanddybde i vandløbet på 0,5 meter. Der anlægges et grov-gitter i forbindelse med overfaldskanten, som er passabel for fisk.

Erfaringer fra lignende projekter har vist, at der kan opstå sedimentation i indløbskammeret. Sedimentation i indløbskammeret kan forhindre en tilfredsstillende funktion af pumperne. For at undgå sedimentation i indløbskammeret, har ansøger søgt om eventuel eftermontering af låger på grov-gitteret. Følgende tretrinraket-løsning på en eventuel sedimentationsproblematik er indarbejdet i projektet:

- 1) Der er ingen aflukning ind til kammeret, og der er således blot monteret grov-gitter uden låger. Denne løsning sikrer kontinuerlig vandudskiftning og fiskepassage.
- 2) Løsning 1 giver udfordringer med u hensigtsmæssig sedimentation i indløbskammeret, hvorfor der eftermonteres låger på grov-gitteret. Lågerne får en længde på omkring 2,5-3 meter, og det samlede antal låger bliver således 6-8 låger. Der vil til enhver tid være mindst én af lågerne, som står åben for at sikre en tilfredsstillende vandudskiftning, og for at sikre, at eventuelle fisk i kammeret kan svømme ud.
- 3) Løsning 2 er ikke tilstrækkelig til at sikre, at der ikke sker sedimentation i indløbskammeret. Alle låger lukkes derfor, men der åbnes kortvarigt (fx 1-2 timer) for lågerne med et endnu ikke fastlagt

interval for at sikre vandudskiftning og at eventuelle fisk i indløbskammeret kan svømme ud.

I denne tilladelse er der stillet vilkår om (vilkår 12), at trin 2 og trin 3 kun kan iværksættes efter aftale med vandløbsmyndigheden, og at eftermontering af låger skal ske på grundlag af konkret viden om eventuel forekomst af fisk i indløbskammeret. Dette vilkår sikre et bedre udgangspunkt for eventuelle tilpasninger af afgitringen.

Det fremgår af situationsplanen, at der i forlængelse af slusen etableres fast adgangsvej til slusen. Der etableres endvidere trædæk.

Det fremtidige vandslug igennem slusen vil ikke modsvare det eksisterende vandslug, idet vandløbet på stedet, hvor bygværket skal etableres, er meget bred. Sluseåbningen får et vandslug, der som minimum svarer til vandsluget for den nærtliggende bro over Østerbrogade ca. 850 meter opstrøms. Det eksisterende vandslug ved Østerbrogade samt vandsluget i Kolding Å, hvor bygværket skal anlægges, fremgår af projektbeskrivelsens tabel 3-1. Heraf fremgår ligeledes sluseportåbningens vandslug.

#### Fiskevenlige pumper

Til projektet er der af hensyn til driftssikkerheden af pumperne og fiskebestanden i Kolding Å valgt at benytte snekepumper i bygværket. Fiskevenligheden er baseret på skruerpumpernes lave rotationshastighed og på stor afstand mellem vindingerne. Dokumentation for pumpernes fiskevenlighed fremgår af projektbeskrivelsens bilag C. Afgitring foran pumperne bliver et grov-gitter med maskevidde på ca. 200 mm.

Pumpernes ydelse er på minimum 20 m<sup>3</sup>/s.

#### Lukkehyppighed for sluseporte

Forventet lukkehyppighed for sluseportene fremgår af projektbeskrivelsens bilag D. Antallet af dage, hvor slusen er lukket, stiger i takt med den forventede vandstandsstigning som følge af klimaforandringerne. I år 2120 er den forventede vandstandsstigning på 1 meter og det estimerede antal lukkedage ved kote 1,3 -1,4 m DVR90 er mellem 65 dage og 119 dage.

I denne tilladelse er der stillet vilkår om, at sluse- og pumpestationen i forhold til scenariet i 2120, hvor lukkedagene potentielt løber op på 119 dage per år, skal re-tænkes. Dette for at sikre faunapassagen i vandløbssystemet. Denne tilladelse giver således ikke mulighed for at sluserne kan lukkes i mere end 119 dage om året.

Lukning i forbindelse med stormflod vil typisk have en gennemsnitlig varighed på ca. 1 døgn per hændelse.

#### Lukkehyppighed drift

For at sikre, at hydraulikken til sluseportene ikke gror fast, motioneres portene én gang om måneden. Dette gøres ved, at de to portåbninger lukkes på skift, sådan at der til enhver tid sikres afstrømning samt passage. Varigheden vil være mindre end 30 minutter.

Hvert 5. år skal der ske eftersyn af portene. Dette sker ligeledes ved at lukke én port ad gangen. Varigheden forventes at være 1-2 dage.

Ved udskiftning af portene og større vedligeholdelsesarbejder afspærres der fuldstændigt med skodder. Dette sker forventeligt hvert 25. år med en varighed på omkring 14 dage. Der er i denne tilladelse stillet vilkår om, at faunapassagen og afvandingen i driftssituationerne skal sikres.

### **Høringssvar**

Den 6. september 2023 modtog vandløbsmyndigheden høringssvar fra Museum Sønderjylland – Arkæologi. Museet havde ingen bemærkninger til reguleringsprojektet.

Den 10. september 2023 modtog vandløbsmyndigheden høringssvar fra Fiskeristyrelsen med DTU Aqua som styrelsens biologiske rådgivere. Nedenfor fremgår høringssvaret.

*”DTU Aqua har gennemgået den foreslåede mulighed for at justere i udformningen af indløbet til kammeret hvis problemer med sedimentation forhindrer en tilfredsstillende funktion af pumperne. DTU Aqua kan anbefale den foreslåede praksis omkring udformningen af indløbskammeret. Det bør fortsat tilstræbes, at fisk kan bevæge sig frit i vandløbet uden risiko for at blive fanget i indløbskammer eller lignende. Udover løbende at monitorere hvorvidt sedimentation i indløbskammeret bliver et problem kan det også anbefales at undersøge i hvilket omfang og mængder fisk overhovedet ender i indløbskammeret ved de forskellige løsninger. Dette kan gøres ved elfiskeri. Viden om evt. forekomst af fisk i indløbskammeret, vil sikre et bedre udgangspunkt for eventuelle tilpasninger af afgitringen og eventuelle åbne/lukke-tider, hvis man ender med at etablere egentlige låger foran indløbskammeret.”*

I denne tilladelse er der stillet vilkår om, at der skal ske monitoring af hvorvidt der sker sedimentation i indløbskammeret med den nuværende udformning. Derudover er der stillet vilkår om, at en eventuel justering i udformningen kun kan ske efter forudgående aftale med vandløbsmyndigheden, og at justeringen endvidere skal bero sig på konkret viden om dels sedimentation i kammeret samt omfanget af fisk i kammeret. Således er høringssvaret fra Fiskeristyrelsen og DTU Aqua blevet indarbejdet i denne tilladelse.

### **Vandløbet, Kolding Å**

Det offentlige vandløb starter ved sammenløbet mellem Vester Nebel Å fra nord og Åkær Å fra vest. Herfra løber vandløbet mod øst gennem en bred og markeret ådal. Vandløbet har en samlet længde på ca. 12 km og har udløb i Kolding Fjord. Der findes ikke rørlagte strækninger på vandløbet.

Kolding Å er i hele sit forløb udpeget som beskyttet efter bestemmelserne i naturbeskyttelseslovens § 3. Tilsvarende er hele vandløbet i Statens Vandområdeplan miljømålsat med krav om god økologisk tilstand. På projektstrækningen har Kolding Å en samlet ringe økologisk tilstand. Den økologiske tilstand for planter er ringe, mens tilstanden er god i forhold til smådyr, fisk og alger.

På den nedre del af Kolding Å mod udløbet i Kolding Fjord er vandløbet dybt, bærer bræg af at have en sandet vandløbsbund og har til tider uklart vand. Her har vandplanterne svært ved at etablere sig på bunden af vandløbet, fordi en begrænset lysmængde vil nå ned til bunden. Desuden er vandløbet stuvningspåvirket af vandstanden i Kolding Fjord. Derfor er vandløbet på den allernederste del af Kolding Å påvirket af saltvand fra fjorden. Påvirkningen af saltvand fra fjorden sammenholdt med, at

vandløbet er dybt og har relativt uklart vand med ringe lysforhold for bundplanter, medvirker til en noget forringet miljøtilstand hvad angår vandplanterne.

I Kolding Å er der en meget stor opgang af havørreder, der gyder i vandløbssystemet. Vandløbet er desuden levested for en række sjældne arter, som fx fisken smerling.

Vandløbet er omfattet af bestemmelserne i "*Regulativ for Kolding Å*".

### **Økonomi**

Kolding Kommune og Blue Kolding afholder alle udgifter til projektet.

### **Tidsplan**

Anlægsarbejdet opstartes ultimo 2024 og forventes udført ultimo 2025.

### **Bredejerforhold**

Arealet på sydside af vandløbet (matr.nr. 14a, Kolding Markjorder 1. Afd.) er et kommunalt jordstykke. På den nordlige side af vandløbet (matr.nr. 1q, Kolding Markjorder 1. Afd.) ejes arealet af Kolding Havn.

### **Miljø- og afstrømningsmæssige konsekvenser**

#### ***Miljømæssige konsekvenser***

Sluseportene i vandløbet vil udgøre en hindring for den fri faunapassage fra fjorden til vandløbet og omvendt for eksempelvis havørreder og ål, der i deres livscyklus svømmer op- og nedstrøms i vandløbene. Projektet er imidlertid indrettet således, at der stort set altid er fri faunapassage. Kun i de situationer, hvor sluseportene lukkes, vil der ikke være fri passage for fisk og smådyr. Dette forventes at ske få gange årligt, og med en begrænset varighed. Den negative påvirkning projektet forventes at kunne medføre, er derfor begrænset tidsmæssigt.

Under anlægsfasen sikres der fuld faunapassage gennem vandløbet.

Med afsæt i ovenstående vurderes det, at projektet ikke i væsentlig negativ grad vil påvirke nogle af de kvalitetselementer, der udgør grundlaget for miljøtilstanden. Projektet vil derfor ikke have væsentlige miljømæssige konsekvenser for miljøtilstanden i vandløbet, og vurderes ikke at have indvirkning på vandløbets mulighed for at opnå målopfyldelse.

#### ***Afvandingsmæssige konsekvenser***

Kolding Å vil på det sted, hvor slusen etableres, blive indsnævret i forhold til de nuværende forhold. Vandslug ved slusen vil være svarende til vandslug ved opstrøms bro ved Østerbrogade. Vandføringen vil derfor svare til den maksimale vandføring opstrøms, og da det er broen ved Østerbrogade, der er begrænsende og dermed bestemmende for de vandmængder, der løber gennem slusen, vil indsnævringen ikke have en væsentlig indvirkning på området afvanding.

Afstrømningsforholdene i vandløbet forringes desuden ikke i forhold til bestemmelserne i vandløbsregulativet.

### **Miljøvurderingsloven, Natura 2000 og bilag IV-arter**

Der er gennemført en miljøkonsekvensrapport af pumpe- og sluseanlægget. Af rapporten fremgår en vurdering af indvirkning på områdets biologiske mangfoldighed, herunder indvirkning på § 3-beskyttet natur, nærliggende Natura 2000 område N112 Lillebælt og eventuelle bilag IV-arter.

Miljøkonsekvensrapporten har været i offentlig høring. Den 21. december 2022 har Kolding Kommune meddelt tilladelse til pumpe- og sluseprojektet efter § 25 i miljøvurderingsloven. Forudsætningen for § 25-tilladelsen har været, at projektet etableres inden for de fysiske og miljømæssige rammer, som er angivet i miljøkonsekvensrapporten.

Af § 25-tilladelse fremgår det, at etablering af pumpe- og sluseanlægget ikke vil have en væsentlig skadelig indvirkning på Natura 2000-område Lillebælt eller på bilag IV-arter og deres yngle-/rasteområder. Det fremgår af tilladelsen, at anlægget vil påvirke lokalt og vil medføre miljømæssige påvirkninger af omgivelserne – både landskabeligt/visuelt og i forhold til naturmiljøet. Det er primært påvirkninger, som knytter sig til selve vandløbet og i mindre grad påvirkninger, der knytter sig til færdsel og adgang til projektområdet. Vilkaerne fastsat i denne vandløbsretlige tilladelse sikre gennemførelsen af foranstaltninger, der kan afhjælpe projektets virkninger knyttet til vandløbet og dets interesser.

Af § 25-tilladelsen fremgår bl.a. forbehold vedr. odder. I § 25-tilladelsen er der stillet vilkår om, at vandløbsstrækningen skal gennemgås for odderhuler, og at anlægsarbejdet skal stoppes, hvis der observeres odder med unger. Der er tilsvarende stillet vilkår vedr. marsvin, som ligeledes er registreret som bilag IV-art.

Miljøkonsekvensrapporten er offentliggjort på kommunens hjemmeside sammen med denne vandløbsretlige tilladelse.

### **Klagevejledning**

Efter både vandløbsloven og naturbeskyttelsesloven kan der klages over ovenstående afgørelse inden 4 uger fra offentliggørelsen.

Klageberettiget er:

- ansøger,
- enhver, der må antages at have en individuel, væsentlig interesse i sagens udfald
- en berørt nationalparkfond oprettet efter lov om nationalparker,
- Danmarks Naturfredningsforening
- Danmarks Sportsfiskerforbund.

Der kan klages over retlige spørgsmål og kommunens vurderinger og vilkår.

### **Indsendelse af klage**

En klage indsendes elektronisk via den såkaldte Klageportal via dette link: <https://kpo.naevneneshus.dk> hvor man logger ind med fx NEM-ID.

Klagen videresendes gennem Klageportalen til den myndighed, der har truffet afgørelsen. En klage er indgivet, når den er tilgængelig for myndigheden i Klageportalen.



Miljø- og Fødevareklagenævnet kan kontaktes på e-mail: [nmkn@naevneneshus.dk](mailto:nmkn@naevneneshus.dk) eller på telefon 72 40 56 00. Når man klager, skal der betales et gebyr på 900 kr. for privatpersoner og 1800 kr. for virksomheder og organisationer. Gebyret betales med betalingskort i Klageportalen. Klagen sendes først videre, når gebyret er betalt, og når klageren endeligt har godkendt klagen.

### Øvrigt

Tilladelsen vil blive annonceret på Kolding Kommunes hjemmeside og må først udnyttes, når klagefristen er udløbet og der ikke er indgivet klage(r). **Klagefristen udløber den 20. oktober 2023.**

Tilladelsen fritager ikke for at søge om tilladelse efter anden lovgivning.

Venlig hilsen

Nadja Dall  
Biolog

### Bilag:

- Ansøgningsmateriale med projektbeskrivelse.

### Kopi til:

- Ansøger Kolding Kommune, Miljø og Klima, [largu@kolding.dk](mailto:largu@kolding.dk)
- BlueKolding, [kontakt@bluekolding.dk](mailto:kontakt@bluekolding.dk)
- Kolding Havn via digital post
- Danmarks Naturfredningsforening, [dn@dn.dk](mailto:dn@dn.dk)
- Danmarks Naturfredningsforenings lokalafdeling, [kolding@dn.dk](mailto:kolding@dn.dk) & [dnkolding-sager@dn.dk](mailto:dnkolding-sager@dn.dk)
- Dansk Ornitologisk Forening, [natur@dof.dk](mailto:natur@dof.dk)
- Dansk Ornitologisk Forenings lokalafdeling, Kolding, [kolding@dof.dk](mailto:kolding@dof.dk)
- Danmarks Sportsfiskerforbund, [post@sportsfiskerforbundet.dk](mailto:post@sportsfiskerforbundet.dk),  
[sydoestjylland@sportsfiskerforbundet.dk](mailto:sydoestjylland@sportsfiskerforbundet.dk)
- Danmarks Sportsfiskerforbund, att. Miljøkoordinator Lars Brinch Thygesen,  
[lbt@sportsfiskerforbundet.dk](mailto:lbt@sportsfiskerforbundet.dk)
- Friluftsrådet, att. Bent Holgersen, [trekantomraadet@friluftsradet.dk](mailto:trekantomraadet@friluftsradet.dk)
- Naturstyrelsen Trekantområdet, [tre@nst.dk](mailto:tre@nst.dk)
- Dansk Botanisk Forening, att. Rasmus Fuglsang Frederiksen,  
[rasmusfuglsangfrederiksen@gmail.com](mailto:rasmusfuglsangfrederiksen@gmail.com)
- Miljø- og Fødevareministeriet, Landbrugsstyrelsen, [mail@lbst.dk](mailto:mail@lbst.dk)
- Udenrigsministeriet, Fiskeristyrelsen, att. Bernt Paul Wind, [bpwi@fiskeristyrelsen.dk](mailto:bpwi@fiskeristyrelsen.dk)
- Slots- og Kulturstyrelsen, [post@slks.dk](mailto:post@slks.dk)
- Museum Sønderjylland, [sekretariat@msj.dk](mailto:sekretariat@msj.dk),
- Kolding Herreds Landbrugsforening, att. sektionsleder Lars Schmidt, [las@khl.dk](mailto:las@khl.dk)

KOLDING KOMMUNE

# KLIMATILPASNINGSPROJEKT KOLDING Å PUMPE OG SLUSE

ANSØGNING OM ÅREGULERINGSSAG

ADRESSE COWI A/S

Havneparken 1  
7000 Vejle

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

## INDHOLD

1	Indledning	1
2	Midlertidig situation	2
2.1	Forudsætninger	2
2.2	Vandslug	3
3	Permanent situation	6
3.1	Forudsætninger	6
3.2	Vandslug	7
4	Driftssituation af pumpe- og slusebygværket	8
4.1	Lukkehyppighed for sluseporte	9
5	Fiskevenlige pumper	10
6	Opsummering	10
7	Bilag	10

### 1 Indledning

I forbindelse med etablering af sluse og pumpestation ved udmundingen af Kolding Å, skal der sikres et tilstrækkeligt vandslug ved sluseportenes åbning. Geometrien og placering af pumpe- og slusebygværket er vist i Figur 1-1.

PROJEKTNR.

A239486

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

04.05.2023

BESKRIVELSE

Ansøgning

UDARBEJDET

MILS

KONTROLLERET

SOH

GODKENDT

SOH



Figur 1-1 Plan over fremtidigt pumpe- og slusebygværk ved udløber af Kolding Å i Kolding Fjord

Denne ansøgning dækker både den midlertidige fase i forbindelse med anlægget af bygværket, samt den permanente fase hvor bygværket er opført og i drift.

Den midlertidige fase er detaljeret beskrevet i Faseplanerne dok.nr. A239486-2-UDB-TEG-041, vedlagt som bilag til denne ansøgning og kan opsummeres til følgende hovedpunkter:

- 1 Etablering af byggegrube til pumpebygværk og slusebygværk
- 2 Støbning af betonkonstruktioner til bygværket
- 3 Montering af sluseporte og øvrige tekniske installationer i bygværket
- 4 Skæring af midlertidig spuns for sluse byggegrube og åbning af sluseporte for fri passage af vand
- 5 Etablering af sydlig pier mellem Marina City og slusebygværket

## 2 Midlertidig situation

### 2.1 Forudsætninger

I følgende afsnit listes forudsætningerne for vandslug ved sluseportene i den midlertidige fase i forbindelse med anlæg af bygværket:

- > Der forudsættes normal vandstand i kote 0.00 jf. data fra vandportalen.
- > Bund bredden for Kolding Å er jf. vandløbsregulativet 15,7 meter og med anlæg 3 skråninger.

- > Regulativmæssig bundkote af åen er -1.36. Faktiske opmålinger på stedet viser at bundkoten af åen er i kote -1.10.
- > Anlægsperiode: november 2024 – maj 2025

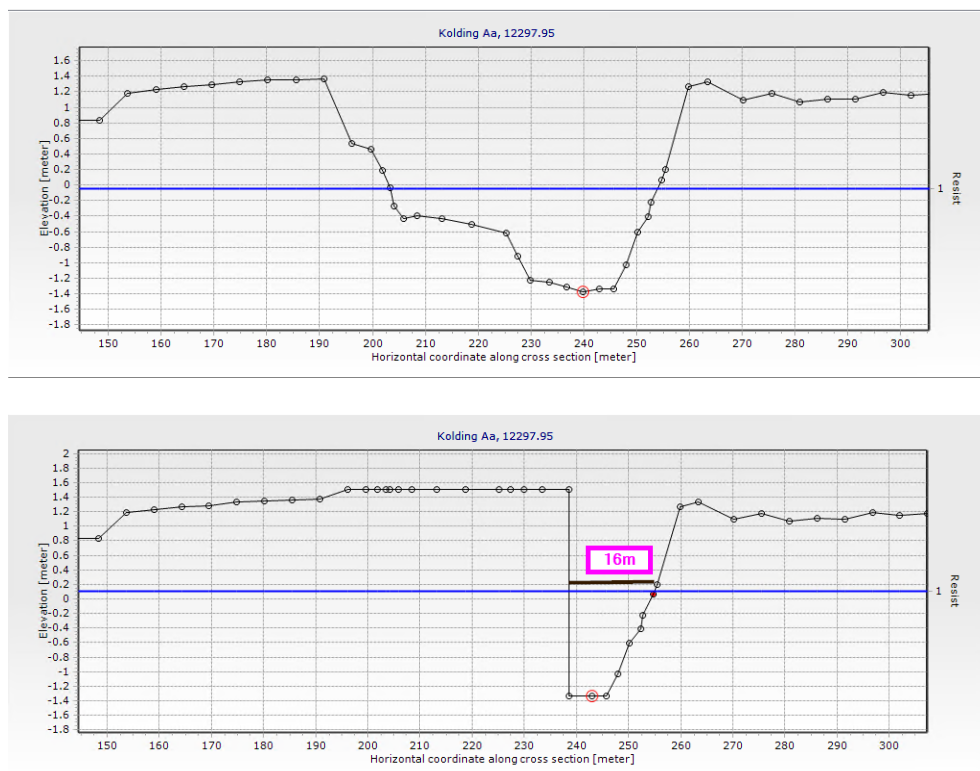
## 2.2 Vandslug

Ved anlæggelse af sluse- og pumpebygværket omlægges Kolding Å midlertidigt syd om byggegruben for slusekonstruktionen, hvilket medfører at Kolding Å i anlægsperioden indsnævres i forhold til de nuværende forhold.



Figur 2-1 Afstande fra byggegrube til eksisterende bådebro og åbrink i den midlertidige fase.

I forbindelse med den midlertidige fase er der udarbejdet en afstrømningsmodel i MIKE HYDRO hvor sidste tværsnit (svarende til placering af byggegrube til sluseportene) er modificeret svarende til ovenstående tegningsmateriale. Modellen tager udgangspunkt i Mike Hydro modellen opstillet for Kolding Kommune i forbindelse med Skitseprojektet "Kolding pumpe og sluse" COWI



Figur 2-2 Øverst ses det oprindelige tværsnit ved byggegrubens placering. Nederst ses det til modellen modificerede tværsnit med en åbning i overfladen på 16 m.

Da anlægget opføres i vinterhalvåret, er der sandsynlighed for sammenfald med høj afstrømning i Kolding Å. Der er derfor i modellen kørt afstrømninger med gentagelsesperioder på 2, 5, 10 og 20 års hændelser både med normal vandstand i Kolding Fjord og med sammenfald af højvande på 0,5m. Modellen er kørt med konservativt Manningtal på 15. Afstrømningen er påført umiddelbart inden Kolding By med følgende vandføringer:

Tabel 2-1 Beregnede afstrømningshændelser og deres respektive vandføringer.

