

# Varde Å ved Karlsgaarde

Krydsning af Varde Å ved styrede  
underboringer (HDD-boringer)



**Projekt:** Karlsgaarde, krydsning af Varde Å  
**Projektnummer:** 26.2012.12  
**Kunde:** Energinet Eltransmission A/S  
**Dato:** 20-10-2021  
**Dokument reference:** Version 1.0

# Indholdsfortegnelse

1	Projekt .....	4
2	Konklusion .....	4
3	Ikke-teknisk resumé.....	4
4	Landskab og geologi .....	5
4.1	Landskab .....	5
4.2	Geologi og jordbundsforhold .....	5
5	Boretracé Varde Å .....	7
5.1	Geotekniske undersøgelser .....	7
5.1.1	Grus – og stenforekomster.....	7
5.1.2	Svelning / plastiske materialer.....	8
6	Grundvand.....	9
7	Sikker HDD krydsning .....	9
7.1	Metode.....	9
8	Fokus på udførelse og procedure .....	10
8.1	Certificering .....	10
8.2	Afstandskrav omkring Varde Å.....	11
8.2.1	Minimum afstand .....	11
8.2.2	Minimum boreddybde.....	11
8.2.3	Horisontal afstand mellem boringer .....	12
8.3	Retningsændringer .....	12
8.4	Tryk af boremudder .....	12
8.5	Boremateriel .....	12
8.5.1	Styring og overvågning.....	12
8.6	Inddragelse af boreentreprenør.....	12
8.7	Instruktion .....	12
8.8	Tilsyn .....	12
9	Anlægsperiode .....	13
10	Litteratur .....	13

## Bilag

Geoteknisk datarapport nr. 6, projekt 26.2012.12, Endrup-Idumlund. HDD- Karlsgaarde, Varde Å. September 2021. Sweco

## Tegninger

Ingen

### Sweco

Projektnummer: 26.2012.12

Dato: 20-10-2021

Ver:

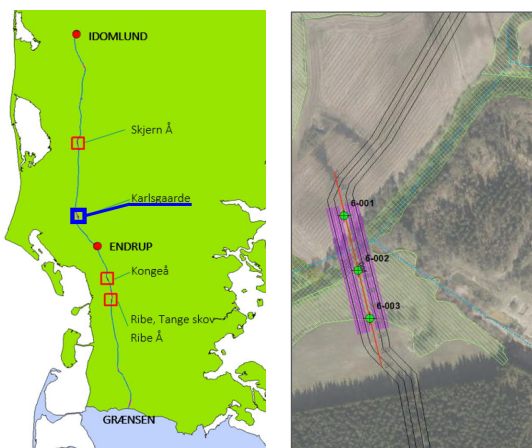
Dokument reference: \\dkcphfs006\project\26.2012.12\04\_output\8. varde å - understyret boring\rapport - hdd krydsning af varde å - final\_mtj.docx

# 1 Projekt

Denne rapport er udarbejdet af Sweco A/S for Energinet Eltransmission A/S.

Rapporten beskriver betydende faktorer i form af geologiske forhold, metode og udførelse, som grundlag for en optimal udførelse af de planlagte styrede underboringer Horizontal Directional Drilling (HDD) under Varde Å. Passagen er en del af ledningsprojektet 400 kV Endrup-Idumlund. Focus er på en ekstra sikker udførelse af underboringerne pga. fredede flodperlemuslinger i Varde Å ved det krydsende tracé.

Lokaliteten er placeret ved Karlsgaarde i Vestjylland. Oversigtskortet til venstre i figur 1 viser lokaliteten.



Figur 1: *Til venstre:* Oversigtskort over placering af Karlsgaarde. *Til højre:* Oversigtskort over underboring af Varde Å vest for Karlsgaarde. Geotekniske borer 6-001 – 6-003 er markeret. For detaljer se geoteknisk datarapport, bilag 1.

## 2 Konklusion

Jordbundsforholdene ved den planlagte krydsning af Varde Å viser stor egnethed for udførelse af styrede underboringer (HDD).

Med forhold og forudsætninger som beskrevet i denne rapport vil krydsningen kunne udføres med HDD borer, som kun vil indebære en meget lille og teoretisk risiko for blowout.

## 3 Ikke-teknisk resumé

Energinet ønsker at trække elkabler under Varde Å ved styrede underboringer vest for Karlsgaarde. Ved krydsning etableres 12 parallelle HDD-boringer.

Som grundlag for de styrede underboringer er foretaget geotekniske borer i det aktuelle tracé. Disse borer danner sammen med praktisk, faglig erfaring omkring udførelse af styrede underboringer og screening i dansk og udenlandsk litteratur, grundlaget for projektet.

Området er egnet for underboringer med de ensartede jordbundsforhold dannet i et aflejringsmiljø som generelt kan regnes uden opsprækninger. Dette er en optimal forudsætning for at undgå blow-out (også kaldte frac-out), dvs. lækage af boremudder til terræn. Desuden er aflejringerne uden observerede forekomster af grus, sten og fedt ler, der kan hindre boringerne.

Underboringerne udføres under en række skærpede konditioner for konstant fokus på mindst mulige indgriben i og risiko for miljøet samt for at sikre et så vellykket og sikkert arbejde som muligt:

- gruber for arbejdets udførelse holdes i minimumafstand til Varde Å
- der holdes minimumafstand til bunden af Varde Å
- tæt dialog omkring metodetilgang, f.eks. tryk og boremudder
- boreentreprenøren skal være certificeret ved gyldigt medlemskab af No Dig, kontrolordning for styret boring og gennempresning, [www.nodig-kontrolordninger.dk](http://www.nodig-kontrolordninger.dk). Alternativt tilsvarende kontrolordning.



Arbejdet forventes påbegyndt i slutningen af 2022 og afsluttet i 2023.

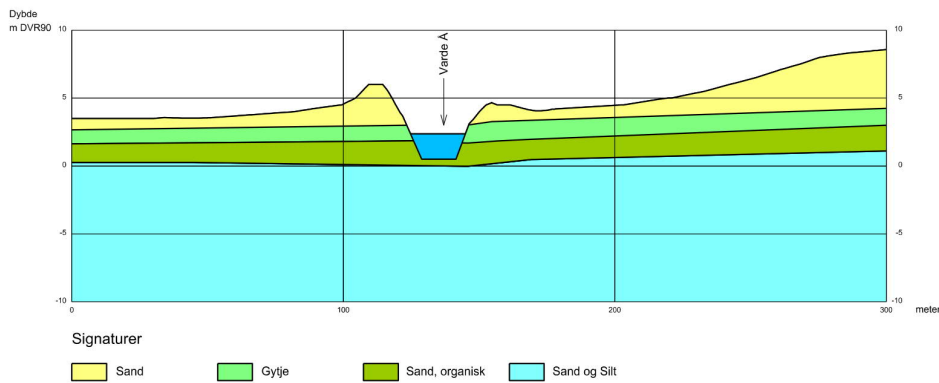
## 4 Landskab og geologi

### 4.1 Landskab

Varde Å-systemet er et af Region Sønderjyllands store vandsystemer beliggende i et landskab præget af Varde og Esbjerg bakkeø.