Afstrømningshændelse	Vandføring (m <sup>3</sup> /s)
T2	16,55
T5	20,48
T10	23,11
T20	25,62

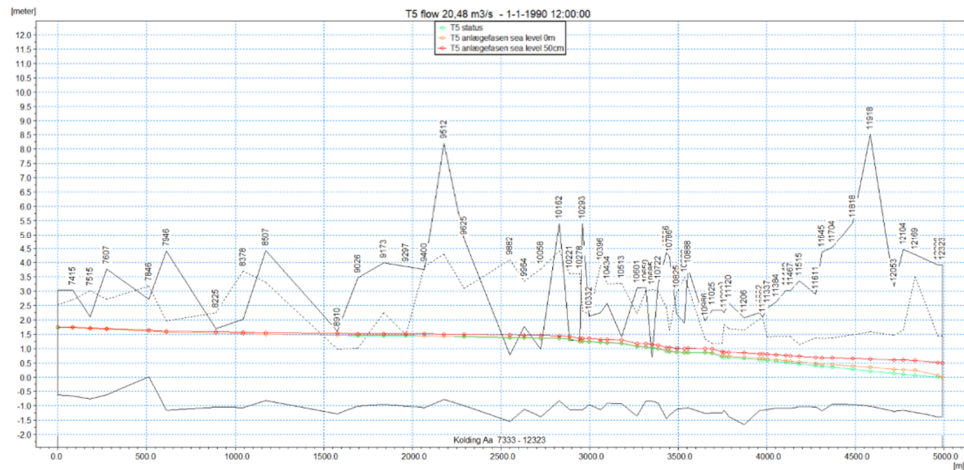
Modelresultaterne er sammenfattet i nedenstående tabel hvor resulterende vandstande kan ses med eksisterende forhold sammenlignet med anlægsfasen.

**Tabel 2-2** Modelresultater hvor ændringen i vandstand kan ses for forskellige lokaliteter i Kolding by for forskellige gentagelsesperioder og med både vandstand 0 og 0,5m i Kolding Fjord. (til sammenligning med vandføring under nuværende forhold er vist model kørsel med manning 15 og med manning 20 – manning 15 er benyttet til sammenligning af vandstande med og uden anlægsfase for at bevare en konservativ og robust tilgang).

stationering i modellen	Stednavn	T2 vandstand [m]				T5 vandstand [m]			
		Vandstand i dag (manning 15)	Anlægsfase 0m	Anlægsfase 50cm	Vandstand i dag (manning 20)	Vandstand i dag (manning 15)	Anlægsfase 0m	Anlægsfase 50cm	Vandstand i dag (manning 20)
12104.3	Gangbro v. Trindholmsgade	0.1	0.2	0.6	0.0	0.1	0.3	0.6	0.1
11466.8	Østerbrogade	0.4	0.4	0.7	0.3	0.5	0.6	0.7	0.3
11309.2	Buen	0.5	0.5	0.7	0.4	0.6	0.7	0.8	0.5
11080	Kongebrogade	0.6	0.6	0.8	0.4	0.7	0.7	0.9	0.5
10985.9	Regnbuebroen	0.7	0.7	0.9	0.5	0.8	0.9	1.0	0.7
10721.7	Sønderbro	0.8	0.8	1.0	0.7	1.0	1.0	1.1	0.8
10650	Bredgade	0.9	0.9	1.0	0.7	1.1	1.1	1.2	0.9
10600.6	Ålegården	0.9	0.9	1.0	0.7	1.1	1.1	1.2	0.9
10512.9	Gangbro v. Divelshul	1.0	1.0	1.1	0.8	1.2	1.2	1.3	1.0
10395.9	Vesterbrogade	1.0	1.0	1.1	0.8	1.2	1.2	1.3	1.0
10220.8	Vestre Ringgade	1.1	1.1	1.2	0.9	1.3	1.3	1.4	1.1

stationering i modellen	Stednavn	T10 vandstand [m]				T20 vandstand [m]			
		Vandstand i dag (manning 15)	Anlægsfase 0m	Anlægsfase 50cm	Vandstand i dag (manning 20)	Vandstand i dag (manning 15)	Anlægsfase 0m	Anlægsfase 50cm	Vandstand i dag (manning 20)
12104.3	Gangbro v. Trindholmsgade	0.1	0.3	0.6	0.1	0.1	0.4	0.6	0.1
11466.8	Østerbrogade	0.6	0.6	0.8	0.4	0.6	0.7	0.8	0.4
11309.2	Buen	0.7	0.7	0.9	0.5	0.8	0.8	0.9	0.6
11080	Kongebrogade	0.8	0.8	1.0	0.6	0.9	0.9	1.0	0.7
10985.9	Regnbuebroen	1.0	1.0	1.1	0.8	1.0	1.1	1.2	0.8
10721.7	Sønderbro	1.1	1.1	1.2	0.9	1.2	1.3	1.3	1.1
10650	Bredgade	1.2	1.2	1.3	1.0	1.3	1.3	1.4	1.1
10600.6	Ålegården	1.2	1.2	1.3	1.0	1.3	1.3	1.4	1.1
10512.9	Gangbro v. Divelshul	1.3	1.4	1.4	1.1	1.5	1.5	1.5	1.3
10395.9	Vesterbrogade	1.4	1.4	1.4	1.1	1.5	1.5	1.5	1.3
10220.8	Vestre Ringgade	1.5	1.5	1.6	1.3	1.6	1.6	1.7	1.4

Af ovenstående tabel ses det f.eks. at en 2 års hændelse (T2) med alm vandstand i fjorden vil resultere i en ændring på 10 cm ved gangbro v. trindholmsgade. For en 5 års hændelse med almindelig vandstand i fjorden vil ændringen være op mod 20 cm på før nævnte lokalitet og ellers 10 cm forhøjet vandstand frem til "Buen". For 10 års hændelsen vil ændringen tættest på slusen være 20 cm ellers ens. For 20 års hændelsen vil ændringen være 30 cm tættest på slusen og ens allerede ved "Buen".



Figur 2-3 Længdeprofil med markering af stationeringen som tabel med resultater henviser til. Det ses tydeligt at effekten er størst tættest på byggegruben og aftager så op igennem byen.

Den nuværende åbund ligger gennemsnitlig i ca. kote -1.10 m, men det forventes at åen i anlægsperioden selv vil være med til at regulere tværsnitsarealet, ved at vandet pga. øget vandhastighed gennem indsnævringen er med til at flytter bundmateriale og derved øge tværsnitsarealet.

Ud fra ovenstående vurderes det at opstuvningen under mest kritiske anlægsfase er forholdsvis lokal og ikke vil påvirke risikoen for oversvømmelse af Kolding By i anlægsperioden. I en ekstrem situation med meget høj vandstand i fjorden vil vandet stå over bådebroerne i Mariana syd og afstrømningstværsnittet vil dermed være betydelig forøget.

### 3 Permanent situation

Efter etablering af pumpe- og slusebygværket, vil Kolding Å blive indsnævret lokalt ved sluseportene i forhold til de nuværende forhold. Der ansøges derfor om tilladelse til regulering af Kolding Å.

I de kommende afsnit oplyses forudsætningerne samt det opnåede vandslug for denne regulering

#### 3.1 Forudsætninger

I dette afsnit listes forudsætningerne for vandslug ved sluseportene i den permanente situation:

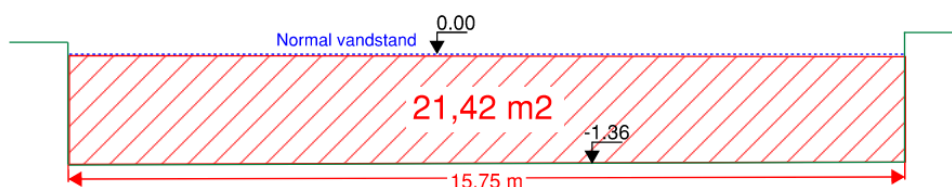
- > To sidehængte sluseporte i hver åbning. Hver har en åbningsbredde på 10 meter. Mellem de to åbninger etableres en midtervæg. Slusen har en total åbningsbredde på 20 meter.
- > Der forudsættes normal vandstand i kote 0.00 jf. data fra vandportalen.
- > Eksisterende vandslug ved nærmeste bro ved Østerbrogade opstrøms skal som minimum opnås.

### 3.2 Vandslug

Overside kote på fremtidig bundplade ved sluseporte, ønskes placeret en smule højere end den faktiske bund, for at forhindre bundfældning af sedimenter ved sluseportene og dermed modvirker at de kan lukke i forbindelse med højt vandshændelser.

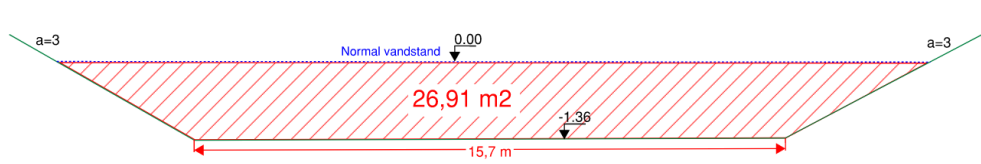
Det vurderes ikke realistisk at opnå et vandslug for den fremtidige sluseport, der modsvarer det nuværende vandslug i Kolding Å, da den er meget bred ved det nuværende udløb.

Der forudsættes at sluseport åbningen minimum skal have samme vandslug, som vandløbsregulativet angiver for den nærliggende bro over Østerbrogade opstrøms. Vandslug for broen er jf. figur 3-1 på 21,42 m<sup>2</sup>.



Figur 3-1 Vandslug for bro over Østerbrogade jf. vandløbsregulativ

Vandsluget for Kolding Å med en bundbredde på 15,75 m og anlæg 3 skråninger findes til 26,91 m<sup>2</sup> som vist i den efterfølgende Figur 3-2

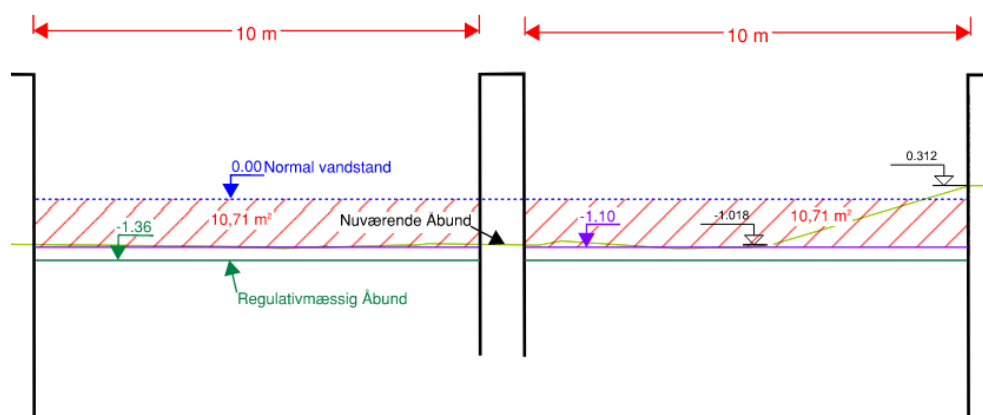


Figur 3-2 Vandslug Kolding Å

Vandslug for sluseportåbningen fastsættes til at være minimum 21,42 m<sup>2</sup>, som for broen ved Østerbrogade. Med bredden af sluseportåbningen kendt som 2x10 m, kan den ønskede bundkote fastlægges til  $BK = 21,42 \text{ m}^2 / 20 \text{ m} = -1,071 \text{ m}$ .

Af hensyn til de nuværende bundforhold jf. opmåling af åen, placeres oversiden af bundpladen i kote -1.10. På Figur 3-3 er ovenstående visualiseret sammen med den regulativmæssige bundkote på -1,36.





Figur 3-3 Vandslug for sluseporte åbning

Fremtidig topkote på bundplade er på ovenstående figur angivet med lilla.

Af opmålingen af den eksisterende åbund, fremgår det at åbunden stiger gradvist op imod træspunsen der afgrænser sedimentdepotet ud mod Kolding Å mod nord. Denne del af åbunden vil i forbindelse med anlægget af pumpe- slusebygværket blive bortgravet, da der skal etableres frit ind og udløb af pumpebygværket.

Den fremtidige nødvendige kote for sluse bundpladen (kote -1.10) ligger en smule lavere end den eksisterende åbund.

I forbindelse med anlægget af pumpe- slusebygværket, etableres der erosions-sikring af åbunden umiddelbart før og efter slusebygværket, for at forhindre at åbunden bliver skyllet væk omkring indløbet og udløbet til pumpebygværket. I forbindelse med dette arbejde foretages en mindre regulering af åbunden hvor den tilpasses sluseportåbningen. Erosionssikringen etableres i kote -1.20 så slusebundpladen er hævet en smule over den omkringliggende åbund, for at modvirke sedimentering.

Vandslug og bundkoter for Kolding Å og sluseåbning er oplistet i tabel 3-1.

Tabel 3-1: Vandslug for Kolding Å og sluseport åbning

Klimatilpasningsprojekt Kolding Å	Vandslug [m <sup>2</sup> ]	Bundkote
Vandslug ved bro ved Østerbrogade	21,42	-1,36
Kolding Å jf. vandløbsregulativ	26,91	-1.36
Sluseport åbning	22,00	-1.10

#### 4 Driftssituation af pumpe- og slusebygværket

I forbindelse med driften af pumpe- og slusebygværket kan følgende hovedaktiviteter nævnes:

Opgave	Interval
"Motionering" af hydraulik til porte: For at undgå at hydraulikken til sluseportene gror fast, motioneres disse for at sikre cirkulering af hydraulikolien. Dette gøres ved at de to portåbninger på skift lukkes. Varighed forventes at være mindre end 30 min.	1 gang pr. måned
Eftersyn af porte: I forbindelse med eftersyn af hydraulik cylinder etc. ved porte er der behov for at lukke en port ad gangen. Varighed forventes at være 1-2 dage. Kan planlægges i perioder med lav afstrømning af åen.	Hvert 5. år
Udskiftning/ større vedligeholdelse af porte I forbindelse med udskiftning af portene skal der som ved eftersyn af portene afspærres fuldstændigt med skodder. Varighed forventes at være 14 dage. Kan planlægges i perioder med lav afstrømning af åen.	Hvert 25. år

#### 4.1 Lukkehyppighed for sluseporte

I forbindelse med diverse forprojekter for projektet, er der udført analyser af forventet lukkehyppighed for sluseportene. Lukkehyppighederne fra denne analyse er vist i nedenstående tabel angivet som antal lukninger

År	Højvande (kote 1,3-1,4 kritisk)	Skybrud	Totalt
2020	0,3	1 – 3	1,3 – 3,3
2045	0,4 – 1,3	1 – 3	1,4 – 4,3
2070	1,9 – 3,3	1 – 3	2,9 – 6,3
2120	64 – 116	1 – 3	65 – 119

En detaljeret beskrivelse af denne analyse fremgår af dokumentet "Lukkehyppighed for Sluse i Kolding" udarbejdet af COWI dateret d. 26. oktober 2020, som er vedlagt denne ansøgning som bilag.

## 5 Fiskevenlige pumper

Til projektet er der af hensyn til driftssikkerheden af pumperne og fiskebestanden i Kolding Å valgt at benytte snekekpumper i bygværket.

Dokumentation for pumpernes fiskevenlighed er vedlagt som bilag til nærværende ansøgning.

Grundet pumpernes fiskevenlighed tænkes der ikke udført nogen afgitring foran pumperne ud over et grovgitter med en maskevidde på ca. 200 mm.

## 6 Opsummering

Med nærværende ansøgning vedr. åregulering af Kolding Å, vurderes den fremtidige regulering i den midlertidige og permanente fase ikke at have negativ påvirkning af Kolding Ås vandføringsevne og fiskebestand eller mulighed for fiskepassage.

Ansøgningen belyser, at vandstanden i Kolding Å i forbindelse med den midlertidige fase under anlægget at bygværket ikke stiger til et kritisk niveau på trods af at tværsnitsarealet i åen reduceres.

Det belyses ligeledes, at der i den permanente fase ikke er behov for at regulere den nuværende åbund nævneværdigt for at opnå et tilstrækkeligt vandslug i de fremtidige sluseporte.

## 7 Bilag

Bilag A:	A239486-2-UDB-TEG-041	Faseplaner
Bilag B:	A239486-2-UDB-TEG-043	Situationsplan
Bilag C:	Dokumentation for fiskevenlighed fra pumpeleverandører	
Bilag D:	Lukkehyppighed for Sluse i Kolding	

MAJ 2023  
KOLDING KOMMUNE

# KLIMATILPASNINGSPROJEKT KOLDING Å PUMPE OG SLUSE

ANSØGNING OM ÅREGULERINGSTILLADELSE  
BILAG A



Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

Kolding Kommune  
**Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse**

Faseplaner

PROJEKTNR. A239486  
TEGN./UDARB. TMRA /  
KONTROLLERET MILS  
GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL

Udbudsmateriale - Entreprise A

DATO 25.04.2023

DOKUMENTNR.	VERSION
A239486-2-UDB-TEG-041	1.0

Tegningsnr.	Tekst	Rev.	Dato	Rev. dato
S01	Indholdsfortegnelse	1.0	25.04.2023	
S02	Noter	1.0	25.04.2023	
S03	Fase 1	1.0	25.04.2023	
S04	Fase 2	1.0	25.04.2023	
S05	Fase 3	1.0	25.04.2023	
S06	Fase 4	1.0	25.04.2023	
S07	Fase 5	1.0	25.04.2023	
S08	Fase 6	1.0	25.04.2023	
S09	Fase 7	1.0	25.04.2023	
S10	Fase 8	1.0	25.04.2023	
S11	Fase 9	1.0	25.04.2023	
S12	Fase 10	1.0	25.04.2023	

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

VER. | DATO | BEMÆRKNINGER | TEGN./UDARB. | KONTROL | GODKENDT

## Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Indholdsfortegnelse

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL

Udbudsmateriale - Entreprise A

DATO 25.04.2023

**COWI** COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

S01

VERSION

1.0

**Noter:**


Nærværende Faseplaner indeholder principtegninger for udførelsesfaserne. For nøjagtig udformning af strukturelle elementer henvises til øvrige tegninger og beskrivelser.

Arbejder beskrevet i en given fase skal forudsættes udført i den angivne rækkefølge. Aktiviteter i hver fase nummeres med fasenummeret og et løbenummer i form af bogstaver.

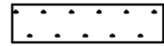
**Signaturforklaring:**

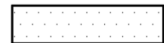
♦ ♦ ♦ ♦ ♦ Pæle

— Afstivning

 Cementstabilisering

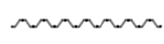
 Forbelastning

 Gytje

 Åbund

 Adgangsvej

 Beton

 Spunsvæg

 Belægning

 Friktionsfyld

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

Kolding Kommune

## Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Noter

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA /

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL

Udbudsmateriale- Entreprise A

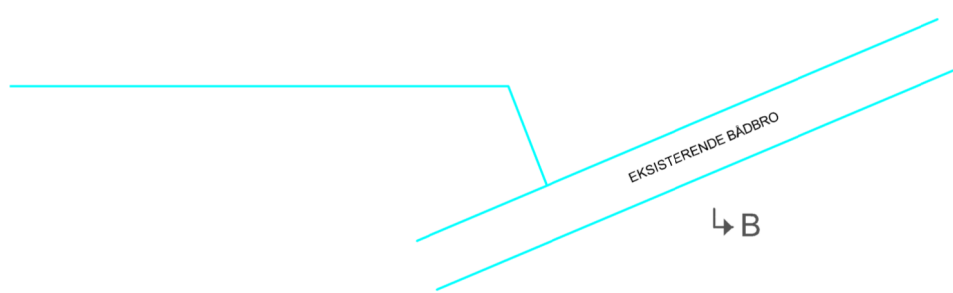
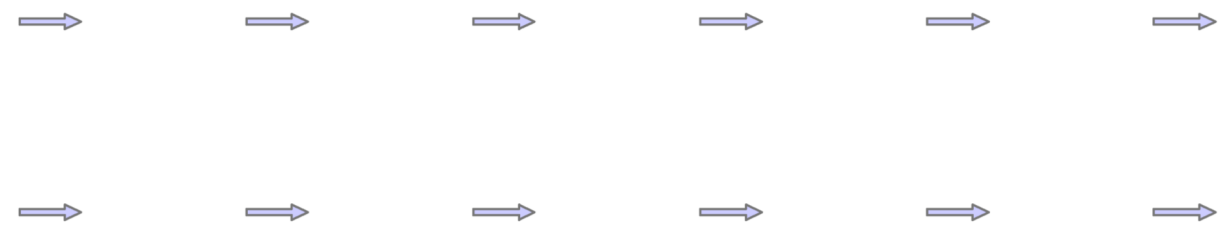
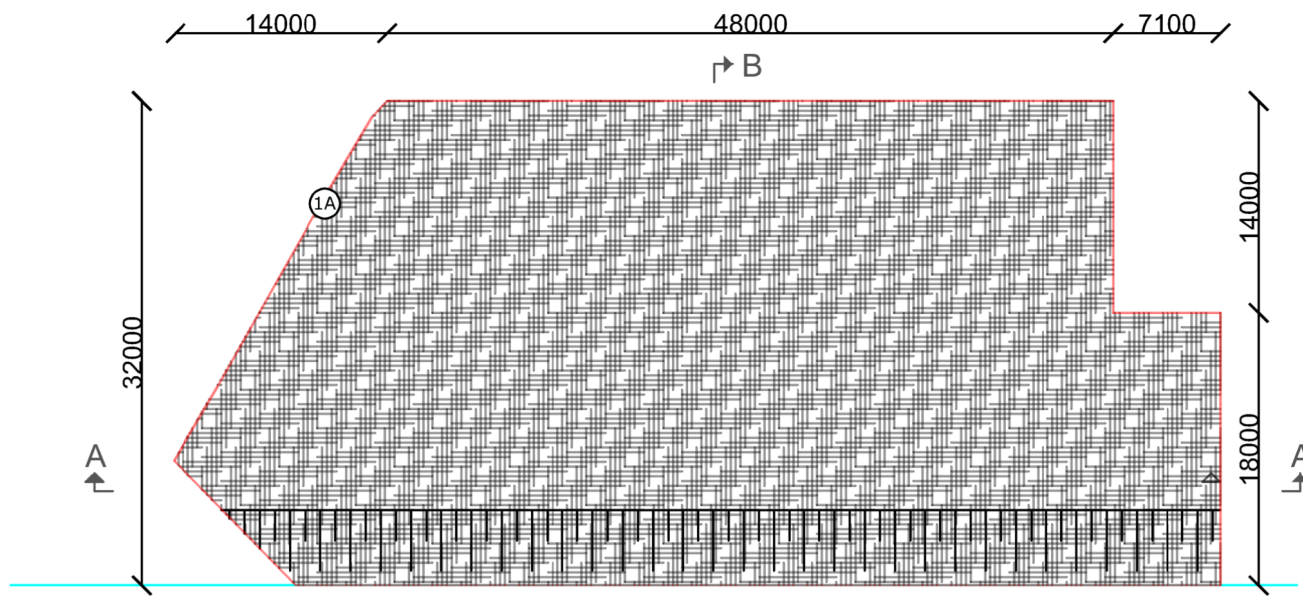
DATO 25.04.2023

**COWI** COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

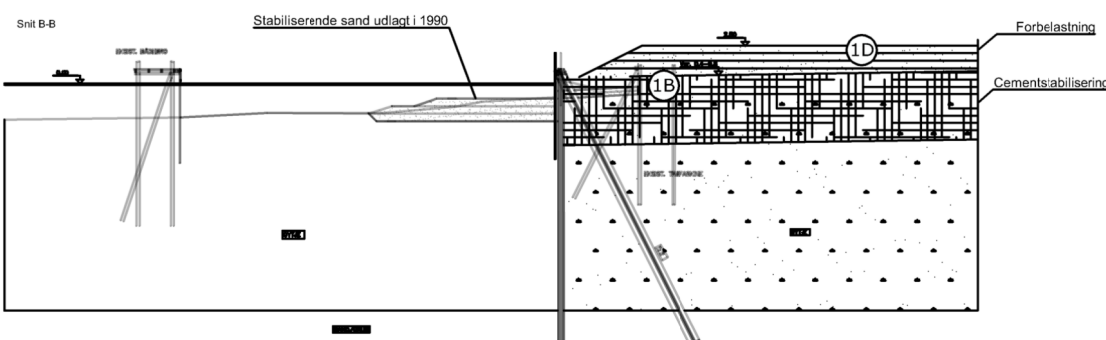
DOKUMENTNR.  
S02

VERSION  
1.0



Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

Fase 1:  
Snit A-A



### Fase 1: Forberedende arbejder

- 1A. Cementstabilisering fra eksisterende terræn (kote + 0.4-0.8) til 4,5 m.u.t.
- 1B. Demontering af eksisterende ankre
- 1C. Udlægning af markeringsnet for adskillelse mellem sedimentdepot og rent sand for nedlukning og forkonsolidering.
- 1D. Etapevis udlægning af sand over cementstabiliseringen til kote +2,0 - 2,5 m. Sand udlægges i 4 etaper i følgende lagtykkelser, 1,0 m, 1,5 m, 1,8 m og 1,0 m. For udlægning af hvert sandlag omslutes randzonen mod eksisterende træspunsvæg med geonet minimum 5 m ind under og over sandlaget.