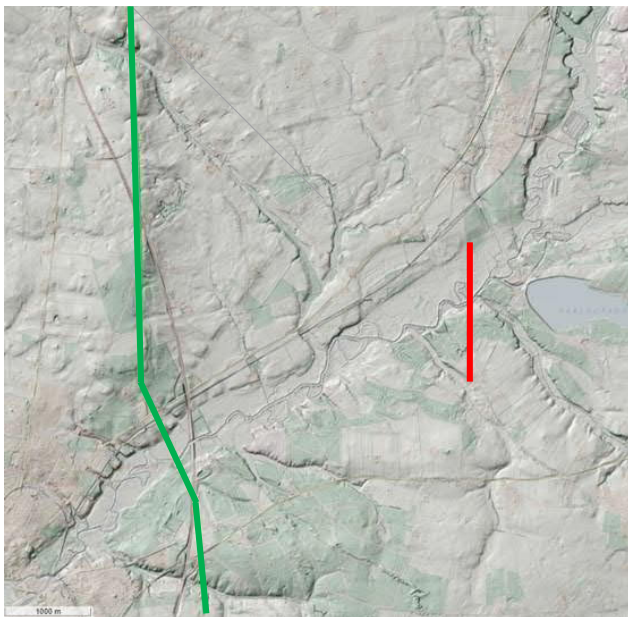
### 4.2 Geologi og jordbundsforhold

Krydsningsområdet er beliggende i et senglacialt fluvialt område skabt af smeltevandsfloder i løbet af den glacielle og senglacielle periode. Under Saale istiden blev der dannet en terminal moræne ca. 5 km vest for Karlsgaarde (grøn linje på figur 3). Morænen forventes i nogen tid at have dannet en blokering, der fører til et glacio lacustrin miljø ved Karlsgaarde. Dette menes at være repræsenteret på stedet som de nedre siltaflejringer. Efter en glacio lacustrin fase dannedes et glacio fluvialt flodmiljø. Dette er repræsenteret som fint til mellemkornet sand i de øverste dele af boringerne. De sandede sedimenter kan spores langt nord og syd for det nuværende Varde Å-system. Sedimenterne er opbygget til ca. kote + 10 m, og er derefter blevet eroderet til det nuværende lavere niveau i postglacial tid. Den senglacielle havstigning forventes ikke at have haft væsentligt indflydelse på i området.



Figur 2: Overordnet geologisk model for passage af Varde Å. Terræn er baseret på udtræk fra den danske højdemodel.

Det nuværende Varde Å-system kan beskrives som en flodseng med en bredde på ca. 300 m. Den nuværende jordbund består af et relativt tyndt gruslag nær kote +2,7 m. Jordbundsforholdene består af grus, men bortset fra denne horisont er grus og andre grove materialer knappe i området. Ingen gruskorn er fundet mere end 4 m under terrænet. På grund af den forventede ikke-erosive karakter af silt og sand forventes det ikke, at der forekommer grus i disse lag.

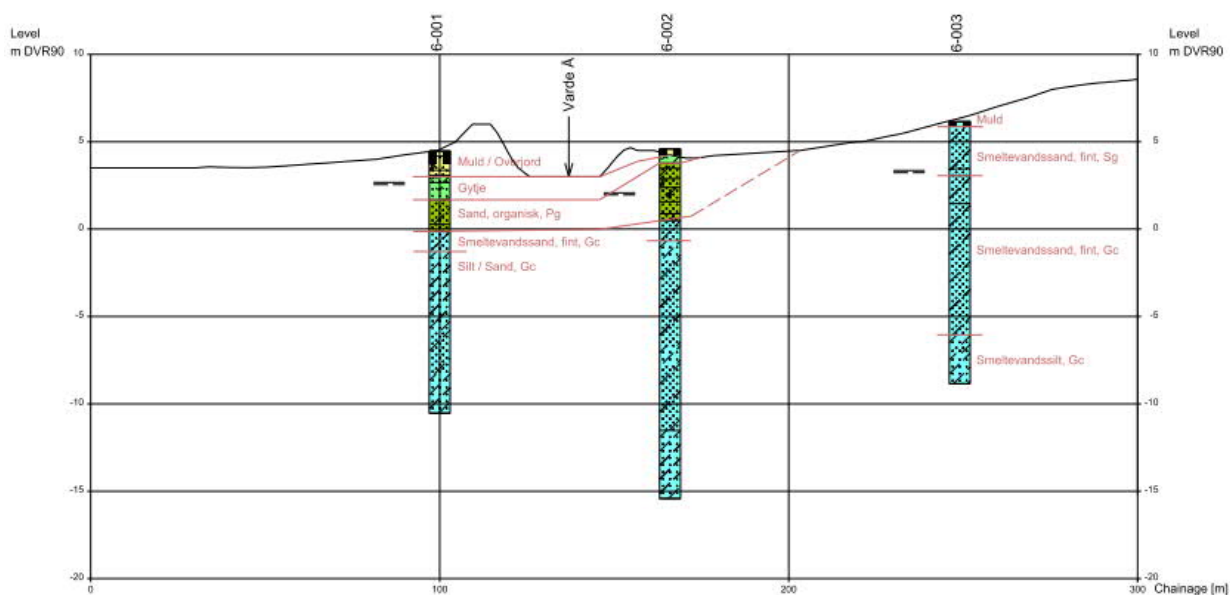


Figur 3: Terræn ved og vest for Karlsgaarde. Krydsningen er markeret med rød linje. En gammel morænefront mod vest er vist med grøn linje.