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT

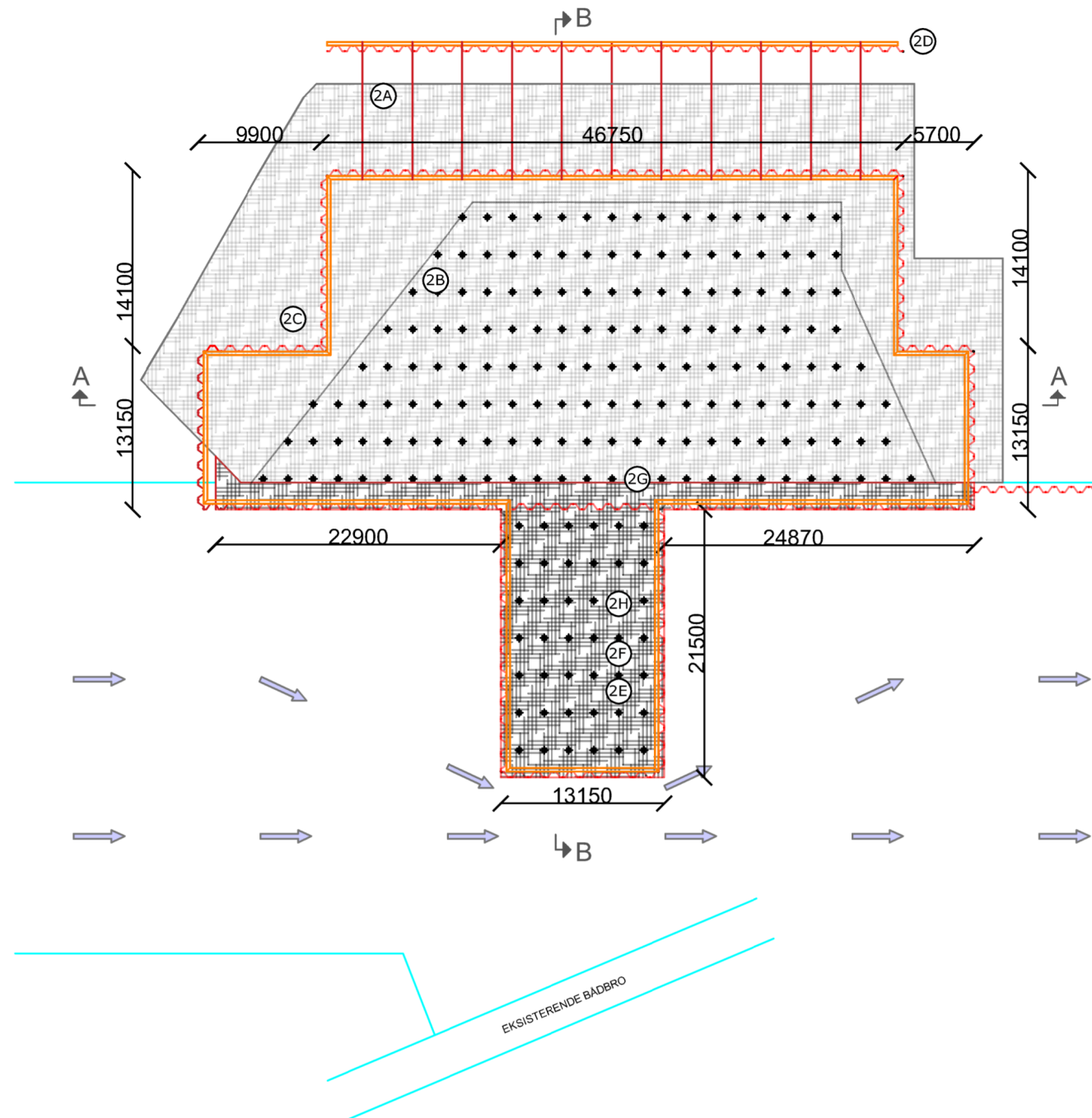
## Kolding Kommune Klimatilpassningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 1	PROJEKTNR.	A239486
	TEGN./UDARB.	TMRA/
	KONTROLLERET	MILS
	GODKENDT	SOH

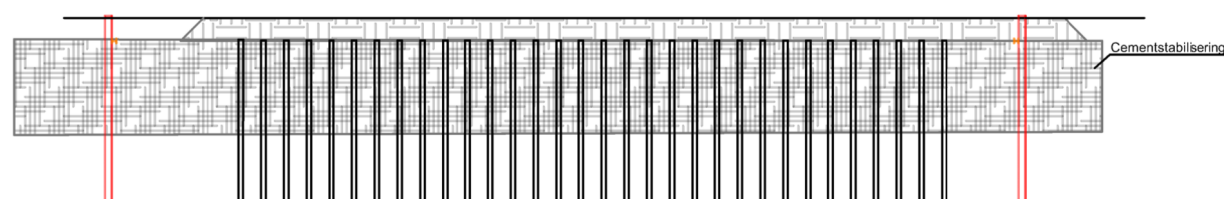
BEMÆRKNINGER	MÅL	1:500
Udbudsmateriale - Entreprise A	DATO	2023-04-25

	COWI A/S Havneparken 1 7100 Vejle Danmark	Tlf +45 56 40 00 00 Fax +45 56 40 99 99 www.cowi.dk	DOKUMENTNR.	VERSTON
			A239486-2-UDB-TEG-041	1.0

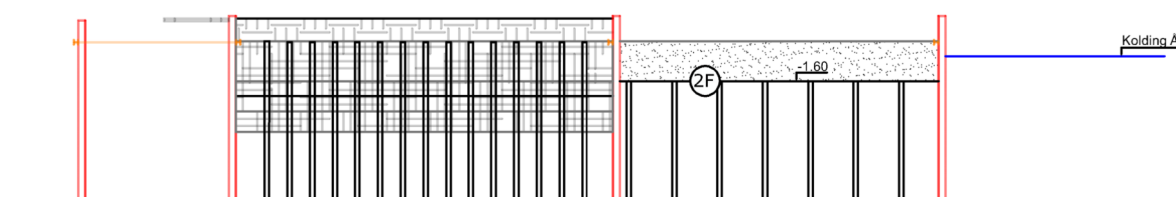




Snit A-A



Snit B-B



## Fase 2: Installering af spuns og pæle.

- 2A. Adgangsvej fra Årøvej til byggefelt
- 2B. Ramning af pæle i pumpebygværk, dykkes
- 2C. Ramning af spuns samt etablering af byggegrube
- 2D. Etablering af ankerspuns og ankerstænger
- 2E. Tørholdelse af slusegrube
- 2F. Udlægning af sand, kote +2.0, slusegrube
- 2G. Kapning af spuns mellem sluse- og pumpegrube.
- 2H. Ramning af pæle i slusegrube, dykkes

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT

## Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 2

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

Udbudsmateriale - Entreprise A

**COWI**  
COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

S04

VERSION

1.0

### Fase 3: Udgravning, udlægning og støbning i slusegrube

3A. Etablering af adgangsvej for tunge køretøjer omkring pumpegrube. Max belastning 20 kN/m<sup>3</sup>

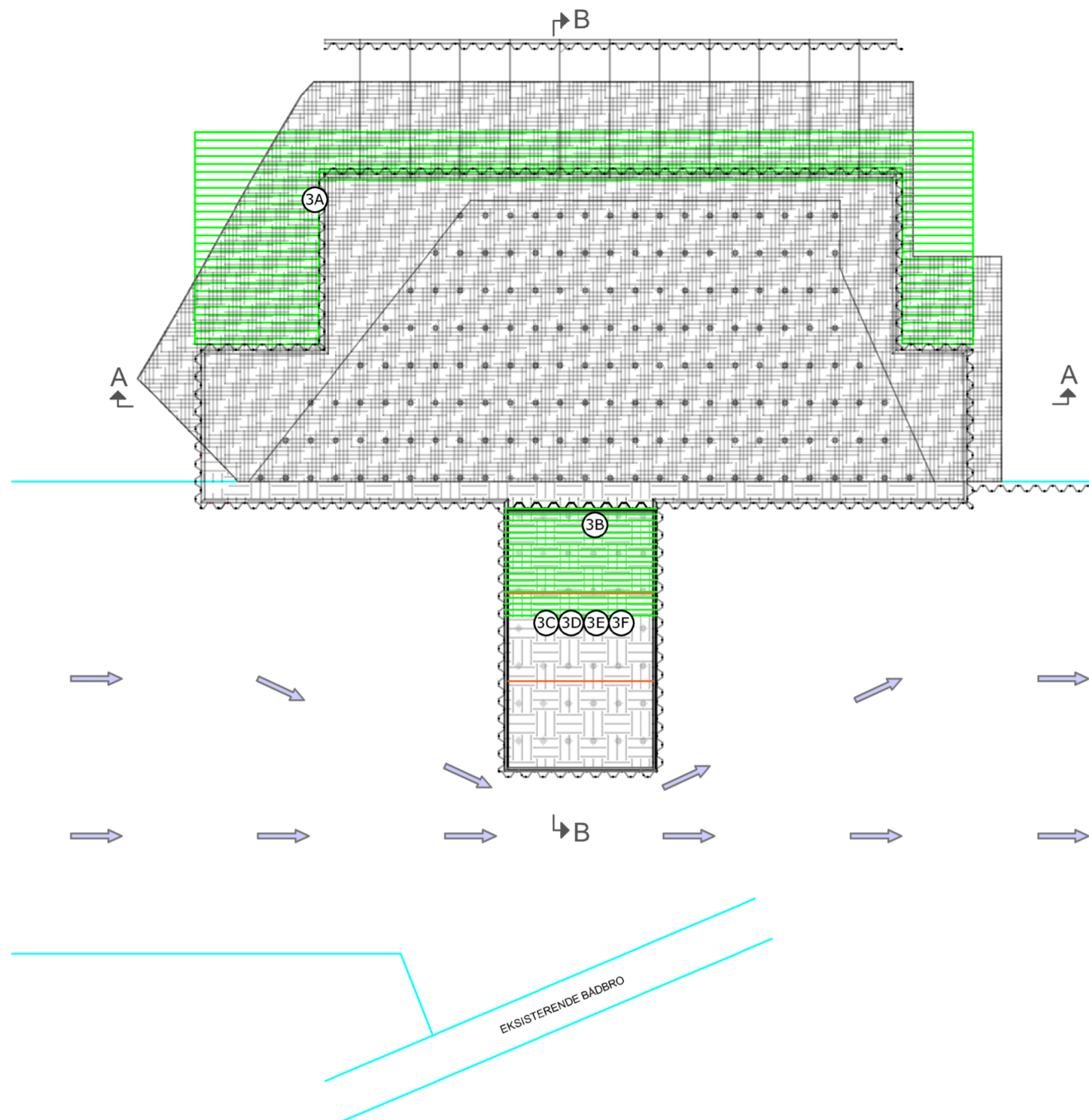
3B. Etablering af adgangsvej til slusegrube. Max belastning 20 kN/m<sup>3</sup>

3C. Udgravning, kote -1.6 slusegrube

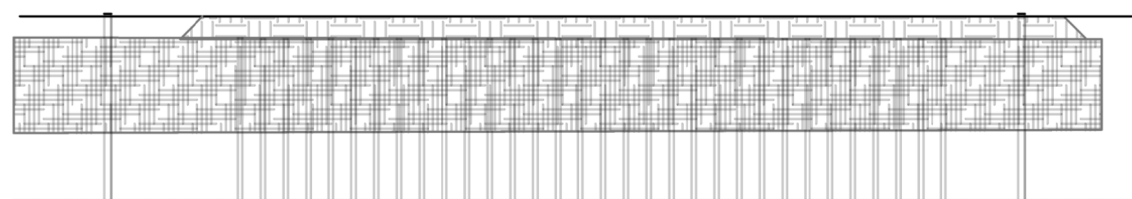
3D. Afstivning af slusegrube

3E. Udlægning af ral og støbning af renselag

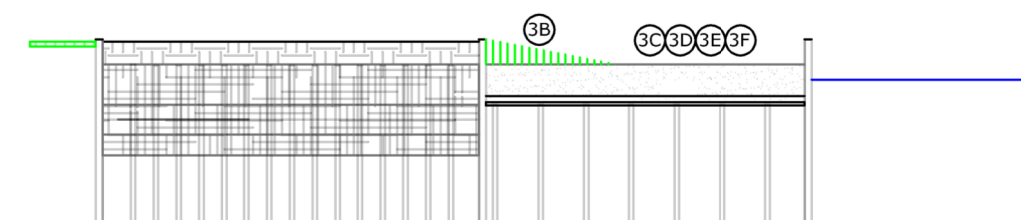
3F. Støbning af bundplade



Snit A-A



Snit B-B



Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

## Kolding Kommune Klimatilpassningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 3

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA /

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL 1:500

Udbudsmateriale - Entreprise A

DATO 2023-04-25

**COWI** COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

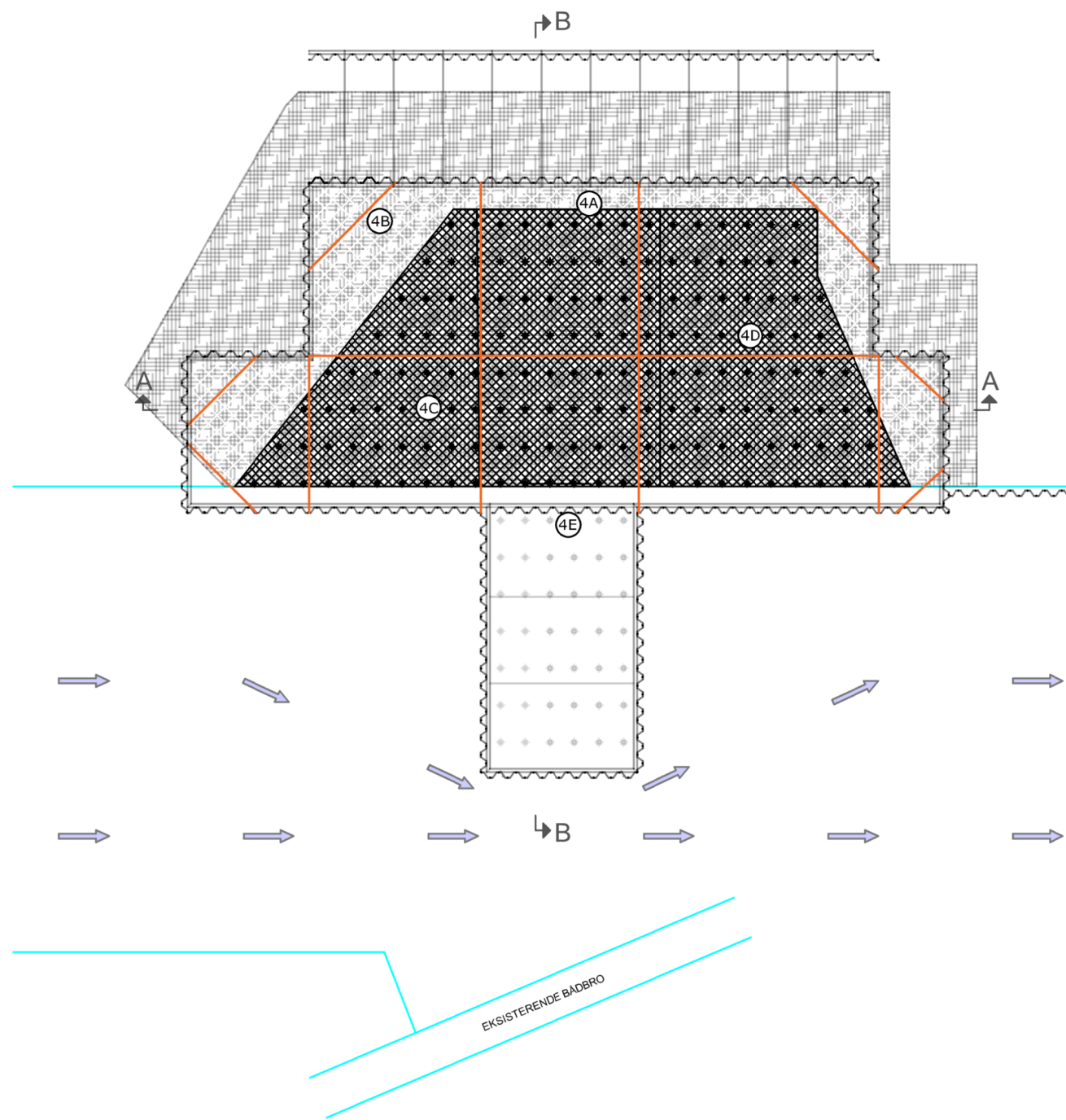
Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

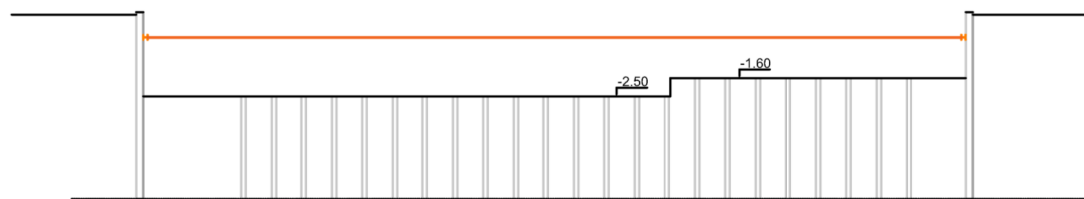
S05

VERSION

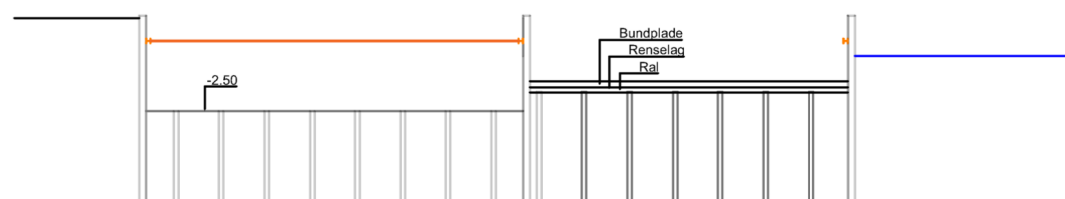
1.0



Snit A-A



Snit B-B



## Fase 4: Udgravning, udlægning og støbning i Pumpegrube

4A. Udgravning til kote -0.5

4B. Afstivning af pumpegrube

4C. Indløbsbygværk og pumpebygværk. Udgravning, udlægning af ral og støbning af bundplade (Støbes ud til spuns)

4D. Udløbsbygværk. Udgravning, udlægning af ral og støbning af bundplade (Støbes ud til spuns)

4E. Skæring af spuns mellem pumpegrube og slusegrube

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

Kolding Kommune

## Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 4

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL 1:500

Udbudsmateriale - Entreprise A

DATO 2023-04-25

**COWI** COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

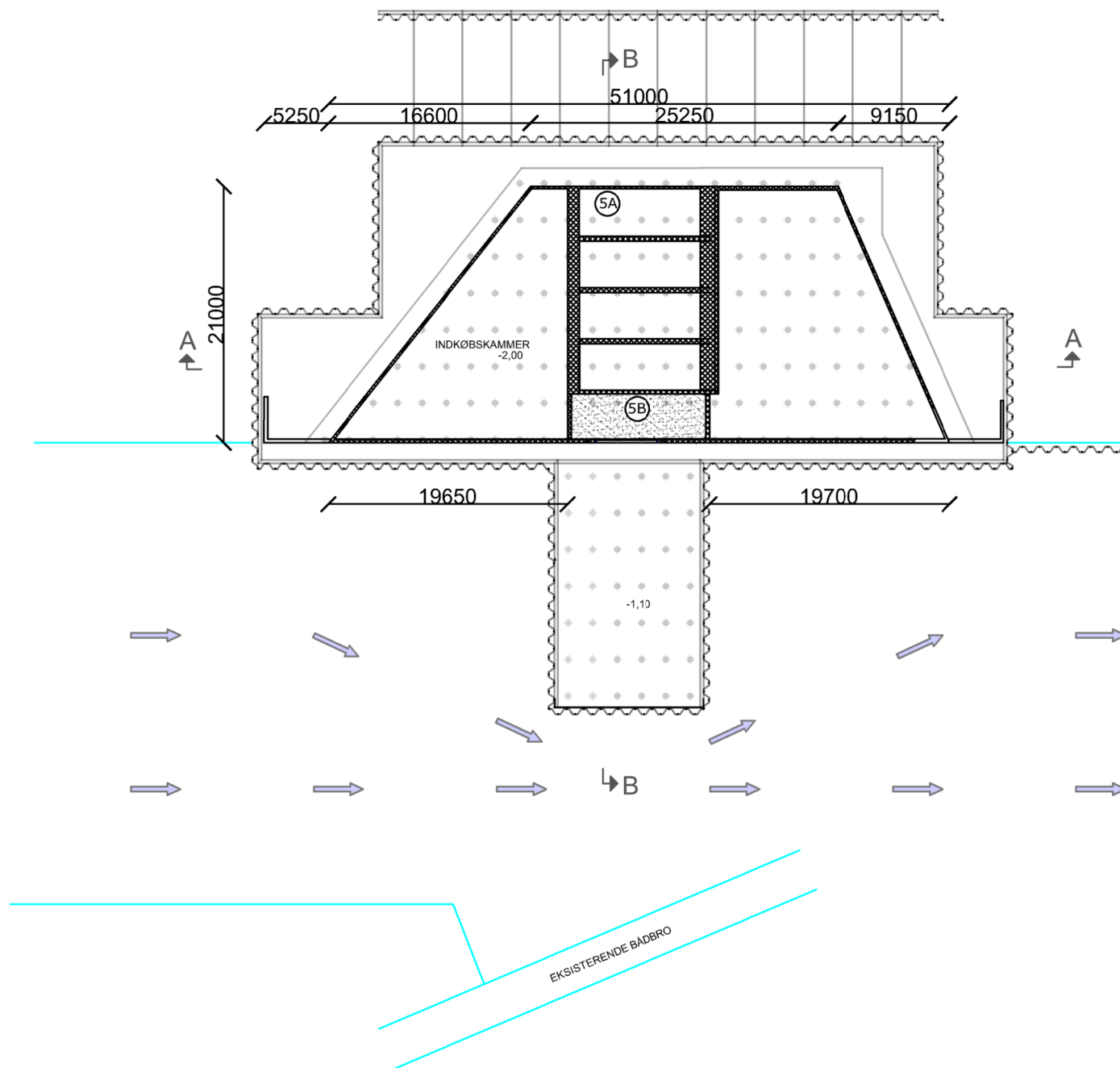
Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

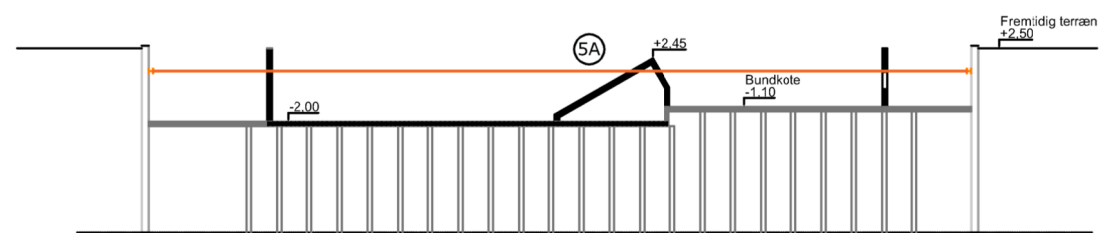
S06

VERSION

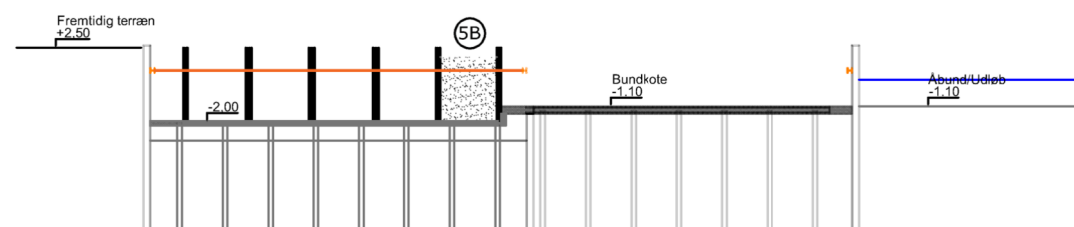
1.0



Snit A-A



Snit B-B



### Fase 5: Støbearbejde af vægge.

5A. De ydre og indre vægge støbes til kote +2.8 samt vægge mellem pumper

5B. Opfyldes med friktionsfyld.