## 5 Boretracé Varde Å

### 5.1 Geotekniske undersøgelser

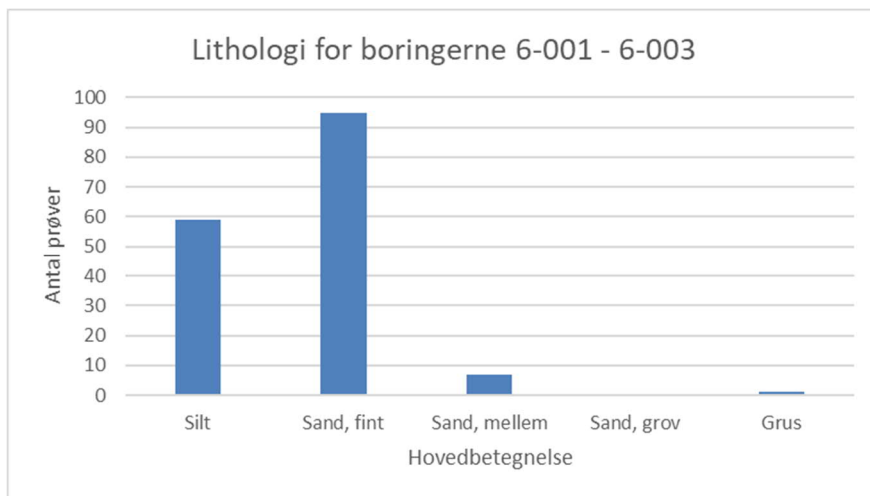
Ved HDD-krydset af Varde Å ved Karlsgaard er der udført 5 boringer for at dokumentere egnetheden og ensartetheden af de geologiske forhold, som grundlag for udførelsen af de planlagte styrede underboringer. De udtagne prøver er alle klassificeret og bedømt af en faguddannet geolog jf. datarapport nr. 6 vedlagt som bilag 1. Figur 4 viser vestlige tværsnit med 3 udførte boringer, 6-001 – 6-003, der er de relevante boringer for krydsning af åen med 400 kV kabler.



Figur 4: Geologisk tværsnit ved krydsning af Varde Å baseret på de aktuelt udførte boringer 6-001 – 6-003, se bilag 1

#### 5.1.1 Grus – og stenforekomster

Baseret på den geologiske beskrivelse af de 182 udtagne prøver i boringerne 6-001 – 6-003 (se figur 4 og bilag 1), findes en lithologisk fordeling som angivet i figur 5.



Figur 5: Lithologisk beskrivelse af prøver ved krydsningen af Varde Å. Organiske sedimenter er ikke medtaget. Figuren viser at 59 prøver har hovedbetegnelsen "silt", 95 prøver har hovedbetegnelsen "Sand, fint", 7 prøver har hovedbetegnelsen "Sand, mellem" og en enkelt prøver har hovedbetegnelsen "Grus".

Som det fremgår af figur 5, er den væsentligste sedimenttype finsand, 95 af 182 af de bedømte prøver (52 %) har således denne hovedbetegnelse.

I 3 tilfælde er ler beskrevet med laminare klumper eller lag. I 4 tilfælde beskrives gruskorn, i et tilfælde er hovedbetegnelsen "grus". Den dybeste forekomst af grus er 4 m under terræn.

De udtagne prøver viser således en stor ensartethed. Der forventes ikke, materialer grovere end grus i det planlagte tracé. Jordbundsforholdene viser derfor stor egnethed for underboringer.

### 5.1.2 Svelning / plastiske materialer

Alle materialer er af postglacial, senglacial og glacial alder. Silten beskrives som indeholdende forkullede planterester og glimmer, typisk for de nærliggende miocæne aflejringer. Fortolkningen er, at disse sedimenter stammer fra erosion af miocæne aflejringer i istiden, der er genaflejret ved Karlsgaarde i det glaciale miljø. Ler, der forekommer i de miocæne aflejringer, domineres normalt af kaolinite og lignende ikke-svellende lertyper. Der forventes derfor ingen signifikant svelning, hvis leraflejringer træffes. Kun lerklumper og laminae beskrives ud fra sedimentprøverne.