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

## Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 5

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

DOKUMENTNR.

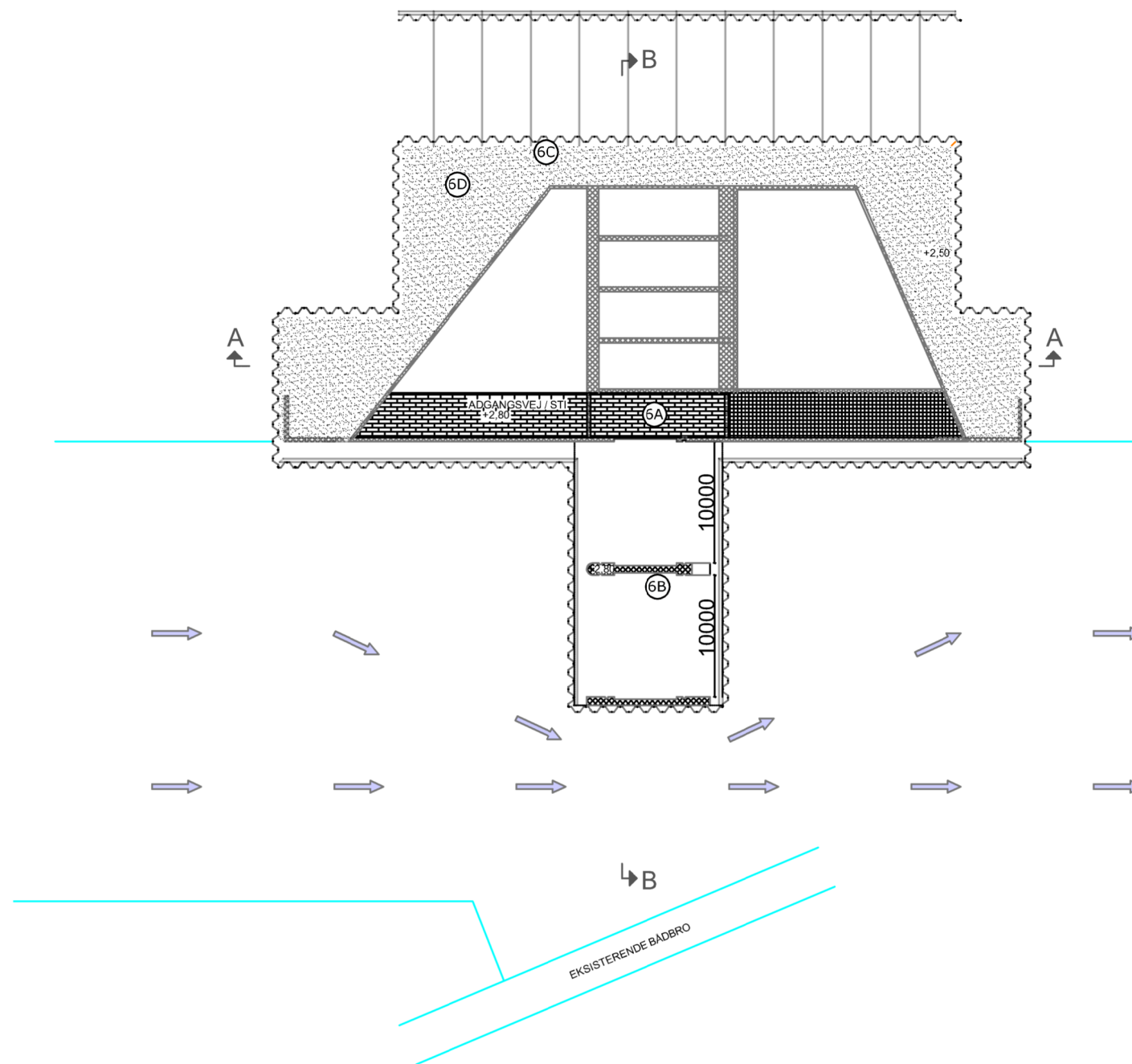
VERSION

**COWI** COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

S07

1.0



## Fase 6: Etablering af adgangsvej og slusevægge.

6A. Etablering af adgangsvej og sti foran slusevægge.

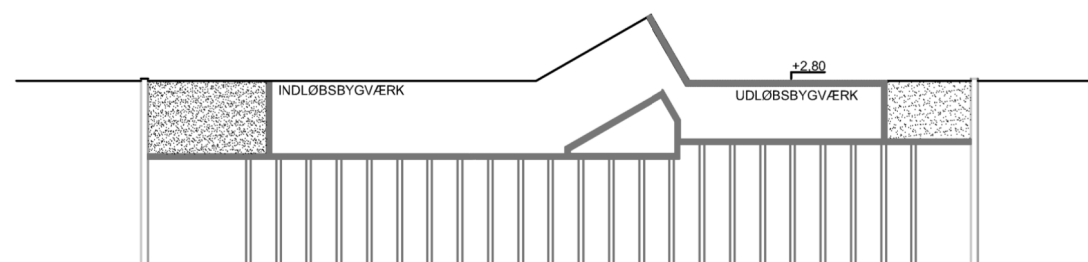
6B. Støbning af midterse og sydlige slusevæg

6C. Stræk fjernes

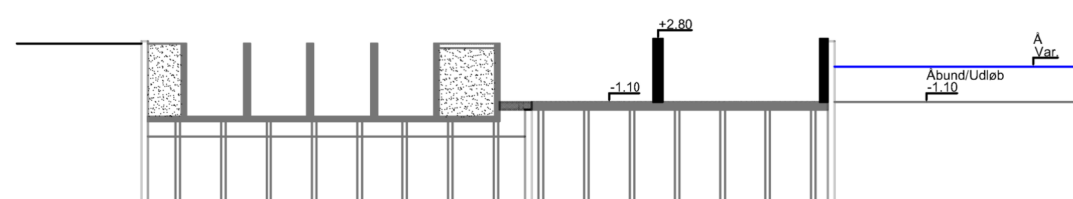
6D. Opfyldning med råjord/friktionsfyld omkring pumpestationen.

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

Snit A-A



Snit B-B



VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

## Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 6

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

DOKUMENTNR.

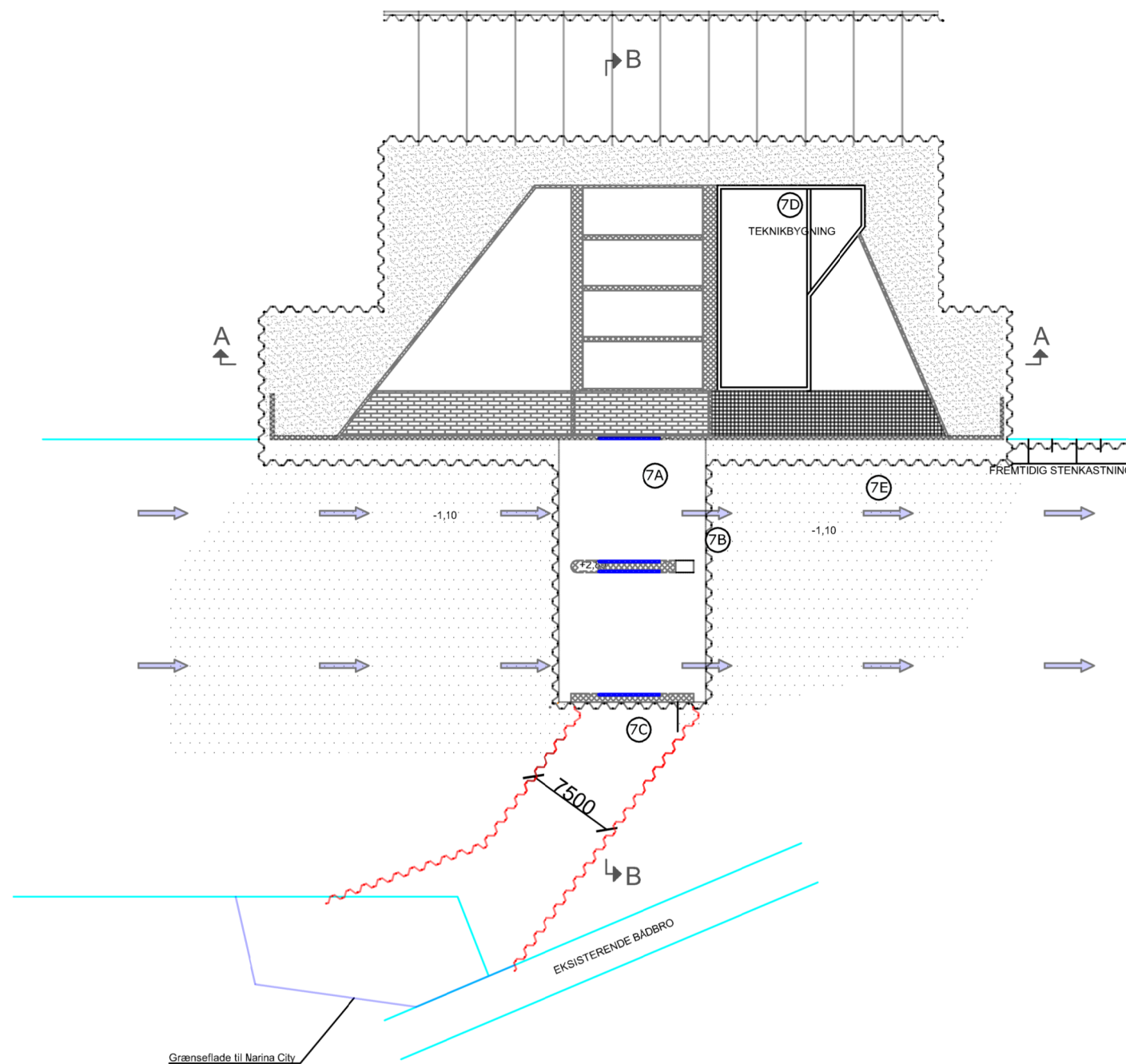
VERSION

**COWI** COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

08

1.0



## Fase 7: Adgangsvej og teknikbygning.

7A. Montering af sluseporte.

7B. Skæring af spunsen i åen med dykkerer.

7C. Installering af spuns for adgangsvej fra sydlige side af åen.

7D. Støbning/opbygning af teknikbygning.

7E. Udlægning af erosionssikring på åbund.

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT

## Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 7

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

DOKUMENTNR.

VERSION

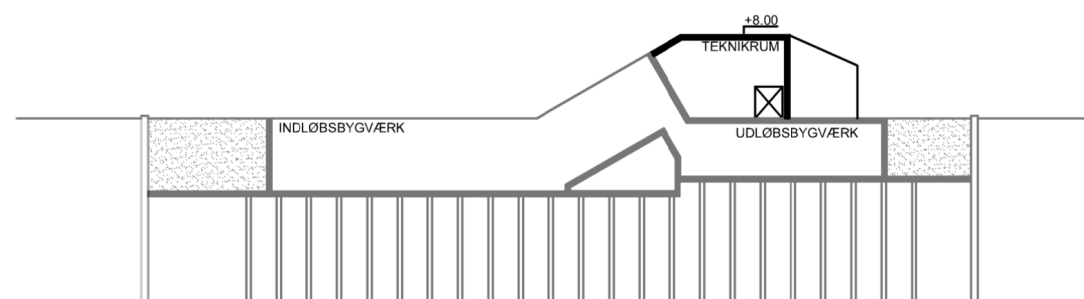
**COWI** COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

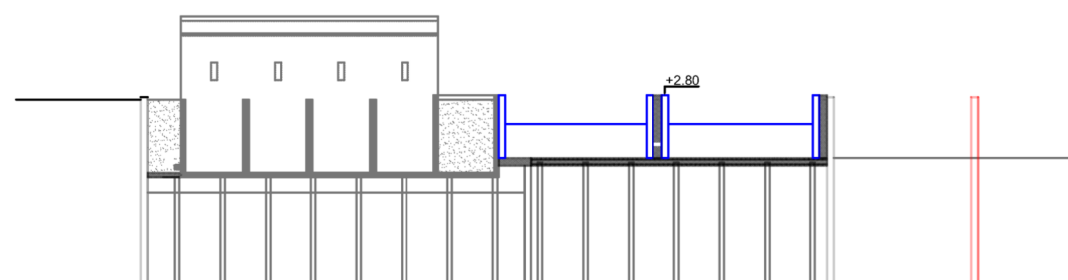
S09

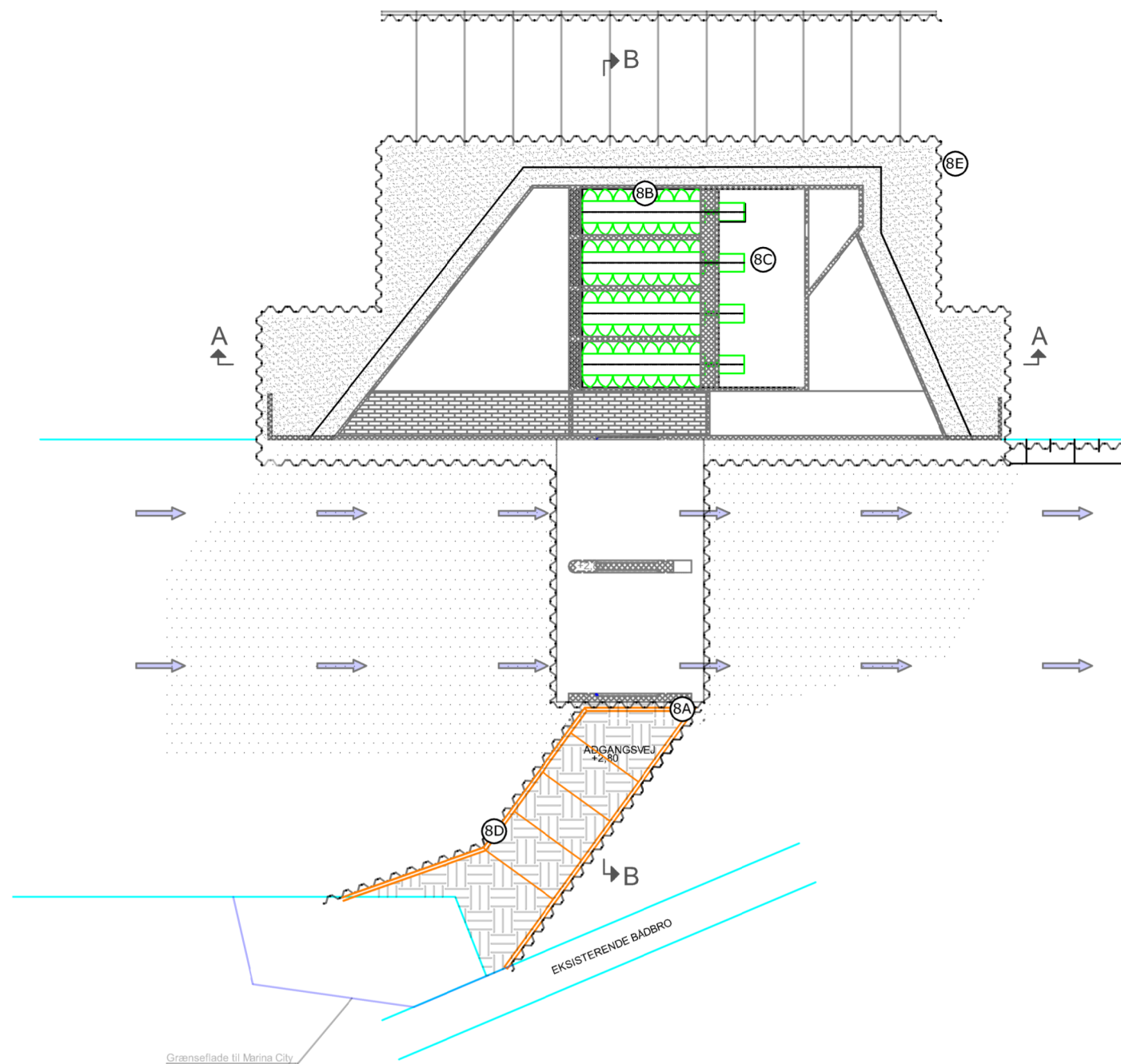
1.0

Snit A-A

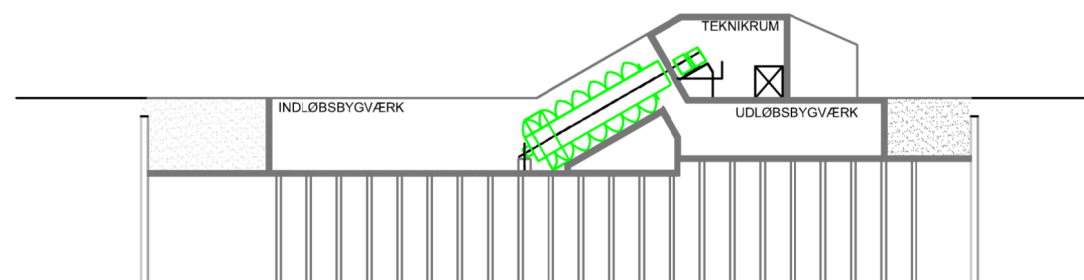


Snit B-B

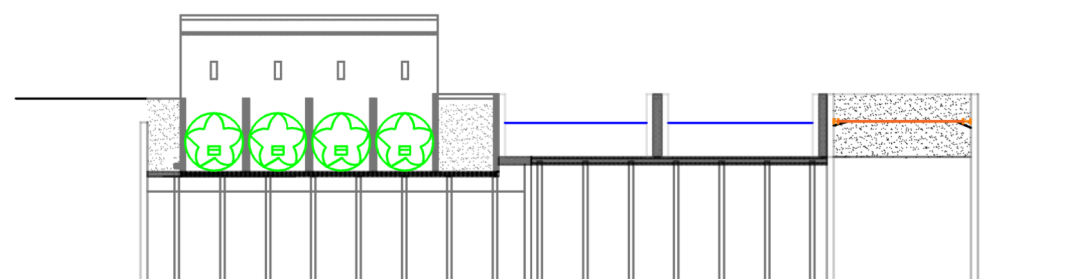




Snit A-A



Snit B-B



## Fase 8: Pumper.

8A. Etapevis opfyldning med råjord/friktionsfyld for den sydlige adgangsvej til kote +2.80.

8B. Indløftning af snækkepumper.

8C. Støbning af plint til EL-motor for pumper.

8D. Montering af stræk på spunsprofiler ved adgangsvej syd.

8E. Skæring af spuns under terræn.

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

Kolding Kommune

## Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 8

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

**COWI** COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

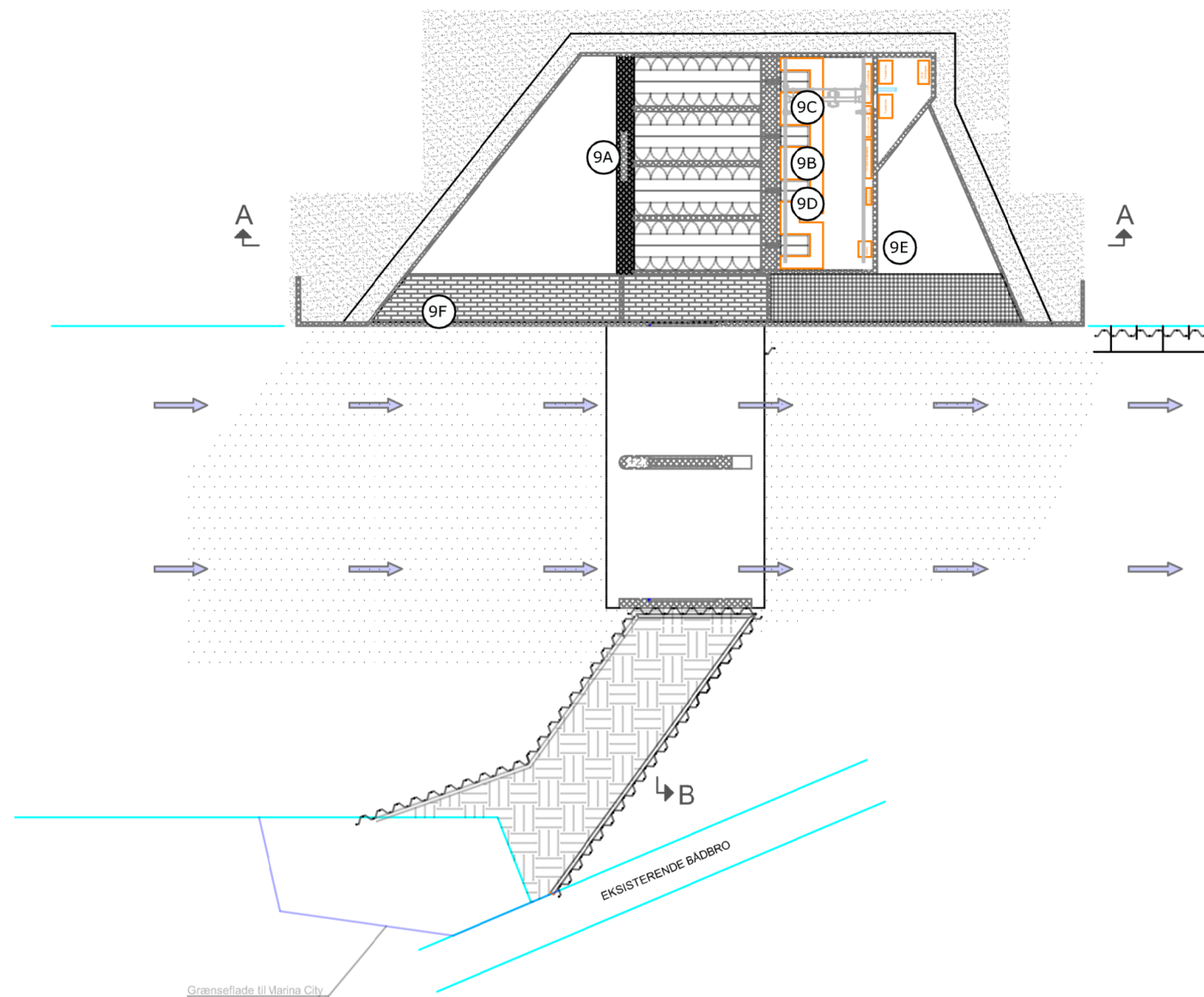
Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

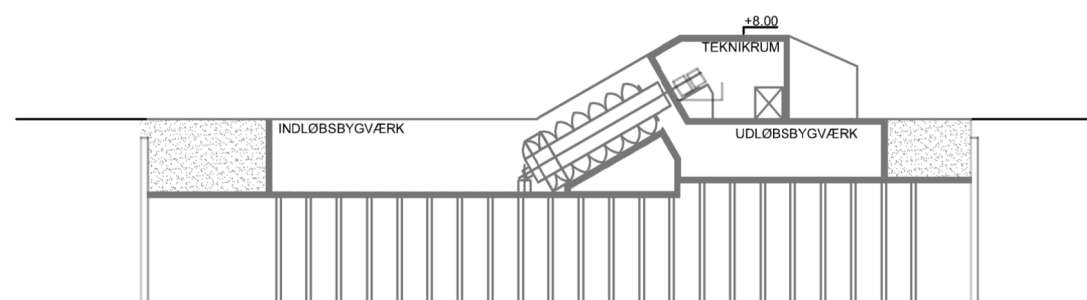
S10

VERSION

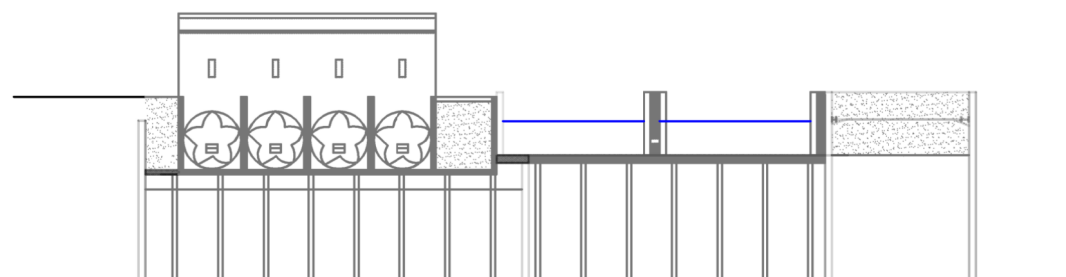
1.0



Snit A-A



Snit B-B



## Fase 9: Teknik og styring.

- 9A. Montering af servicebro for indløbsbygværk
- 9B. Opsætning af galleri i teknikrum
- 9C. Montering af traverskran
- 9D. Indløftning af gear og EL-motor til pumpe.
- 9E. Etablering af teknik og styring.
- 9F. Montering af rækværker, belysning og anden aptering

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

## Kolding Kommune Klimatilpassningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 9

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

Udbudsmateriale - Entreprise A

**COWI** COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

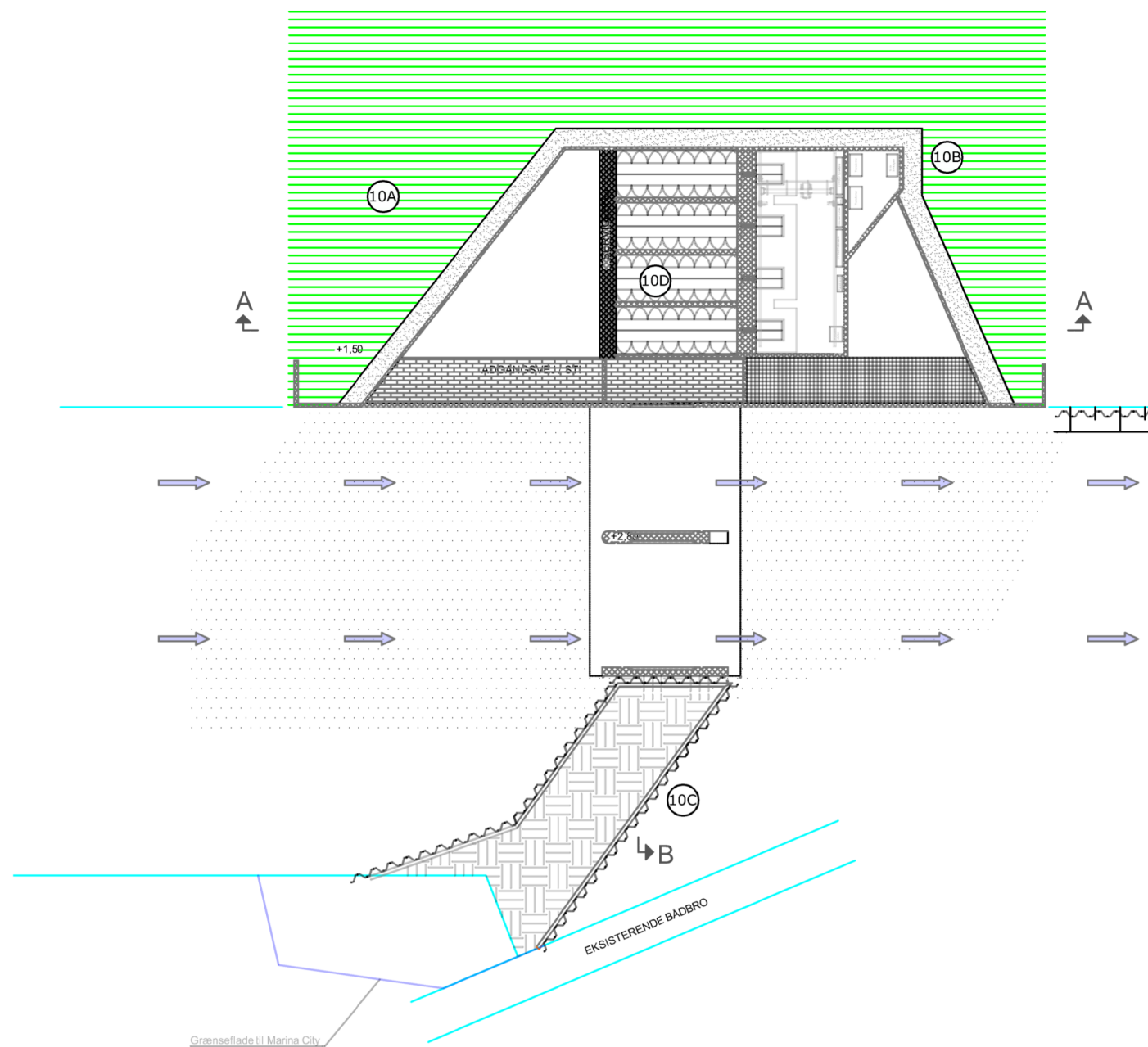
DOKUMENTNR.

S11

VERSION

1.0





## Fase 10: Etablering af belægning for adgangsvej.

10A. Etablering af belægning på adgangsvej nord om pumpestation.

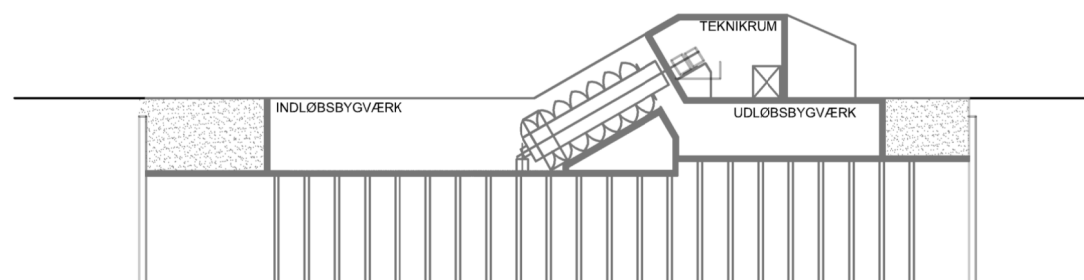
10B. Etablering af belægning på adgangsvej syd for slusen.

10C. Montering af beklædning på sydlig adgangsvej i overensstemmelse med Marina City

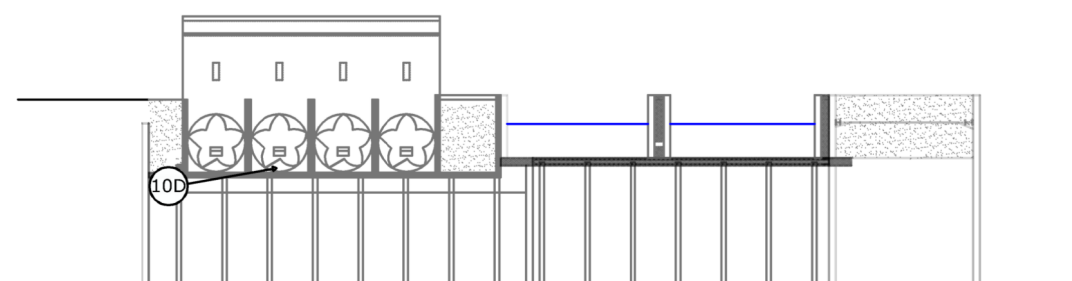
10D. Støbning af trug for snekepumper.

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

Snit A-A



Snit B-B



VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

## Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 10

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

**COWI** COWI A/S  
Havneparken 1  
7100 Vejle  
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00  
Fax +45 56 40 99 99  
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

012

VERSION

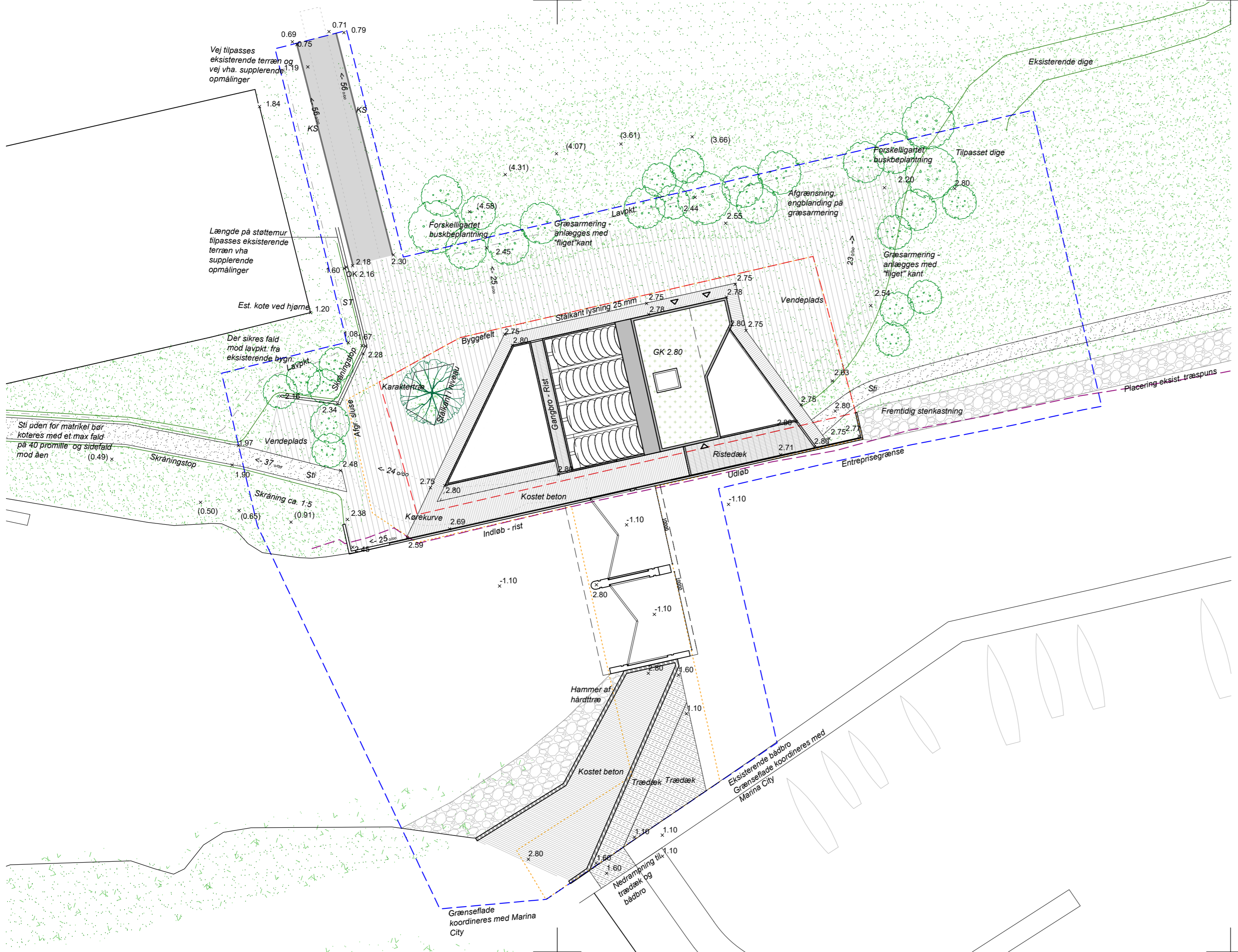
1.0

MAJ 2023  
KOLDING KOMMUNE

# KLIMATILPASNINGSPROJEKT KOLDING Å PUMPE OG SLUSE

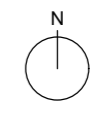
ANSØGNING OM ÅREGULERINGSTILLADELSE  
BILAG B





SIGNATURFORKLARING

- |  |                      |
|--|----------------------|
| <b>Alment</b>                                | <b>Belægning</b>     |
| Entrepriegrænse                              | Asfalt               |
| Byggefelt - bygning                          | Kostet beton         |
| Byggefelt - sluse                            | Græsarmering         |
| Eksisterende kote                            | Grussti              |
| Ny kote                                      | Trædæk               |
| Promillefald                                 | Ristedæk             |
| Lavpunkt                                     | Stålkant             |
| <b>Beplantning</b>                           | <b>Div.</b>          |
| Engblanding med urter og blomster            | Træværn              |
| Afgrænsning engblanding på græsarmering      | Sokkelrende med rist |
| Større karaktertræ                           | Støttemur            |
| Forskelligartet buskbeplantning (ca. 30 stk) | Hammer af hårdtræ    |



Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2  
Koter refererer til DVR90

1.0	19.10.2022	AJGR	MPRA
VER.	DATO	BEM/ERKNINGER	TEGN./UDARB.   KONTROL   GODKENDT

Kolding Kommune  
**Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse**

Situationsplan	PROJEKTNR.	A239486
	TEGN./UDARB.	TMRA
	KONTROLLERET	MILS
	GODKENDT	SOH
FASE	MÅL	1:400
Udbudsmateriale - Entreprise A	DATO	25.04.2023
BEM/ERKNINGER	DOKUMENTNR.	VERSION
	A239486-2-UDB-TEG-043	2.0

<b>COWI</b>	COWI A/S Havneparken 1 7100 Vejle Danmark	Tlf +45 56 40 00 00 Fax +45 56 40 99 99 www.cowi.dk	
<b>ARKITEMA ARCHITECTS</b>	Arkitema Frederiksgade 32 8000 Aarhus Danmark	Tlf +45 70 11 70 11 info-danmark@arkitema.dk www.cowi.dk	

MAJ 2023  
KOLDING KOMMUNE

# KLIMATILPASNINGSPROJEKT KOLDING Å PUMPE OG SLUSE

ANSØGNING OM ÅREGULERINGSTILLADELSE  
BILAG C





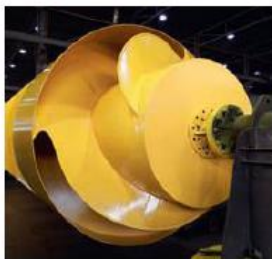
## 07 Dokumentation for fiskevenlig pumpe

De tilbudte snækkepumper fra Landustrie vil for denne opgave blive konstrueret i fiskevenligt design, så de tilgodeser fiskenes vanding gennem snækkepumper.

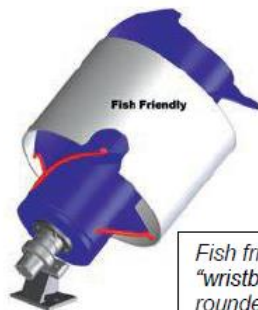
Alle skruepumperne har et standard højt niveau af fiskevenlighed baseret på den lave rotationshastighed og stor afstand mellem vindingerne.

Baseret på de seneste tests vedrørende fiskevenlighed af snækkepumperne, er det konstateret at hvis de kun har stigende vindinger ("De Wit" udførelse) kan den nødvendige fiskevenlighed ikke opnås.

Snekker med et ekstra "armbånd" omkring den udvendige diameter af skruen, som udviklet i 2008 af Landustrie, fungerer meget bedre i relation til fiskevenlighed. Dette "armbånd" roterer i truget med en lille frigang. Dette unikke LANDY-design forhindrer skader på fisk ved indgang til pumpen, hvor vingen og truget mødes. Vingernes diameter vil blive øget gradvist fra røret mod den udvendige diameter af skrue-pumpen. Vingerne vil i sidste ende smelte sammen med "armbåndet". En tykkere rund kant i begyndelsen af bladene forårsager trykbølger, som genkendes af fisken, hvilket fører fisken væk fra bladene. Dette resulterer i den mest fiskevenlige snækkepumpe på markedet, hvilket er bevist ved adskillige test! Dokumentation for test er vedlagt efterfølgende, bilag 7.1



Harrison Hot Springs, Canada



Fish friendly  
"wristband" and  
rounded edges (red)



"De Wit" execution





# VisAdvies

Ecological Advice and research

Study of fish survivability at the  
Ennemaborgh pumping station  
on 23 October 2012

Report: VA2012\_25

Commissioned by:

Hunze & Aa's Water Authority (Netherlands)

January 2013

By:

Vis H., Q.A.A. de Bruijn & J.H. Kemper

## Status page

Title: Study of fish survivability at the Ennemaborgh pumping Station on 23 October 2012

Compiled by: VisAdvies BV

Address: Twentehaven 5  
3433 PT Nieuwegein, the Netherlands

Telephone: +31 (0)30 285 1066

Homepage: <http://www.VisAdvies.nl>

Client: Hunze and Aa's Water Authority

Contact person: Peter Paul Schollema

Author(s): Vis H., Q.A.A. The Bruijn & J.H. Kemper

E-mail address: [info@VisAdvies.nl](mailto:info@VisAdvies.nl)

Person with ultimate responsibility: Jan Kemper

Number of pages: 22

Key words: Pumping station, fish damage, fish survivability, forced exposure

Project number: VA2012\_25

Date: 2 January 2013

Version: Final

## Bibliographical reference

Vis H., Q.A.A. De Bruijn & J.H. Kemper, 2012. Study of fish survivability at the Ennemaborgh pumping station on 23 October 2012. VisAdvies BV, Nieuwegein. Project number VA2012\_25, 22 pages.

Copyright: © 2013 VisAdvies BV / Waterschap Hunze en Aa's  
Unless required by law, no part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of VisAdvies BV and Waterschap Hunze en Aa's.

## Contents

1	Introduction	2
1.1	Terms of reference	3
2	Method and materials	4
2.1	Testing area	4
2.2	Experiments	5
2.3	Tested specimens	5
2.3.1	Experiments on Animals Act (WOD)	5
2.3.2	Tested specimens	5
2.4	Conducting of experiments	6
2.4.1	Forced exposure	6
2.4.2	Processing of the fish	6
2.4.3	Delayed mortality	7
2.5	Statistical evaluation	8
2.5.1	Statistical evaluation	8
2.6	Appraisal of fish survivability	9
2.6.1	Calculation	9
2.6.2	Appraisal	9
3	Results	11
3.1	Fish data	11
3.2	Direct damage and mortality	12
3.2.1	Left screw pump 30 Hz	12
3.2.2	Left screw pump 50 Hz	13
3.2.3	Right screw pump 30 HZ	14
3.2.4	Right screw pump 50 Hz	14
3.3	Reliability intervals regarding mortality rates	15
3.4	Damage profiles	16
3.5	Delayed mortality	17
3.6	Appraisal of fish survivability at lifting station	18
3.6.1	Left screw pump 30 Hz	18
3.6.2	Left screw pump 50 Hz	18
3.6.3	Right screw pump 30 Hz	19
3.6.4	Right screw pump 50 Hz	19
3.6.5	Final score	20
3.6.6	Overview of mortality rates	20
4	Conclusions and recommendations	21
4.1	Conclusions	21
4.2	Recommendations	21
5	Reference list	22



## 1 Introduction

The problem of fish damage at pumping stations has been of increasing concern in recent years. This led to the Hunze en Aa's Water Authority amongst others participating in the KRW innovation project 'Fish swimming up and down'. In the autumn of 2009, the Applied Water Research Foundation STOWA (Stichting Toegepast Onderzoek Water) carried out a study of fish damage at 26 different pumping stations (Kemper *et. al*, 2011). The study showed that the level of fish damage varied greatly from one pumping station to the next. It also pointed to the availability of fish-friendly alternatives.

The fish-friendliness of a pumping station is defined in two dimensions (Kunst *et al.*, 2008), namely

- **fish passability** (to what extent is the migration of fish through the pumping station possible) and
- **fish survivability** (to what extent are fish subject to damage and mortality when passing through the pumping station).

The pump manufacturer *Landustrie Sneek BV* has been working on the development of a fish-friendly screw pump. Two samples of these were placed at the Ennemaborgh pumping station, in the area under the management of the Hunze en Aa's Water Authority. Both screw pumps with a diameter of 1500 mm were originally designed with a tubular part for the inflow, with a length of 900 mm, with blades gradually narrowing from the central pipe to the pipe sleeve, and a flow pattern on the first blades to avoid impact damage. In addition, the gap between the concrete trough and blades was minimised and the concrete was rendered in an extra smooth finish.