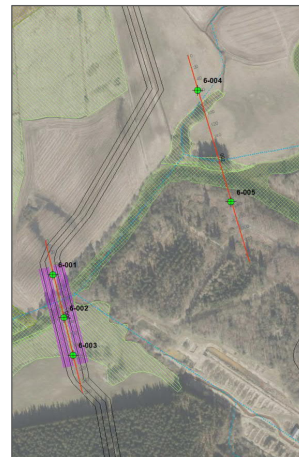
Dette er til gunst for udførelse af underboringerne idet boremudderet ikke vil blive opslemmet med svellende materialer, der kan kræve øget boremuddertryk.



## 6 Grundvand

Registrerede grundvandsforhold ved udførelse af de geotekniske boreriger 6-001 – 6-005 jf. datarapport nr. 6, bilag 1, er anført i tabel 1.

Borehole	Terrain	Water table	Water table
No.	Level m DVR90	meters below terrain	Level, meters DVR90
6-001	+4.47	1.80	+2.67
6-002	+4.58	2.50	+2.08
6-003	+6.16	2.80	+3.36
6-004	+4.36	2.00	+2.36
6-005	+10.06	6.00	+4.06



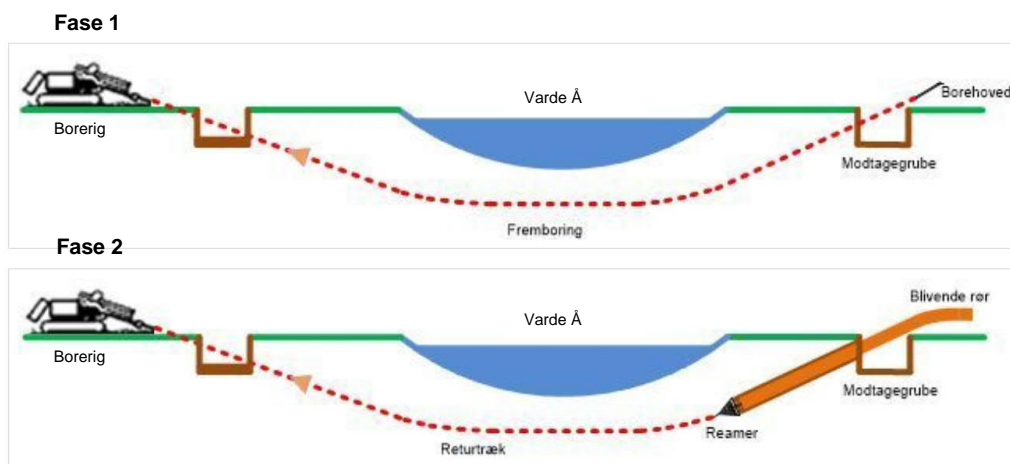
Tabel 1: Grundvandsspejl registeret i geotekniske boreriger 6-001 – 6-005, se bilag 1.

Vandspejlet i Varde Å ved krydsningsområdet er målt til kote + 2,37 m DVR90 på boretidspunktet (september 2021), se bilag 1.

## 7 Sikker HDD krydsning

Anlægsaktiviteterne omfatter 12 parallelle HDD-boreriger (Horizontal Directional Drilling), også kaldet styret underboring, under Varde Å. De fleksible borerør muliggør boring i blød krumning.

### 7.1 Metode



Figur 6: Princip for de styrede underboringer, fase 1 og fase 2. Afhængigt af det benyttede udstyr kan de markerede gruber helt undværes/reduceres. Den flade facon af underboringen er en fordel for at sikre et godt returløb af boremudder og udborede materialer, der ikke danner propper i borehullet, og således at så lavt et boremuddetryk som muligt kan sikres.

Underboringerne udføres med flad facon, "bananform", for at sikre de mest optimale betingelser for boremudders transport af udborede materialer retur til boreriggen. Den flade form betyder således at de udborede materialer og boremudder ikke så let kommer til at sidde fast i boringen (propdannelse) og der dermed kan holdes et så lavt boremuddertryk som muligt.

Hver underboring udføres over 2 eller flere omgange.

**Fase 1:** Først bores et pilotrør igennem, hvilket sker ved hjælp af et roterende borerør med et styrbart borehoved.

**Fase 2:** Når pilotboringen er udført, monteres der en udvider, såkaldt reamer. Reamer og medierør trækkes herefter tilbage til udgangspunktet for boringen.