In the autumn of 2009, a study was done to establish the rate of fish survivability at the screw pumps. The fish supply during the research period was insufficient and therefore it was difficult to draw a conclusion in this regard (Bonhof, 2009). Supplementary to this research, dummy fish were used in the springtime of 2011 to get an idea of fish survivability at the Ennemaborgh pumping station (Kemper & Vis, 2011). This study led to a number of recommendations aimed at improving the rate of fish survivability.

In the meantime, adjustments have been made in the construction of the pumping station. All openings at the weir side have been closed off at both screw pumps. On screw pump 2 (right), a special rubber closing profile was affixed to the blades, thus leaving no more room between the blade and the trough.

To get an idea of the fish survivability at the screw pumps following the changes, the Hunze en Aa's Water Authority commissioned VisAdvies to carry out a test involving the 'forced throughput' of fish.

## Method and Materials

### 1.1 Terms of reference

- What damage and/or mortality rate occurs at the passage of the screw pumps at the Ennemaborgh pumping station, as an indication for *fish survivability*?
- What differences arise in terms of damage and mortality rates between specific groups and length classes of fish and between the two screw pumps?
- Is there a delayed mortality issue following the passage through the screw pumps, and if yes, to what extent?

## Method and materials

### 2 Method and materials

The method and materials are based on the protocol developed by VisAdvies BV. for testing (pump works) pumps for fish survivability based on a standardised method (Vis *et al.*, 2011).

#### 2.1 Testing area

The Ennemaborgh pumping station is located close to Winschoten in Groningen (Figure 2.1). The pump works was constructed in 2009 and discharges water from an area measuring 620 ha to the south-west of the Oldambtmeer.



*Figure 2.1 Geographical location of the Ennemaborgh pumping station to the north of Winschoten.*



*Figure 2.2 Pumping station at Ennemaborgh with screw pump 1 (left) and screw pump 2 (right).*

## Method and Materials

The Ennemaborgh pumping station is a pumping station with two screw pumps. It has a maximum capacity of 80 m<sup>3</sup>/min (Table 2.1).

*Table 2.1 Features of the Ennemaborgh pumping station.*

<b>Type of pumping station</b>	<b>Screw pumps</b>
Number of screw pumps	2
Capacity	2x 40 m <sup>3</sup> /min

### 2.2 Experiments

Both screw pumps at the Ennemaborgh pumping station were tested with two different rotational speeds (23.8 and 39.1). A total of four experiments were carried out (Table 2.2). In the first and third experiment, the screw pumps with a rotational speed of 23.8 revolutions per minute were tested with the 2 screw pumps lifting some 23 m<sup>3</sup> water per minute (per screw pump). In the second and fourth experiment, the screw pumps with a rotational speed of 39.1 revolutions per minute were tested, with the screw pumps lifting 40 m<sup>3</sup> water per minute (per screw pump). The head of water at the pump works is 2.3 metres. The operation of the pump works was arranged by the Hunze en Aa's Water Authority.

*Table 2.2 Rotational speed, throughput and head of water during the different experiments*

Experiment	Screw pump	rev./min (frequency)	Water renewal (m <sup>3</sup> /min)	Head of water (cm)
1	1 (left)	23.8 (30 Hz)	23	270
2	1 (left)	39.1 (50 Hz)	40	270
3	2 (right)	23.8 (30 Hz)	23	270
4	2 (right)	39.1 (50 Hz)	40	270

### 2.3 Tested specimens

#### 2.3.1 Experiments on Animals Act (WOD)

The forced throughput of fish is regulated under the Dutch Experiments on Animals Act (WOD). Before commencing with the experiment, the test plan was approved by the Animal Experiments Commission (DEC) of the Wageningen UR Central Veterinary Institute.

#### 2.3.2 Tested specimens

The three fish families used for purposes of the study were:

- Freshwater eel (*anguillidae*)
- Carp-like fish (*cyprinidae*)
- Perch-like fish (*percidae*)

These three groups are thought to be representative of the fish fauna in the Netherlands. The adult (silver) eel is of particular interest because this is the only type that has to pass through the pumping stations to get to the North Sea on its journey to the spawning grounds in the Sargasso Sea. Moreover, it is a type that should be protected within the context of the EU Freshwater Eel regulations and therefore merits priority in the eyes of the water authorities. The carp-like fish and perch-like fish were chosen because these two families are representative of the fish fauna in the Netherlands. To guarantee the reliability of the result, it

was recommended per experiment to have a throughput of at least 100 fish divided over two different length classes (Table 2.3; *Vis et al., 2012*). A total of 4 experiments were carried out.

*Table 2.3 Overview of tested specimens used*

Type		Length Category (cm)	Number per experiment	Total number
1	Freshwater eel	0-45	50	200
2		>45	50	200
3	Carp-like fish	0-15	50	200
4		>15	50	200
5	Perch-like fish	0-15	50	200
6		>15	50	200

The carp-like fish and the smaller perch-like fish were collected by M. Vos of the commercial fisheries and kept in storage for a few days in the period before the testing. On the day of the test, the fish at the location were put through the system. The (silver) eels and the large perch-like fish were brought in by VisAdvies from the estuary region. During transport, the fish were provided with the correct levels of oxygen concentration by means of aeration pumps.

## 2.4 Conducting of experiments

### 2.4.1 Forced exposure



For purposes of the survivability test, the fish were passed manually through the distributary channel via the inspection traps (Figure 2.3). In this manner, the fish passed through the screw pumps from one end to the other, so that there was very little chance of escape. On the outflow side of the lifting station, the fish were captured by the fisherman from the commercial fishery in a knotless collecting net.

*Figure 2.3 Inspection traps near the end of the supply channel*

### 2.4.2 Processing of the fish

After the fish had been passed through the system, the lifting mechanism was switched off and the fish were taken out of the collecting net. All fish were checked for damage, with a distinction being made between the following four damage categories:

## Method and Materials

### 1. Undamaged fish

### 2. Slightly damaged fish

These fish were classified in accordance with the following types of damage:

- red and/or swollen eyes,
- red and/or damaged fins,
- light scratches.

### 3. Severely (terminally) damaged fish

These fish were classified in accordance with the following types of damage:

- cut and/or cut through,
- fragmentation and/or fractures,
- damage to (and/or missing) eyes,
- damage to (and/or upturned) gill covers/arcs,
- haemorrhage,
- abnormal swimming movements (no external damage).

### 4. Dead fish

#### 2.4.3 Delayed mortality

To get an idea of the extent to which fish still died at a later stage, eels that were passed through were held in storage for a period of 48 hours. This section deals with the survival of the freshwater eel. Experience has shown that perch-like fish and carp-like fish are less suitable for storage and many fish die from factors unrelated to the damage that is caused by the pumping mechanism (Vis *et al.*, 2012). After the test had been completed, the scaly fish were released at the research location and the freshwater eels were transferred to the VisAdvies depot in Nieuwegein. Here they were placed in 1500 litre holding tanks which were continuously flushed with water from the adjacent Merweder Canal (Figure 2.4).



Figure 2.4 One of the tanks flushed with fresh water from the Merwede Canal.

The freshwater eels were stored per scenario. As a reference, 20 freshwater eels were kept in storage that had not passed through the screw pump. This “zero group” was deployed in order to check whether during the storage, factors were at play other than the exposure to the screw pump which might have had a bearing on the storage. The freshwater eels were checked every three hours during the day for mortality or abnormal behaviour. After 48 hours, the definitive delayed mortality rate was recorded.

Fish that have passed through a pumping station without any discernible level of damage can still die after a period of 48 hours, due to internal damage (Figure 2.5). Red fins can be a sign of such internal damage. For this reason, after a period of 48 hours, freshwater eels with red fins were checked internally for fragmentation to the spine. It is assumed that silver eels with fragmentation of the spine will not reach the spawning grounds (distance of >5000 km) and for this reason, these individual fish are regarded as dead for purposes of the analysis.



*Figure 2.5 A freshwater eel (below) with blood below the pelvic fin and (above), a freshwater eel with no damage.*



*Figure 2.6 Picture of a cut freshwater eel showing internal wounds.*

## 2.5 Statistical evaluation

### 2.5.1 Statistical evaluation

Aside from estimating the likelihood of damage to the fish, an indication was also given of the parameters within which this likelihood of damage lay. This is the so-called reliability interval. The estimated chance of a certain type of damage is equal to the number of damaged fish divided by the total number of fish that passed through the lifting mechanism. The variance in the number of damaged fish is estimated with:

where  $s^2(n)$  is the estimated variance in the number of damaged fish,  $n$  and the number of damaged fish,  $N$  the total number of fish and the estimated likelihood of damage.

The reliability of the determination is calculated with the aid of the reliability interval

for binomial distribution data sets (Clopper & Pearson, 1934). The reliability interval is an interval relating to the mortality rate within which it can be stated with 95% certainty that the mortality rate falls within this interval.

## 2.6 Appraisal of fish survivability

### 2.6.1 Calculation

The rate of fish survivability at lifting stations is determined based on the ratio of fish mortality (direct and/or indirect) after passing through the system, per type and per length class. The survivability for fish passing through the system is determined based on the number of fish that are classified in the ‘dead’ category after passing through the lifting station, whereby:

Mortality rate = total number of dead fish/ total number of fish that have passed through,

And the total number of dead fish = total direct and indirect mortality.

### 2.6.2 Appraisal

Each tested scenario is given a score between 0 and 1, in order to record the *fish survivability* at a lifting station. A final score of 0 means that a lifting station offers a minimal *fish survivability*, whereas a final score of 1 points to maximum *survivability*.

In determining the degree of *fish survivability* at a lifting station, a survival rate has to be determined for each fish type and length category. The survivability is then classified in four possible survivability classes (Table 2.4). The classification of these four classes is entirely based on the results of the *fish survivability* (per type and per length class) from the pumping station index of the STOWA pumping stations study Phase 3 (Kemper *et al.*, 2011).

For each fish type and length class, the total fish survivability is expressed as a percentage of the number of fish that passed through in that class. In the final analysis, this leads to a total of six survivability ratios per test scenario (three fish types, each with two length classes).

Table 2.4 Build-up of final score regarding fish survivability at lifting station

Type		Length Category (cm)	Weighting factor	Survivability classes (%)			
				Very good	Good	Inadequate	Poor
1	Freshwater eel	0-45	0.15	99-100	95-99	90-95	0-90
2		>45	0.25	99-100	95-99	90-95	0-90
3	Carp-like fish	0-15	0.1	97.5-100	90-97.5	80-90	0-80
4		>15	0.2	95-100	90-95	75-90	0-75
5	Perch-like fish	0-15	0.1	99-100	97.5-99	92.5-97.5	0-92.5
6		>15	0.2	99-100	95-99	90-95	0-90
		<b>Score</b>		<b>0.75-1</b>	<b>0.5-0.75</b>	<b>0.25-0.5</b>	<b>0.0-0.25</b>



Each type has its own weighting factor for each length category. The total weighting factor for eel-like fish is higher (0.4 of 1) than for carp-like fish (0.3 of 1) and for perch-like fish (0.3 of 1). This has to do with the large migration need of this fish type and the (low) level of occurrence in the Netherlands. For all types, the larger fish have a weighting factor that is higher than for the smaller fish due to the following:

- the greater chance of being struck by the lifting station, and
- the importance of the larger samples of each type for sustainability of the type.

The sub score per type and length class (1-6) is calculated as follows:

Sub score type 1, length class 1 = weighting factor X appraisal of survivability % .

*Table 2.5 Classification of fish survivability per type*

<b>Final score</b>	<b>Classification</b>	<b>Colour coding</b>
<b>0.75-1</b>	Very good	
<b>0.5-0.75</b>	Good	
<b>0.25 -0.5</b>	Inadequate	
<b>0.0-0.25</b>	Poor	

The final score (Table 2.5) of a lifting station is obtained by adding up the six sub scores. Therefore a pumping station with an end figure of 1 will provide a score for the *fish survivability* which is comparable with the best appraised lifting stations in the Netherlands, whereas a pumping station with an end figure of 0 will provide a score for the *fish survivability* which is comparable with the least appraised lifting stations.

### 3 Results

At the start of the test it transpired that some of the fish which passed through the system remained behind in the outflow channel. This problem was remedied to a large extent in subsequent scenarios by chasing the fish with an electrofish-aggregate into the collecting net.

#### 3.1 Fish data

All fish that passed through the system (Table 3.1) were in good condition prior to the start of the experiment. In total, 433 fish passed the left screw pump, divided over two different speeds: 30 Hz (n=243) and 50 Hz (n=190). In total, 416 fish passed the right screw pump, also divided over two speeds: 30 Hz (n=156) and 50 Hz (n=260).

*Table 3.1 Number of tested specimens per group type, length class and pump scenario*

Type	Length class (cm)	Pump scenario			
		Screw pump 1 30 Hz	Screw pump 1 50Hz	Screw pump 2 30 Hz	Screw pump 2 50 Hz
Freshwater eel	0-45	10	16	14	19
	>45	41	22	36	55
Perch-like fish	0-15	87	30	29	40
	>15	41	47	23	77
Carp-like fish	0-15	24	35	26	31
	>15	40	40	28	28
<b>Total</b>		<b>243</b>	<b>190</b>	<b>156</b>	<b>260</b>

Table 3.2 shows the average lengths and standard deviations for the tested specimens. The length-frequency diagrams for the tested specimens are shown in Figure 3.1.

*Table 3.2 Average total length of tested specimens in cm (TL ± stdev)*

Type	Length class (cm)	Pump scenario			
		Screw pump 1 30 Hz	Screw pump 1 50Hz	Screw pump 2 30 Hz	Screw pump 2 50 Hz
Freshwater eel	0-45	40.9±3.5	39.9±3.6	38.7±5.3	42.1±3.4
	>45	59.5±8.5	62.7±6.1	61.8±9.7	63.2±7.3
Perch-like fish	0-15	10.1±2.5	10.6±1.9	10.4±2.5	10.2±2.1
	>15	25.3±5.0	26.1±3.6	27.6±6.3	26.2±4.8
Carp-like fish	0-15	10.8±1.8	11.3±1.5	12.2±1.7	11.2±1.5
	>15	30.6±13.0	27.6±9.5	28.4±12.1	29.6±10.8

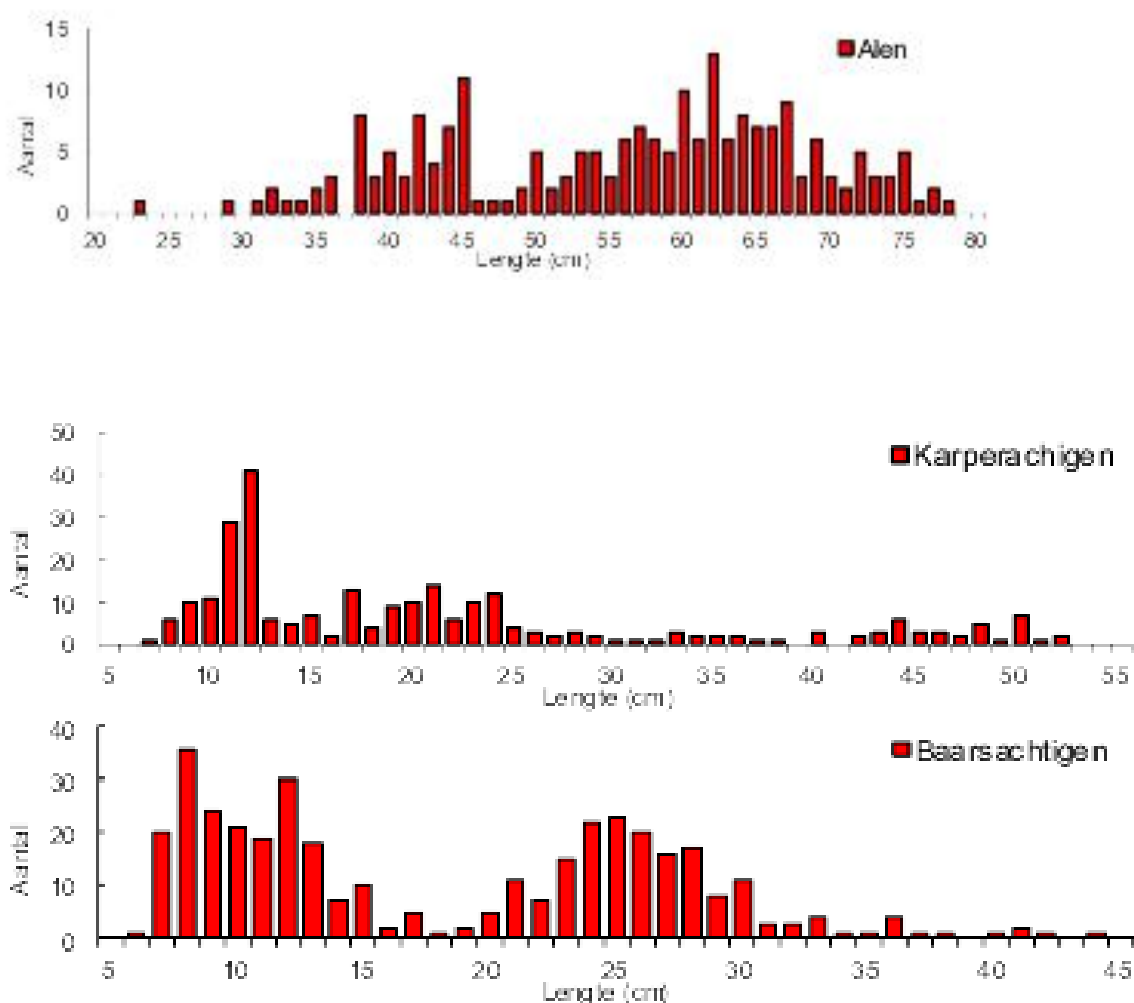


Figure 3.1 Overview of length accumulations for fish used

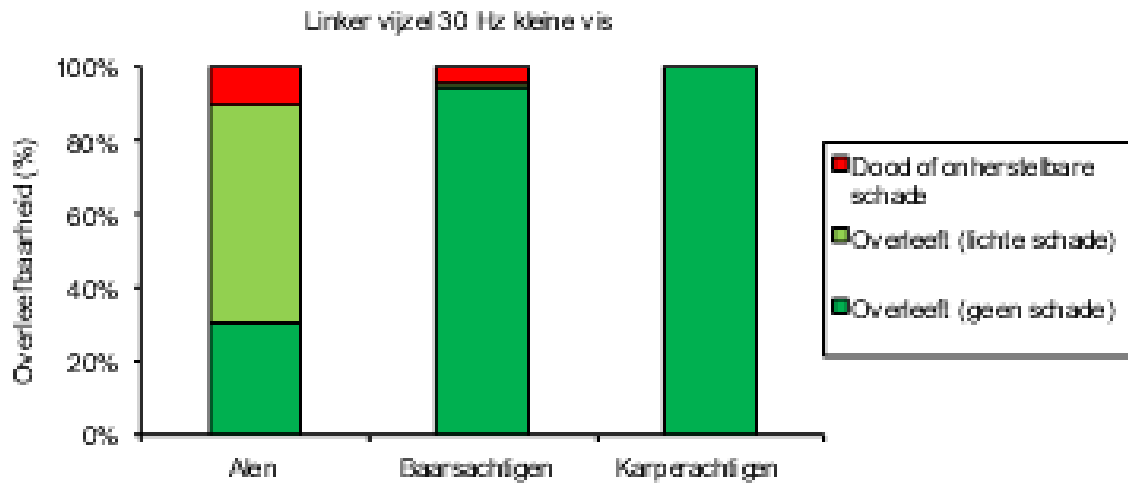
[bar charts (3):] Freshwater eel number / length    Carp-like fish number / length    Perch-like fish number / length

### 3.2 Direct damage and mortality

#### 3.2.1 Left screw pump 30 Hz

Of the 10 freshwater eels measuring <45 cm which passed through the system, six samples (60%) were slightly damaged and one sample (10%) was irreparably damaged (Figure 3.2). Of the 41 freshwater eels measuring >45 cm which passed through the system, four samples (10%) were slightly damaged and one sample (2%) was irreparably damaged. Of the 87 perch-like fish measuring <15 cm passing through the system, one sample (1%) was slightly damaged and four samples (5%) were dead. All 41 perch-like fish measuring >15 cm passing through the system were undamaged. All 24 carp-like fish measuring <15 cm passing through the system were undamaged. Of the 40 carp-like fish measuring >15 cm passing through the system, two samples (5%) were slightly damaged.