Under borearbejdet henholdsvis itrækning af rør, tilføres boremudder i form af vand opslemmet med bentonit. Boremudderen har til formål at sørge for materialetransporten bagud langs røret samt for stabilisering af borehullet.

## 8 Fokus på udførelse og procedure

Når der er valgt boreentreprenør, gennemføres en endelig planlægningsproces hvor krav, procedurer og instruktioner sikres.

Tiltag som beskrevet i de efterfølgende afsnit skal sikre den mest optimale og succesfulde udførelse.

### 8.1 Certificering

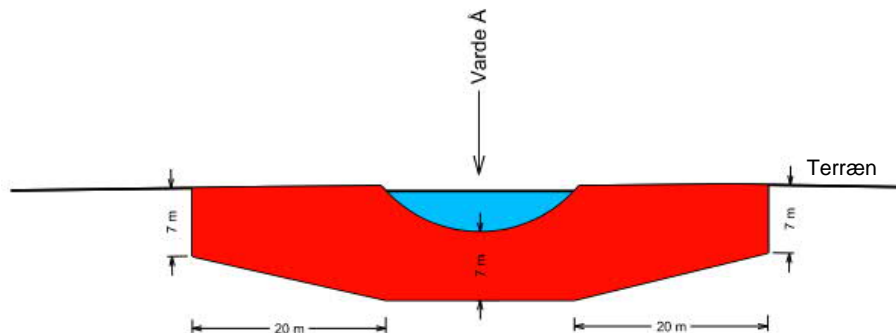
Boreentreprenør skal have gyldig certificering iht. NO DIG Kontrolordning for styret boring og gennempresning.

Ordningen stiller bl.a. krav til de tilsluttede firmaers kvalitetssikring, boreplaner, registrering af data, [www.nodig-kontrolordninger.dk](http://www.nodig-kontrolordninger.dk).

## 8.2 Afstandskrav omkring Varde Å

### 8.2.1 Minimum afstand

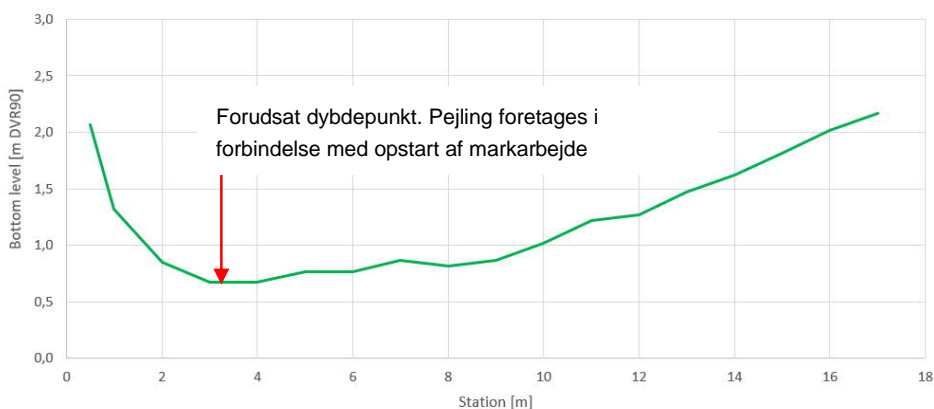
Boringerne må ikke påbegyndes indenfor en afstand af 20 m fra bredden af Varde Å, se figur 7. Den største risiko for frac-out / blowout er typisk ved indgang / udgang af boringerne. For at mindske denne risiko i forhold til Varde Å og for at sikre et fladt boreforløb ind under Varde Å, se afsnit 6.1, anbefales at underboringerne ikke begyndes eller afsluttes nærmere å-bredden end 20 m.



Figur 7: De styrede underboringer må ikke udføres indenfor det røde område. Underboringerne udføres i bananform (fladt forløb) for at modvirke risiko for tilpropning af returløb af udborede jordmaterialer og boremudder.

### 8.2.2 Minimum boreddybde

Boreddybde ved passage af Varde Å skal overholde dybdekravene som angivet på figur 7, boringerne skal føres under den angivne røde zone. Boringerne skal minimum føres 7 m under det dybeste punkt af bunden af Varde Å, dvs. svarende til kote – 6,5 m DVR90 jf. indmålt tværsnit, bilag 1. Dybdekravet er fastsat for at boringerne kommer ned i ensartede jordbundsforhold, der sikrer det mindste mulige boremuddertryk. Sammen med afstandskravene jf. afsnit 7.2.1, figur 7, sikres tillige det flade boreforløb.



Figur 8: Indmålt tværsnit af Varde Å, se bilag 1. Dybeste punkt af tværsnit er regnet til + 0,5 m DVR90. Udgangspunkt for anbefaling af boreddybder.

Der foretages nye dybdepejlinger ved opstart af markarbejde.

Sweco

Projektnummer: 26.2012.12

Dato: 20-10-2021

Ver:

Dokument reference: \\dkcphfs006\project\26.2012.12\04\_output\8. varde å - understyret boring\rapport - hdd krydsning af varde å - final\_mtj.docx

### 8.2.3 Horisontal afstand mellem boringer

Ved krydsning etableres der 12 parallelle HDD-boringer. Mellem hver HDD-boring er en vandret afstand på minimum 3 m. Desuden forskydes hver anden boringerne i vertikalplan med 3 m. De 3 m skal sikre stabiliteten af den enkelte boringer og at der ikke sker frac-outs mellem boringerne.

## 8.3 Retningsændringer

Der foretages ikke retningsændringer i et område på +/- 10 m på begge sider af å-bredden og under åen. Dette for at imødegå trykændringer mest muligt.

## 8.4 Tryk af boremudder

Der benyttes så ensartet og lavt et boremuddertryk som muligt. Der udføres trykovervågning ved borehoved, viskositets- og trykfaldskontrol af boremudder samt flowstyring af boremudder.

## 8.5 Boremateriel

### 8.5.1 Styring og overvågning

Det styrbare borehoved forsynes med en sender, der via en søger på jordoverfladen giver operatøren oplysninger om tryk, dybde, hældning og retning og dermed en mulighed for en eventuel nødvendig korrektion af borehovedet både vertikalt og horisontalt.

## 8.6 Inddragelse af boreentreprenør

Arbejdet planlægges og udføres i tæt samarbejde og dialog med boreentreprenøren. Dette sikrer optimal fokus på opgavens udførelse ved korrekt valg af udstyr og udførelse.

## 8.7 Instruktion

Ved markarbejdets opstart gennemgås arbejdsplaner med alle involverede parter ved et særligt projektmøde.

## 8.8 Tilsyn

Der udarbejdes en tilsynsplan.

Foruden boreentreprenørens krævede tilsyn stiller Energinet med eget uafhængigt tilsyn. Tilsynet vil være i marken under hele arbejdets udførelse.

## 9 Anlægsperiode

Projektet forventes påbegyndt ultimo 2022 og endelig gennemført i 2023, når alle aftaler er på plads.

## 10 Litteratur

Geoteknisk notat, Luftledningsprojekt 400 kV Endrup-Idumlund, krydsning af Varde Å syd for Sig ved retningsbestemt boring HDD, Arkivbaseret vurdering af geotekniske og geologiske forhold, juli 2021, Sweco

Miljøministeriet, Naturstyrelsen. Vejledning om boringer på land, Vejledning 2013, ISBN 978-87-7279-617-8

[www.kloakviden.dk](http://www.kloakviden.dk)

No Dig, Kontrolordning for styret boring og gennempresning, DI Dansk Byggeri, Rørtekniksektionen, [www.nodig-kontrolordninger.dk](http://www.nodig-kontrolordninger.dk)

No Dig, Kontrolordning for styret boring og gennempresning. Styrbare metoder. Bygherrevejledning. Januar 2012

Horizontal Directional Drill Guidelines. Toronto and Region, Conservation for the Living City. July 2010

Directional Drilling, Recommendations based on study performed at U.S. Army Corps of Engineers, April 1998

Trenchless Works, [www.trenchless-works.com](http://www.trenchless-works.com)

Horizontal Directional Drilling, North American Society for Trenchless Technology (NASTT), Orlando, Florida, April 2014

Investigation of maximum mud pressure within sand and clay during horizontal directional drilling, Hongwei Xia, Ph.D. thesis, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada, 2009