Results



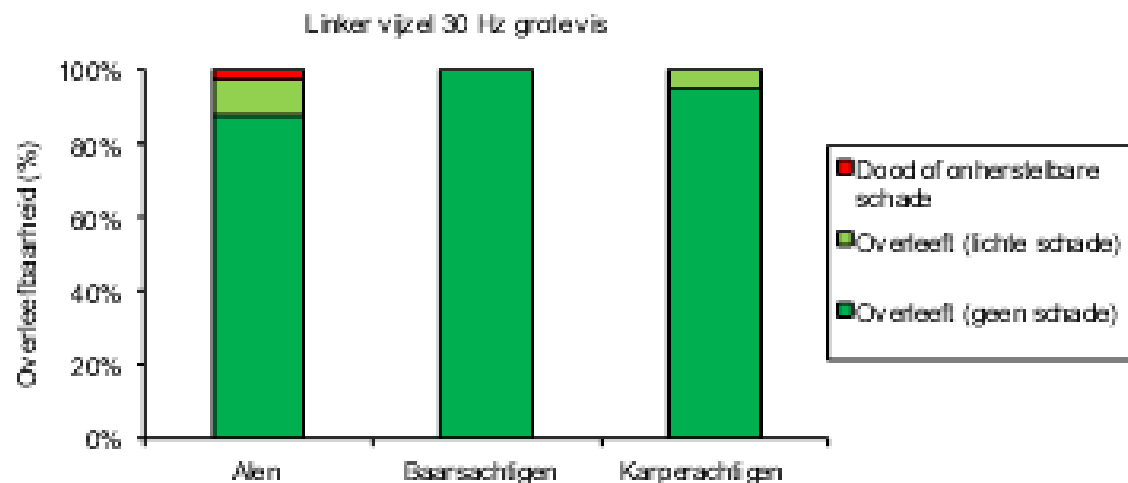
[bar chart:]  
 Left screw pump 30 HZ small fish  
 Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

- \* Dead or irreparably damaged
- \* Survived (slightly damaged)
- \* Survived (undamaged)



[bar chart:]  
 Left screw pump 30 HZ large fish  
 Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

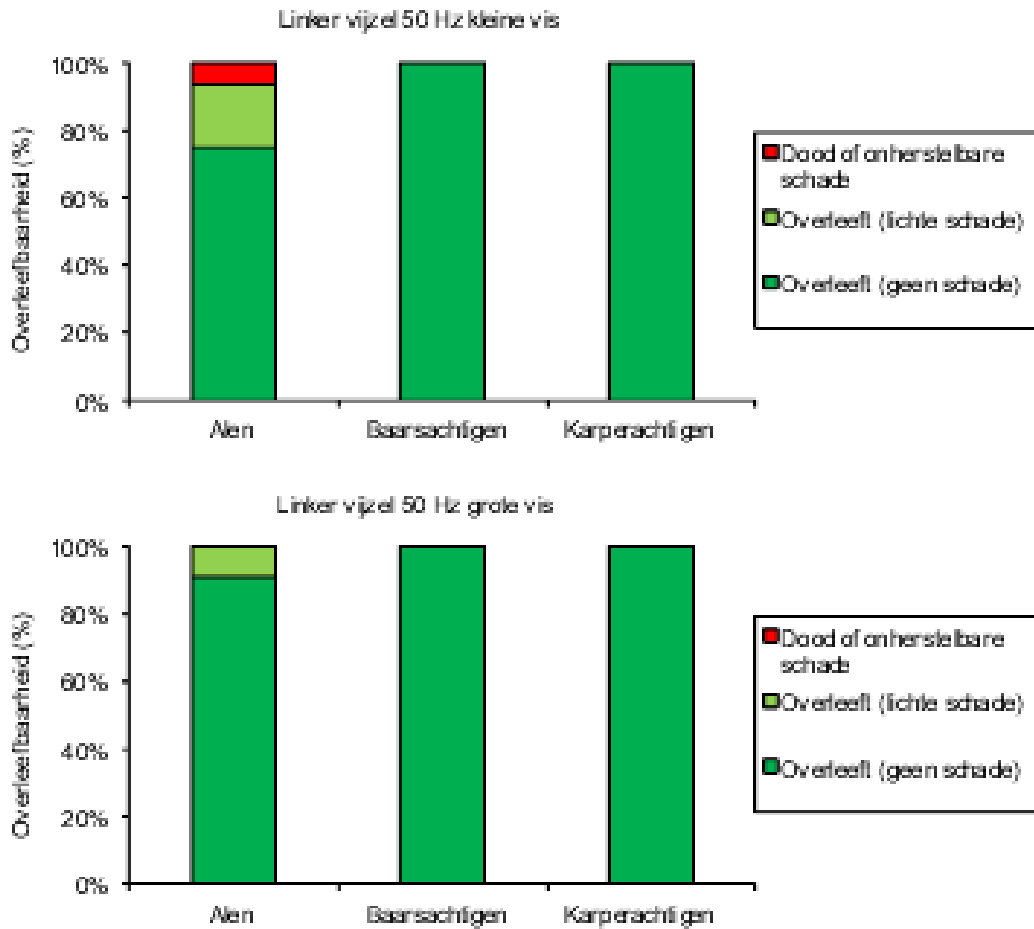
Carp-like fish

- \* Dead or irreparably damaged
- \* Survived (slightly damaged)
- \* Survived (undamaged)

Figure 3.2 Overview of survival rates, scenario 1 for three specific groups of small fish (above) and large fish (below).

3.2.2 Left screw pump 50 Hz

Of the 16 freshwater eels measuring <45 cm passing through the system, three samples (19%) were slightly damaged and one sample (6%) was irreparably damaged (Figure 3.3). Of the 22 freshwater eels measuring >45 cm passing through the system, two samples (10%) were slightly damaged. The perch-like and carp-like fish passing through the system were all undamaged.



[bar chart:]  
Left screw pump 50 HZ small fish  
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

- \* Dead or irreparably damaged
- \* Survived (slightly damaged)
- \* Survived (undamaged)

[bar chart:] Left screw pump 50 HZ large fish  
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

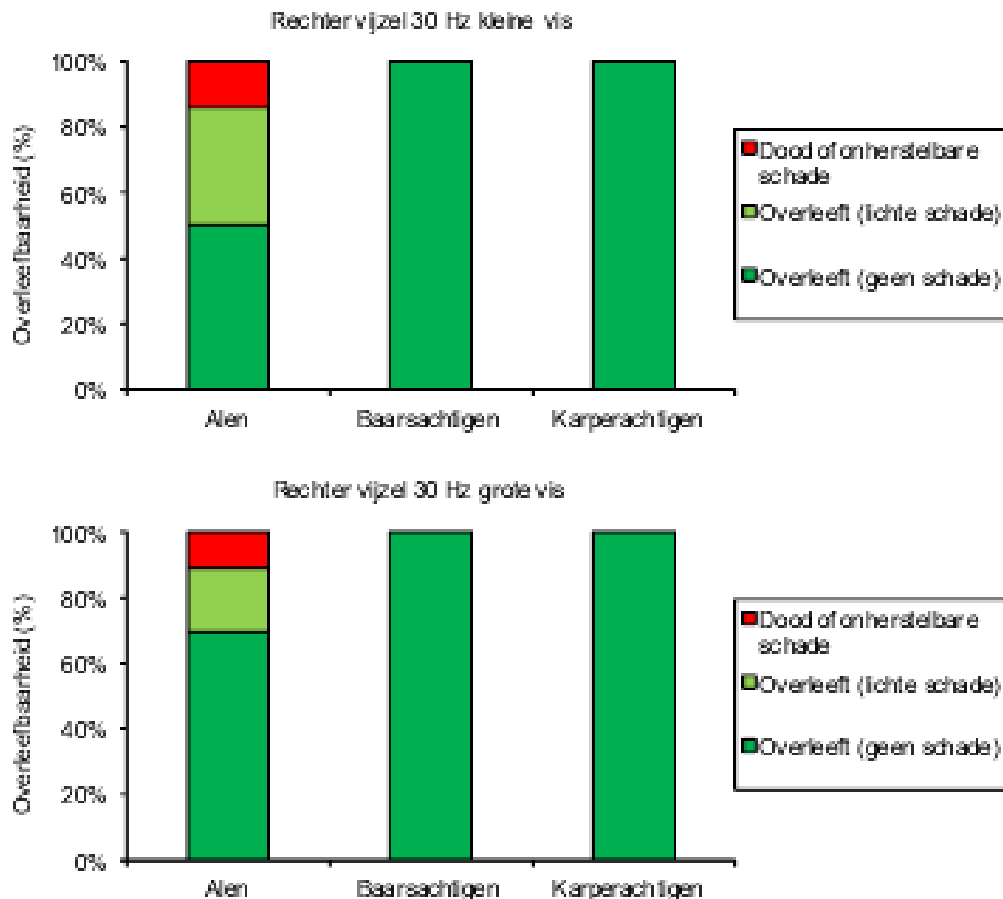
- \* Dead or irreparably damaged
- \* Survived (slightly damaged)
- \* Survived (undamaged)

Figure 3.3 Overview of survival rate, scenario 2 for three specific groups of small fish (above) and large fish (below).

## Results

### 3.2.3 Right screw pump 30 HZ

Of the 14 freshwater eels measuring <45 cm passing through the system, five samples (36%) were slightly damaged and two samples (14%) were irreparably damaged (Figure 3.4). Of the 36 freshwater eels measuring >45 cm passing through the system, seven samples (19%) were slightly damaged and four samples (11%) were irreparably damaged. The perch-like and carp-like fish passing through the system were all undamaged.



[bar chart:]

Right screw pump 30 HZ small fish  
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

- \* Dead or irreparably damaged
- \* Survived (slightly damaged)
- \* Survived (undamaged)

[bar chart:] Right screw pump 30 HZ large fish  
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

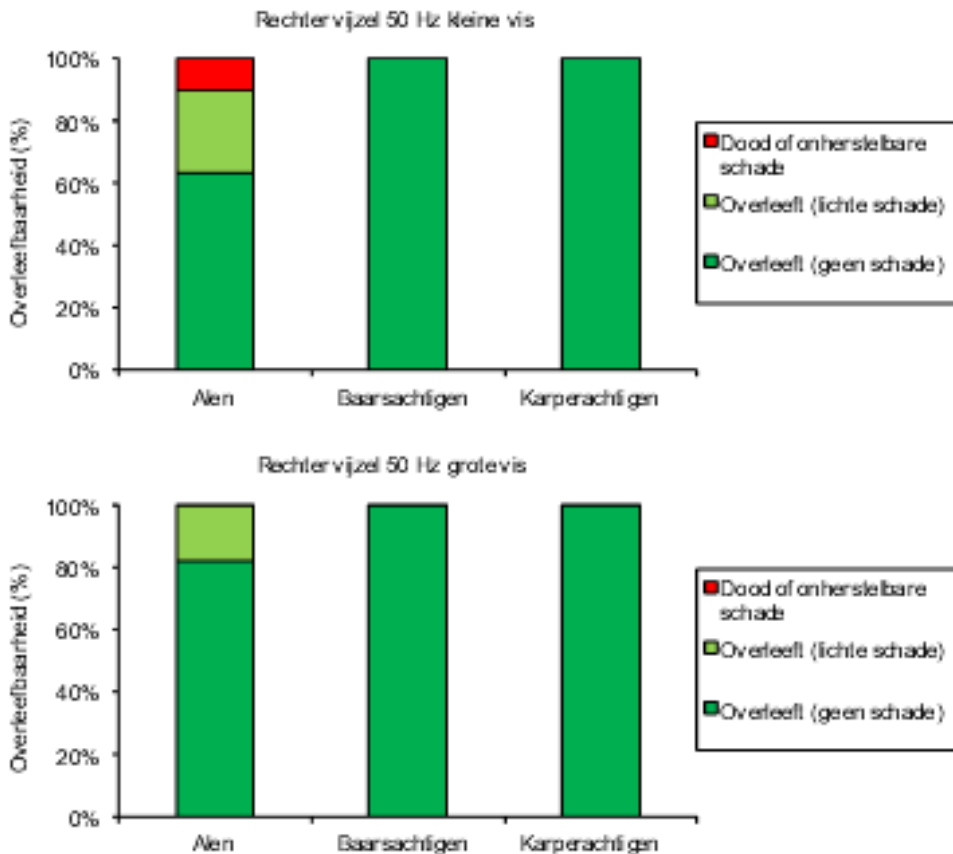
Carp-like fish

- \* Dead or irreparably damaged
- \* Survived (slightly damaged)
- \* Survived (undamaged)

Figure 3.4 Overview of survival rates, scenario 3 for three specific groups of small fish (above) and large fish (below).

### 3.2.4 Right screw pump 50 Hz

Of the 19 freshwater eels measuring <45 cm passing through the system, five samples (26%) were slightly damaged and two samples (11%) were irreparably damaged (Figure 3.5). Of the 55 freshwater eels measuring >45 cm passing through the system, 10 samples (18%) were slightly damaged. The perch-like and carp-like fish passing through the system were all undamaged.



[bar chart:]  
Right screw pump 50 HZ small fish  
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

- \* Dead or irreparably damaged
- \* Survived (slightly damaged)
- \* Survived (undamaged)

[bar chart:] Right screw pump 50 HZ large fish  
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

- \* Dead or irreparably damaged
- \* Survived (slightly damaged)
- \* Survived (undamaged)

Figure 3.5 Overview of survival rates, scenario 4 for three specific groups of small fish (above) and large fish (below).

## Results

### 3.3 Reliability intervals regarding mortality rates

Prior to the start of the experiments, it was calculated that for each type group and length class, 50 samples would have to pass through the system in order to provide a reliable estimate of the mortality rate. In practice, a minimum of 50 samples per type group and length class were indeed passed through, however it was not possible to retrieve all samples on the outflow side. This meant that the reliability interval was somewhat larger for a number of specific groups. For small freshwater eels, the reliability interval varies between 30% and 44% (Table 3.3). In determining the survival rate, a reliability interval of <25% is looked for. A reliability interval of 25- 50% is still regarded as acceptable. With a reliability interval of >50%, no conclusions can be drawn. This approach was also adopted when devising the pumping station index as part of the STOWA pumping station study.

*Table 3.3 Reliability intervals per type group, length class and experiment*

Experiment	L-Class	Type group	Dead	N	Proportion	Binomial High	Binomial Low	Difference
1	Small	Freshwater eels	1	10	10%	44.5%	0.3%	44%
		Perch-like fish	4	87	5%	11.4%	1.3%	10%
		Carp-like fish		24	0%	14.2%	0.0%	14%
	Large	Freshwater eels	1	41	2%	12.9%	0.1%	13%
		Perch-like fish		41	0%	8.6%	0.0%	9%
		Carp-like fish		40	0%	8.8%	0.0%	9%
2	Small	Freshwater eels	1	16	6%	30.2%	0.2%	30%
		Perch-like fish		30	0%	11.6%	0.0%	12%
		Carp-like fish		35	0%	10.0%	0.0%	10%
	Large	Freshwater eels		22	0%	15.4%	0.0%	15%
		Perch-like fish		47	0%	7.5%	0.0%	8%
		Carp-like fish		40	0%	8.8%	0.0%	9%
3	Small	Freshwater eels	2	14	14%	42.8%	1.8%	41%
		Perch-like fish		29	0%	11.9%	0.0%	12%
		Carp-like fish		26	0%	13.2%	0.0%	13%
	Large	Freshwater eels	4	36	11%	26.1%	3.1%	23%
		Perch-like fish		23	0%	14.8%	0.0%	15%
		Carp-like fish		28	0%	12.3%	0.0%	12%
4	Small	Freshwater eels	2	19	11%	33.1%	1.3%	32%
		Perch-like fish		40	0%	8.8%	0.0%	9%
		Carp-like fish		31	0%	11.2%	0.0%	11%
	Large	Freshwater eels		55	0%	6.5%	0.0%	6%
		Perch-like fish		77	0%	4.7%	0.0%	5%
		Carp-like fish		38	0%	9.3	0.0%	9%



### 3.4 Damage profiles

The damage to the freshwater eels varied from slight abrasions (slight damage) to fragmentation and open wounds (serious damage). The damage in all cases happened in the tail area.



*Figure 3.6 Samples of slight damage (left) and irreparable damage (right) directly after conducting the test.*

With the carp-like and perch-like fish, the damage was caused over the entire body of the fish. Examples of slight damage included damage to fins and scale loss. Forms of serious damage included serious abrasions and fragmentation of the tail and the head.



*Figure 3.7 Two dead perches with severe abrasions in the rump area, directly after conducting the test.*

## Results

Noticeably for all specific groups, the most damage and mortality occurred amongst the smaller samples. It seems quite likely that the damage is due to crushing in the very small area between the concrete foundation and the screw pumps. Owing to the flat and thin form of the tail of a freshwater eel, and of the carp-like and perch-like fish to a lesser extent, the smallest spaces can lead to damage during the passage of the fish through the screw pump. There were no indications of ‘impact damage’.

### 3.5 Delayed mortality

At the end of the testing, all scaly fish were deposited on the downstream side of the Ennemaborgh pumping station. The freshwater eels were transferred to the VisAdvies depot in Nieuwegein, and stored there in fish basins with fresh-flowing water. The freshwater eels were segregated in accordance with the scenario and the damage profile.

In the period up to 48 hours following completion of the testing, a record was kept of the delayed mortality. A total of three samples died (Figure 3.4).

These freshwater eels had been classified directly after the testing in the ‘irreparable damage’ category. The results of the test regarding delayed mortality therefore brought no influence to bear on the overall mortality rate. All dead freshwater eels had serious cuts and abrasions on their tails.

*Table 3.4 Overview of delayed mortality*

Type		Length class (cm)	Pump scenario			
			1 Screw pump 1 30 Hz	2 Screw pump 1 50Hz	3 Screw pump 2 30 Hz	4 Screw pump 2 50 Hz
1	Freshwater eel	0-45	1		1	
2		>45			1	
<b>Total</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

The remaining freshwater eels from the ‘irreparable damage’ category were still alive after 48 hours; however their overall situation had generally deteriorated. The wounds were swollen and the skin around the wound was strongly discoloured. The dead freshwater eels were cut open on completion of the test. Aside from the wounds that were already visible in the tail area, internal wounds were also examined. No deviations were recorded here affecting for example the head and the organs.

The freshwater eel is a very strong type that can stay alive a long time even with irreparable damage. Nevertheless it should not be assumed that such samples will ever reach the spawning grounds in the Sargasso Sea.



*Figure 3.8 Wound on freshwater eel, 48 hours after the experiment.*

### 3.6 Appraisal of fish survivability at lifting station

#### 3.6.1 Left screw pump 30 Hz

The score for the left screw pump working at 30 Hz is calculated in Table 3.5. For small freshwater eel, the survival rate was 90%, which falls within the ‘inadequate’ category. For large freshwater eels, the survival rate was 98%. This falls within the ‘very good’ category. The survival rate for carp-like fish was 100% for both length classes. The perches measuring >15 cm also got the maximum score. The survival rate for perches measuring <15 cm was 95%, which falls within the ‘inadequate’ category. When all partial scores are calculated along with the weighting factors, the left screw pump working at 30Hz scored 0.72. This falls within the ‘Good’ category.

Table 3.5 Survival rate and score for fish survivability at left screw pump 30 Hz

Type		Length Category (cm)	Weighting factor	Survivability classes (%)			
				Very good	Good	Inadequate	Poor
1 2	Freshwater eel	0-45	0.15				
		>45	0.25	98%		90%	
3 4	Carp-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
5 6	Perch-like fish	0-15	0.1			95%	
		>15	0.2	100%			
<b>Score</b>				<b>0.75-1</b>	<b>0.5-0.75</b>	<b>0.25-0.5</b>	<b>0.0-0.25</b>

#### 3.6.2 Left screw pump 50 Hz

The score for the left screw pump working at 50 Hz is calculated in Table 3.6. For small freshwater eels, the survival rate was 94% which falls within the ‘good’ category. For large freshwater eels, the survival rate was 100%, which falls within the ‘very good’ category. The survival rate for carp-like and perch-like fish was 100% for both length classes. When all partial scores were calculated along with the weighting factors, the left screw pump working at 50 Hz scored 0.85. This falls within the ‘very good’ category.

Table 3.6 Survival rate and score for fish survivability at left screw pump 50 Hz

Type		Length Category (cm)	Weighting factor	Survivability classes (%)			
				Very good	Good	Inadequate	Poor
1 2	Freshwater eel	0-45	0.15		94%		
		>45	0.25	100%			
3 4	Carp-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
5 6	Perch-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
<b>Score</b>				<b>0.75-1</b>	<b>0.5-0.75</b>	<b>0.25-0.5</b>	<b>0.0-0.25</b>

## Results

### 3.6.3 Right screw pump 30 Hz

The score for the right screw pump working at 30 Hz is calculated in Table 3.7. For small freshwater eels, the survival rate was 86%. This falls within the 'Poor' category. For large freshwater eels, the survival rate was 89%, which falls within the 'Poor' category. The survival rate for carp-like and perch-like fish was 100% for both length classes.

When all partial scores are calculated along with the weighting factors, the left screw pump working at 50 Hz scored 0.70. This falls within the 'Good' category.

*Table 3.7 Survival rate and score for fish survivability at right screw pump 30 Hz*

Type		Length Category (cm)	Weighting factor	Survivability classes (%)			
				Very good	Good	Inadequate	Poor
1	Freshwater eel	0-45	0.15				86%
		>45	0.25				89%
3	Carp-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
5	Perch-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
<b>Score</b>				<b>0.75-1</b>	<b>0.5-0.75</b>	<b>0.25-0.5</b>	<b>0.0-0.25</b>

### 3.6.4 Right screw pump 50 Hz

The score for the right screw pump working at 50 Hz is calculated in Table 3.8. For small freshwater eels, the survival rate was 89%. This falls within the 'Poor' category. For large freshwater eels, the survival rate was 100% and this falls within the 'Very good' category. The survival rate for carp-like and perch-like fish was 100% for both length classes.

*Table 3.8 Survival rate and score for fish survivability at right screw pump 50 Hz*

Type		Length Category (cm)	Weighting factor	Survivability classes (%)			
				Very good	Good	Inadequate	Poor
1	Freshwater eel	0-45	0.15				89%
		>45	0.25	100%			
3	Carp-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
5	Perch-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
<b>Score</b>				<b>0.75-1</b>	<b>0.5-0.75</b>	<b>0.25-0.5</b>	<b>0.0-0.25</b>

## 3.6.5 Final score

*Table 3.9 Final score for fish survivability at the Ennemaborgh pump works*

<b>Scenario</b>	<b>Score</b>
1 Left screw pump 30 Hz	0.74
2 Left screw pump 50 Hz	0.92
3 Right screw pump 30 Hz	0.70
4 Right screw pump 50 Hz	0.89
<b>Average</b>	<b>0.81</b>

The final score for the pumping station that was tested is a weighted average of all four tested scenarios (Table 3.9). The Ennemaborgh pump works got an average score of 0.81. This falls within the ‘Very good’ category. The left screw pump got a slightly higher score than the right screw pump. The right screw pump is fitted with a special rubber ‘draught strip’. Following inspection, it transpired that one of the three rubber profile parts on the blades had come loose, which can have a negative impact on the result for the right screw pump. Finally, it would appear that the screw pumps working at 50 Hz had a higher score (0.91) than for those working at 30 Hz (0.72).

## 3.6.6 Overview of mortality rates

An overview of the mortality rates (direct + indirect) is provided in Table 3.10. The number of tested specimens per scenario and type group varied; therefore a weighted average was calculated for the different scenarios. The average mortality rate per scenario varies from 1% to 4%. The overall mortality rate (weighted average scenario 1 to 4) was 2%.

*Table 3.10 Mortality rates (direct + indirect) per type group, length class and experiment. \*: weighted average for all fish passing through the system*

		Experiment			
L-Class	Type group	1	2	3	4
Small	Freshwater eels	10%	6%	14%	11%
	Perch-like fish	5%	0%	0%	0%
	Carp-like fish	0%	0%	0%	0%
Large	Freshwater eels	2%	0%	11%	0%
	Perch-like fish	0%	0%	0%	0%
	Carp-like fish	0%	0%	0%	0%
	Average	2%	1%	4%	1%

## Results

### 4 Conclusions and recommendations

#### 4.1 Conclusions

- Ennemaborgh pumping station had an average score of 0.81 for fish survivability. This falls within the 'Very good' category;
- The left screw pump had a slightly higher score for fish survivability than the right screw pump;
- The pump working at 50 Hz scored higher for fish survivability than the 30 Hz pump;
- The mortality rate for freshwater eels measuring < 45 cm varied from 6%-14%;
- The mortality rate for freshwater eels measuring > 45 cm varied from 0%-11%;
- The mortality rate for small perch-like fish measuring <15 cm varied from 0% to 5%;
- The mortality rate for large perch-like fish was 0% in all tested scenarios;
- The mortality rate for carp-like fish (small and large) was 0% in all tested scenarios;
- The overall mortality rate (weighted average scenario 1 to 4) was 2%;
- No delayed mortality was recorded for the group comprising undamaged and slightly damaged freshwater eels. In the group comprising freshwater eels with irreparable damage, mortality was recorded in respect of three samples. The remaining freshwater eels from the 'irreparable damage' category were still alive 48 hours after the experiment but their condition had generally deteriorated. The freshwater eel is a very robust type that can survive a long time with irreparable damage. Nevertheless, it is not expected that such samples will ever reach the spawning grounds in the Sargasso Sea.
- The damage that occurred is in all cases very probably the result of crushing between the screw pump and the outer wall. There were no indications of impact damage while the fish passed through the screw pumps. This finding corresponds with the results of the previous study in 2010.

#### 4.2 Recommendations

- The damage caused to fish during this test would appear to have been due to crushing between the screw pump and the foundation. It is very important that the spaces between the screw pump and the foundation are minimal. If these spaces can be further minimised, it will be possible to further increase the rate of fish survivability.

**Bonhof G.H., 2009.** Memo monitoring fish damage Ennemaborgh pumping station. Memo 2009-233, Koeman and Bijkerk bv, Haren.

**Kemper J.H., H. Vis, F.T. Vriese, J. Hop & J. Kampen, 2011.** *Gemalen of vermalen worden*. Subtitle: Study of the fish-friendly operation of 26 lifting stations. VisAdvies BV, Nieuwegein. Project number VA2009\_33, 73 pages.

**Kemper, J.H & H. Vis, 2011.** Study of the fish-friendly operation of the pumping station at Ennemaborgh. VisAdvies BV, Nieuwegein. Project number VA2010\_47, 13 pages.

**Kunst, J.M., B. Spaargaren, F.T. Vriese, M.J. Kroes, C. Rutjes, E. van der Pouw Kraan, & R.R. Jonker, 2008.** *Gemalen of vermalen worden*. Subtitle : Study of fish-friendly operations at pumping stations Project number: 253293 Reference number: I&M-99065369-MK. Grontmij BV and VisAdvies BV. I.o.v. STOWA.

**Vis H., Q.A.A. The Bruijn & J.H. Kemper, 2011.** Guideline to test and evaluate fish survivability in pumping station pumps. VisAdvies BV, Nieuwegein, the Netherlands. Project number VA2011\_38, 23 pages.

**Vis H. J.H. Kemper & I. Spierts, 2012.** Test fish survivability Bedford Pumps SAF.90.05.12 pump at 330 rpm (1.3 m<sup>3</sup>/s). VisAdvies BV, Nieuwegein, the Netherlands. Project number VA2011\_28, 17 pages.

# VisAdvies

Ecological Advice and research



Twentehaven 5  
3433 PT Nieuwegein  
t. +31 (0)30 285 10 66  
e. [info@VisAdvies.nl](mailto:info@VisAdvies.nl)  
[www.VisAdvies.nl](http://www.VisAdvies.nl)  
K.V.K. 30207643; ABN-AMRO: 40.01.19.528

## Limitation of liability:

Neither VisAdvies BV, nor its shareholders, representatives or employees shall be held liable for any direct, indirect, incidental or consequential damage or penalties or other forms of damages and costs arising from or ensuing from the client's use of advice emanating from VisAdvies BV or ensuing from the putting into use by the client or third parties of the results of works or other data obtained from VisAdvies BV. The client shall indemnify VisAdvies BV against all claims from third parties and costs incurred by VisAdvies BV in connection therewith (including legal representation) in the event that the claims are associated in any way with the work executed by VisAdvies BV on behalf of the client.

Notwithstanding the foregoing, any liability on the part of VisAdvies BV arising from the agreement for services between VisAdvies BV and the client will be limited to the amount that is payable in the particular case under the professional indemnity insurance policy held by VisAdvies BV, plus the excess payable by VisAdvies BV under the terms of the insurance. If no compensation is paid under the insurance, for whatever reason, such liability on the part of VisAdvies BV will be limited to [twice] the amount charged by VisAdvies BV for the assignment in question [and duly paid in the twelve months preceding the date of the incident that gave rise to the liability] up to a maximum liability of [€50,000].



MAJ 2023  
KOLDING KOMMUNE

# KLIMATILPASNINGSPROJEKT KOLDING Å PUMPE OG SLUSE

ANSØGNING OM ÅREGULERINGSTILLADELSE  
BILAG D



KOLDING KOMMUNE

# LUKKEHYPPIGHED FOR SLUSE I UDLØBET AF KOLDING Å

NOTAT

ADRESSE COWI A/S  
Parallelvej 2  
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

## INDHOLD

1	Indledning	1
2	Lukkehyppighed – høj vandstand og stormflod	2
2.1	Funktion	2
2.2	Lukkehyppighed	2
3	Lukkehyppighed – Skybrud	5
3.1	Funktion	5
3.2	Lukkehyppighed	6
4	Lukkehyppighed drift	7
5	Sammenfatning	7

### 1 Indledning

Som en del af en samlet klimatilpasning af Kolding By til sikring mod oversvømmelser fra kraftig nedbør og stormflod planlægges et kombineret bygværk med sluse og pumpestation etableret på udløbet af Kolding Å. Bygværket skal samlet set:

- > sikre at stormfloder ikke forplanter sig op igennem byen via Kolding Å og oversvømmer lavtliggende områder
- > sikre at åens egen vandføring ikke skaber oversvømmelser når slusen er lukket

PROJEKTNR.

A218027

DOKUMENTNR.

A218027-001

VERSION

1

UDGIVELSESDATO

26. okt. 2020

BESKRIVELSE

notat

UDARBEJDET

LAFN/JIJ/ALHK

KONTROLLERET

HEBJ

GODKENDT

LAFN

- > I sommerhalvåret sikre at der i Kolding Å er plads til vandet ved kraftige regnskyl hvor Åen ved varsling om skybrud kan pumpes ned hvorved der skabes et stort bassinvolumen.

De hydrauliske betragtninger omkring Kolding Å herunder muligt bassinvolumen, anbefaling af pumpeydelse m.m. er tidligere beskrevet i Rapport fra COWI "Klimatilpasningsprojektet Kolding Pumpe og Sluse".

Til brug for vurderingen af konsekvenser af det planlagte bygværk er der behov for viden om hvor hyppigt slusen vil lukke på årsbasis

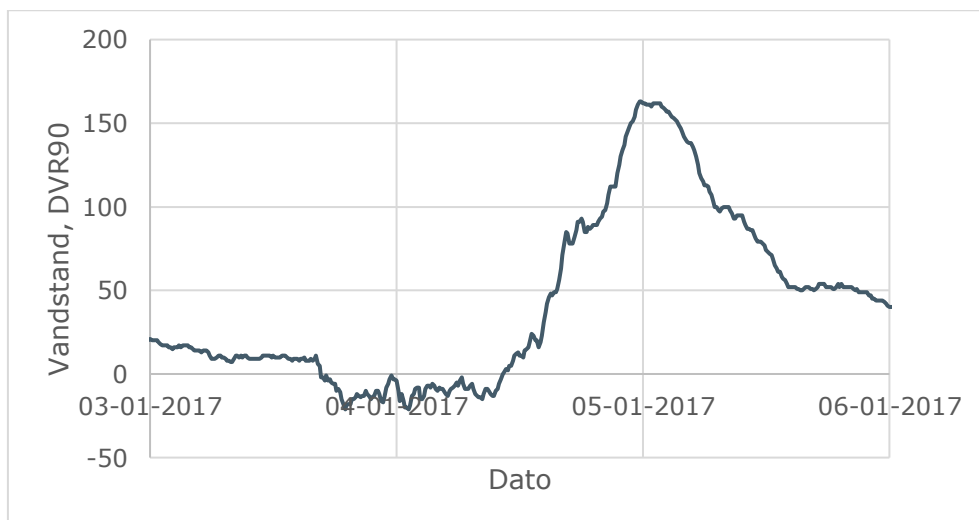
## 2 Lukkehyppighed – høj vandstand og stormflod

### 2.1 Funktion

Kolding by er udsat i forhold til stormflod hvor vandstanden i havnen vil forplante sig op igennem Kolding Å og skabe oversvømmelser. I takt med den forventede ændring i middelvandsspejl, som følge af klimaforandringerne, vil problematikken eskalere, da sandsynligheden for vandstandskoten for kritisk vandspejl vil stige. Ved at etablere en sluse og pumpestation i udløbet af Kolding Å vil man kunne lukke af for stormfloder før den kritiske kote indtræffer i Kolding Å. Pumpestationen skal sørge for at holde Åens vandføring i skak ved at pumpe å vandet forbi slusen når den er lukket.

### 2.2 Lukkehyppighed

Lukning i forbindelse med stormflod vil typisk have en lang varighed på gennemsnitligt ca. 1 døgn pr. hændelse. For de mest ekstreme hændelser kan det være længere, op mod to døgn, mens nogle hændelser måske kun har en høj vandstand i få timer, før vandstanden igen falder. Hændelsen i januar 2017 havde en varighed over kote 1,0 på ca. 12 timer.



Figur 1 Stormflodshændelsen i januar 2017

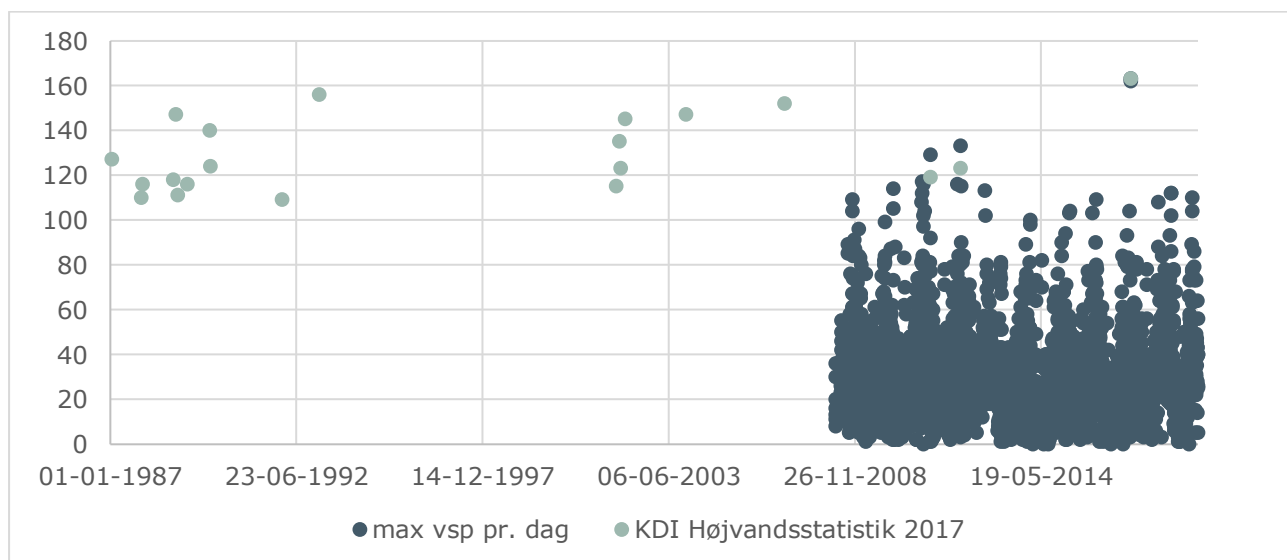
Til brug for vurdering af lukkehyppighed er anvendt følgende datakilder:

- > Kystdirektoratet, 2018: Højvandsstatistikker 2017. Kystdirektoratet, Miljø- og Fødevareministeriet
- > DMI data for Kolding havn ar vi haft til rådighed for perioden 29-4-2008 til 1-1-2019 med enkelte udfald i data. Samlet 10,2 års måledata.

Til brug for vurderingen af situationen ved de eksisterende forhold er anvendt data fra de 20 værste stormfloder baseret på DMI's højvandstatistik.

På grundlag af DMIs tidsserie er der lavet analyse baseret på daglige maksimale vandstandsdata. Dette giver et godt grundlag for at vurdere hyppigheder i en fremtidig situation hvor vandstandsstigningen gør at slusen skal lukke hyppigere. Det skal bemærkes at tidsserien fra målestationen, indeholder alle registrerede data, som de er downloadet og ikke er kvalitetssikret. Der er konstateret en uoverensstemmelse på op til 10 cm ved to hændelser i hhv. 2011 og 2012 mens der er god overensstemmelse ved den værste hændelse i 2017 (1 cm i diff).

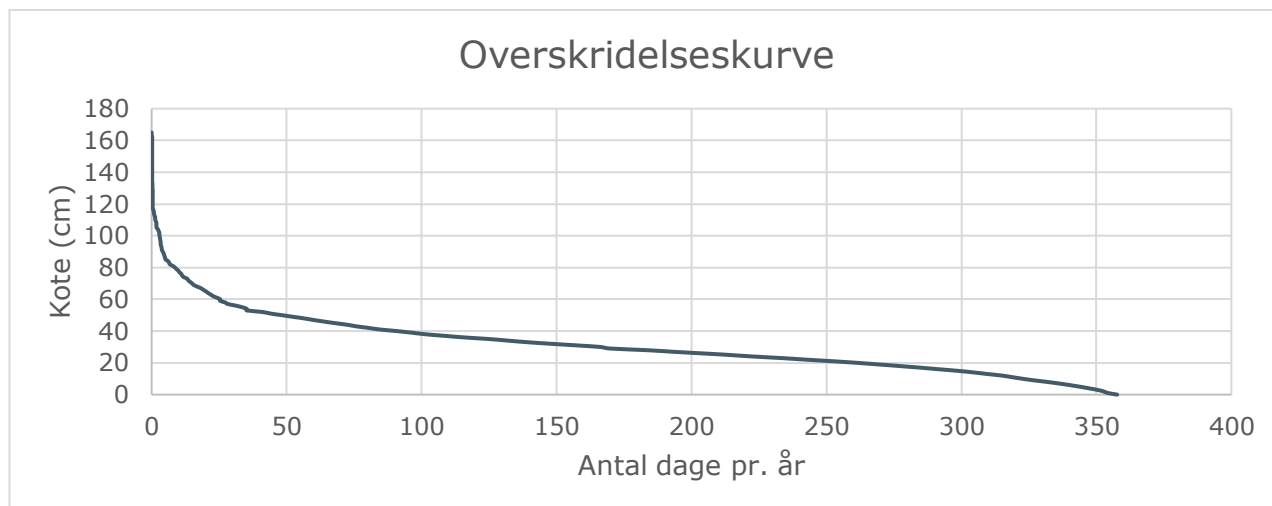
Nedenstående figur viser de to serier, som danner grundlag for analysen



Figur 2 Anvendte data over stormflod og daglige maksimal vandstand til analyse af lukkehyppighed

For vandstandsdata over kote 115 cm, baseres analysen på Kystdirektoratets data for de 20 mest ekstreme storme (koten for mindste hændelse i statistikken). For lavere vandstande baseres den på den målte serie.

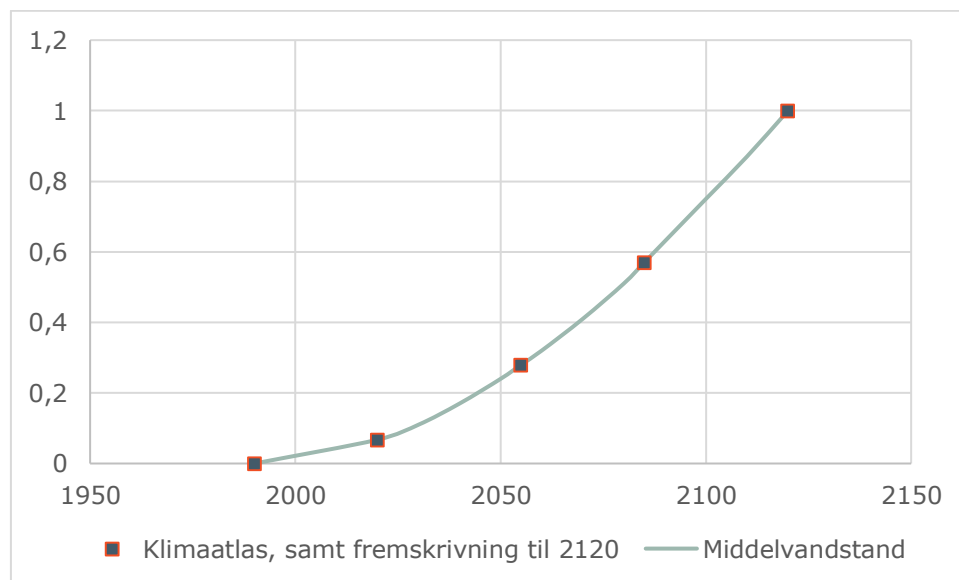
Der er udarbejdet en overskridelseskurve, der beskriver antal dage pr. år at en given vandstand overskrides.



Figur 3 Graf over overskrideshyppighed for nuværende situation.

### 2.2.1 Forventet vandstandsstigning

Analysen er baseret på den forventede vandstandsstigning, som den er angivet på klimatlas.dk. Dette er baseret på den seneste rapport fra FN's klimapanel. For Kolding forventes en fremtidig middelvandstand i år 2041-2070 på 28 cm og for år 2071-2100 på 57 cm. En fremskrivning af denne stigningstakt til år 2120, giver en vandstandsstigning på 1,00 m i år 2120. Den nuværende middelvandstand er 6,75 cm



Figur 4 Anvendt fremskrivning baseret på klimaatlas for år 2055 og 2085, samt nuværende middelvandstand på 6,75 cm og estimeret fremskrivning til år 2120.

Stormflodsniveauerne beskrevet i højvandstatistikken og måledata, refererer til DVR90. Det er således i faktiske koter for år 2017 og ikke ift. middelvandstand. Når der skal analyseres på de fremtidige forhold, skal der dog tages hensyn til den fremtidige udvikling i middelvandstanden. I nedenstående tabel er anført

antal forventede lukkedage som følge af vandstandsstigningen ved forskellige niveauer for hvornår slusen lukkes.

## 2.2.2 Lukkekote og antal lukkedage

Ved de nuværende forhold er kote 1,35 m tidligere vurderet som kritisk, men det har stor betydning ved hvilken kote eller varsel om kote, man beslutter sig for at lukke slusen. I tabellen er derfor angivet forventede lukkedage, for forskellige lukke koter.

*Tabel 1 Estimerede antal lukkedage, såfremt slusen lukker ved vandstand i forskellige koter.*

Årstal	Middelvandstand (m)	Estimerede antal lukke dage pr. år ved lukning i kote:			
		1,2 m	1,3 m	1,4 m	1,5 m
2020	0,07	0,4	0,3	0,3	0,1
2030	0,11	0,6	0,3	0,3	0,2
2040	0,17	1,6	0,5	0,3	0,3
2050	0,24	2,8	1,3	0,4	0,3
2055	0,28	3,1	1,8	0,5	0,3
2060	0,32	3,4	2,4	0,9	0,4
2070	0,41	5,2	3,3	1,9	0,6
2080	0,51	11	5,2	3,3	1,9
2085	0,57	16	9,2	4,4	3,0
2090	0,63	22	13	6,5	3,6
2100	0,75	44	24	14	7,8
2110	0,87	96	52	25	16
2120	1,00	204	116	64	31

## 3 Lukkehyppighed – Skybrud

### 3.1 Funktion

Blue Kolding kan udnytte slusen og pumpen til at skabe et bassinvolumen i Kolding Å som recipient til vand fra kraftige regnskyl over Kolding By. Ved varsel om skybrud vil forsyningen kunne lukke for slusen og pumpe Kolding Å ned og på den måde frigøre et større bassinvolumen.

For at udnytte denne kapacitet fuldt ud, vil der over tid skulle anlægges tiltag i byen, som muliggør denne udnyttelse ved at sikre, at vandet på en fornuftig måde kan ledes til Åen.

Bassinet kan udnyttes aktivt og indgå som en del af serviceniveauet for de regnvandskloakerede oplande. Typisk tillader serviceniveau for regnvandskloakerede områder stuvning til terræn hvert 5 år. For at overholde dette serviceniveau kan bassinet fremover indgå aktivt som en del af regnvandssystemet. Ved hændelser der ligger udover serviceniveau vil bassinet samtidigt kunne udnyttes ved anlæggelse af skybrudsveje som på en fornuftig måde leder vandet til åen, evt. ved ændring i vejprofiler eller etablering af render, således at skadesomkostninger fra vand på terræn minimeres.

Ved fællessystemer (regnvand og spildevand i samme rør) er det typiske serviceniveau stuvning til terræn hvert 10 år. Her vil bassinet næppe indgå i overholdelse af serviceniveau for hændelser op til 10 år. Men derimod vil skybrudsveje og andre tiltag kunne lede vand fra disse arealer sikkert mod åen i tilfælde af opstuvning.

Blue Koldings behov for at lukke slusen ift. regnvandshåndtering vil primært finde sted i sommerhalvåret hvor der er risiko for kraftig regn og skybrud.

### 3.2 Lukkehyppighed

Hvor hyppigt Blue Kolding vil have behov for at lukke slusen afhænger af flere ting bl.a.:

- > Hvordan bassinet vil samtænkes med regnvandssystemet
- > Hvornår tiltag til afledning af regnvand etableres bånden inden for serviceniveau og deciderede skybrudsveje til håndtering af hændelser over serviceniveau.
- > Evt. separering af nogle af de i dag fælleskloakerede arealer

COWI og Blue Kolding har sammen drøftet behovet på møde d. 5. oktober ved tilstedeværelse af Lars Frederiksen & Jeppe Sikker Jensen (COWI) og Thomas Faarbæk (Blue Kolding).

Det vurderes at der vil være et estimeret direkte behov for lukning af slusen 1-2 gange om året i sommerhalvåret. Men da Blue Kolding er nødt til at reagere på varsling om skybrud i forhold (lukning af sluse og tid til nedpumpning af åen) vil det forventede antal lukninger i sommerhalvåret være højere, da varsling om skybrud er forbundet med en vis usikkerhed både i forhold til om varslingen reelt bliver til et konkret skybrud og hvor kraftig regn intensitet der vil være tale om. Antallet af varsler fra DMI varierer en del fra år til år men det vurderes overordnet at der varsles skybrud 4-6 gange om året. Blue Kolding vil ved varsling vurdere vandstanden i Kolding Å som resultat af vandstand i Fjorden. Således vil en lav vandstand næppe resultere i at man vil lukke slusen. Det vurderes

således på denne baggrund at Blue Kolding vil skulle lukke slusen 1-3 gange i løbet af sommerhalvåret. Dette vil kunne stige over tid som følge af udvikling i klimaet og evt. udbygninger i afløbssystemet.

Lukning i forbindelse med skybrud vil typisk have en varighed på et antal timer.

## 4 Lukkehyppighed drift

I forhold til at sikre slusens funktion vil det være ønskeligt at lukke slusen nogle gange om året for at "motionere" de bevægelige dele og fjerne evt. sediment på sluseport. Det vurderes at slusen vil skulle lukkes 1 gang hvert 1-2 måneder. Dog vil der være tale om meget kortvarige lukninger og det er ikke sikkert at man vil lukke slusen totalt. Det vurderes således at lukning som følge af drift vil være særdeles kortvarige og bør ikke indregnes i antal af lukninger.

## 5 Sammenfatning

Med udgangspunkt i de ovenstående analyser og vurdering kan følgende sammenstilling omkring antal lukkedage udledes:

*Tabel 2 Estimerede antal lukninger om året i 2020, 2045, 2070 og 2120. Bemærk at kritisk kote har stor indvirken på antal lukkedage og at antallet vil kunne reduceres over tid ved at hæve den kritiske kote i byen langs åen (forhøje brinker m.m.). Behovet for luk i forbindelse med skybrud er vurderet i samråd med Blue Kolding. Faktisk behov afhænger af udbygning af afløbssystem herunder skybrudsveje og strategi for fremtidig udnyttelse. De første 5-10 års drift data efter pumpen er ibrugtaget, vil give et mere nuanceret billede af behovet.*

År	Højvande (kote 1,3-1,4 kritisk)	Skybrud	Totalt
<b>2020</b>	0,3	1 - 3	1,3 - 3,3
<b>2045</b>	0,4 - 1,3	1 - 3	1,4 - 4,3
<b>2070</b>	1,9 - 3,3	1 - 3	2,9 - 6,3
<b>2120</b>	64 - 116	1 - 3	65 - 119