Høfde 42
Notat 2.1A Del-2

Teknisk beskrivelse af anlæg. Vurdering af forhold for anlægsarbejder inden for spuns

REGION MIDTJYLLAND

24. JUNI 2021

Indhold

1	**Forord**	**4**
2	**Indledning**	**5**
3	**Baggrund**	**6**
3.1	Historik og forureningsforhold	6
3.2	Spunsvæg	7
3.3	Katodisk beskyttelse	8
3.4	Tekniske installationer inden for spunsvæggen	8
4	**Anlægsarbejder i Høfde 42 depotet**	**10**
4.1	Betydning af tekniske installationer inden for og nær spuns	10
4.1.1	In-situ afværge	10
4.1.2	Ex-situ afværge	11
4.1.2.1	Opgravning	11
4.1.2.2	Stabilitet af udgravning	12
4.2	Mulige risici ved in-situ oprensning	14
4.3	Mulige risici ved udgravning inden for spunsvæg	15
4.3.1	Ex-situ afværgeløsninger	15
4.3.2	In-situ afværgeløsninger	15
4.4	Ekstra spuns	16
4.5	Undersøgelser	16
4.6	Grundvandsforhold	16
4.6.1	Grundvandssænkning	16
4.6.2	Indsivende vand	17
4.7	Risici ved installationer under gytje-/silt-/lerlag	19
4.8	Eksterne ledningsanlæg	20
5	**Vurderinger**	**21**
5.1	Ex-situ	21
5.2	In-situ	22
6	**Sammenfatning**	**24**
7	**Referencer**	**27**

BILAG:

Bilag 1: Plan. Placering af udvalgte installationer inden for spuns.

Bilag 2: Plan. Placering af boringer.

Bilag 3: Notat. Stabilitetsberegning spuns.

Bilag 4: Plan. Potentialeforhold 2005, fra /8/

Bilag 5: Plan. Potentialeforhold 2007.

Bilag 6: HØFDEDEPOT PÅ HARBOØRE TANGE. Rapport 2021 Vurdering af referencespuns. COWI for Region Midtjylland. April 2021

Bilag 7: Høfde 42. Optagning af referencespunsjern.

Tegninger:

Tegning 59501-10 Oversigtsplan

Tegning 59501-25A Katodisk beskyttelse, anode- og komponentplacering

Tegning 59501-10 Oversigtsplan

Tegning 59501-20 Afgrænsendes spuns og stenbeskyttelse, plan og snit

Tegning KS-Høfde-42 Arkil 23-04-2007

Tegning F1_K10_H1_001

Projekt nr.: 10409136
Dokument nr. 1:
Version
Revision

Udarbejdet af HES
Kontrolleret af HHN
Godkendt af UST

1 Forord

I forbindelse med gennemførelse af afværgeforanstaltninger på en af Danmarks generationsforureninger – Høfde 42 – har Region Midtjylland i samarbejde med NIRAS udarbejdet en række tekniske notater, som vil være en del af udbudsmaterialet for gennemførelse af afværgeforanstaltninger på lokaliteten.

Der er udarbejdet et tilsvarende sæt af tekniske notater for den gamle Cheminova fabriksgrund, som også udgør en af Danmarks generationsforureninger.

For hver lokalitet er udarbejdet følgende tekniske notater, der for Høfde 42 navngives 2.1 A-C og for den gamle Cheminova navngives 2.2 A-C:

A. Teknisk beskrivelse af anlæg
B. Beskrivelse af forureningsudbredelse, sammensætning og risikovurdering
C. Beskrivelse af oprensningsscenarier

For Høfde 42 er notat 2.1A delt i to notater:

2.1A-del 1: Beskrivelse af tekniske anlæg i det indspunsede område og uden for spunsen
2.1A-del 2: Vurdering af forhold for anlægsarbejde inden for spuns

I tillæg hertil er følgende notater udarbejdet, som er fælles for begge generationsforureninger:

- Notat 2.3: Beskrivelse af samtidig oprensning af Høfde 42 og den gamle Cheminova fabriksgrund.
- Notat 2.4: Overvejelser vedrørende miljøpåvirkninger efter oprensning og konsekvenser for valg af afværgeteknik.
- Notat 2.5: Naturforhold – kortlægning af eksisterende naturforhold.
- Notat 2.6: Bæredygtighedsvurdering af oprensningsscenarier.

2 Indledning

Nærværende notat indeholder en beskrivelse af hvilke konsekvenser de tekniske installationer, der findes inden for spunsen på depotet Høfde 42, har for kommende afværgeforanstaltninger. Desuden foretages en vurdering af behov og metode for afstivning af spunsvæggen ved udgravning, forhold omkring sænkning af grundvandet inden for spunsen samt indledende vurdering af graveprocedurer.

Formålet med notatet er ikke at dimensionere afværgeforanstaltninger, men at give en kommende tilbudsgiver et indtryk af nogle af de udfordringer et kommende afværgeprojekt kan give.

I kapitel 3 er givet en kort beskrivelse af historikken for området.

I kapitel 4 er en kort opsummering af og henvisning til baggrundsmateriale for hhv. jordbundsundersøgelser, spunsvæggens dimensionering, katodisk beskyttelse af spunsvæggen m.m. Endvidere beskrives en række problemstillinger som et kommende afværgeprojekt vil involvere, herunder bl.a. spunsens styrke og behov for afstivning, grundvandssænkning samt betydning af, at der findes diverse bunkers, spunsvægge m.m. inde i oprensningsområdet.

Kapitel 5 omhandler vurderinger af anlægstekniske forhold i relation til afværgeforanstaltninger i Høfdedepotet.

I kapitel 6 gives en kort sammenfatning af de beskrevne forhold.

Kapitel 7 indeholder referenceliste for det gennemgåede materiale, og hvortil der henvises for detaljerede oplysninger om de enkelte tekniske installationers opbygning og funktion.

Generelt: Hvor ikke andet er nævnt i det følgende er alle kote angivelser m DVR90.

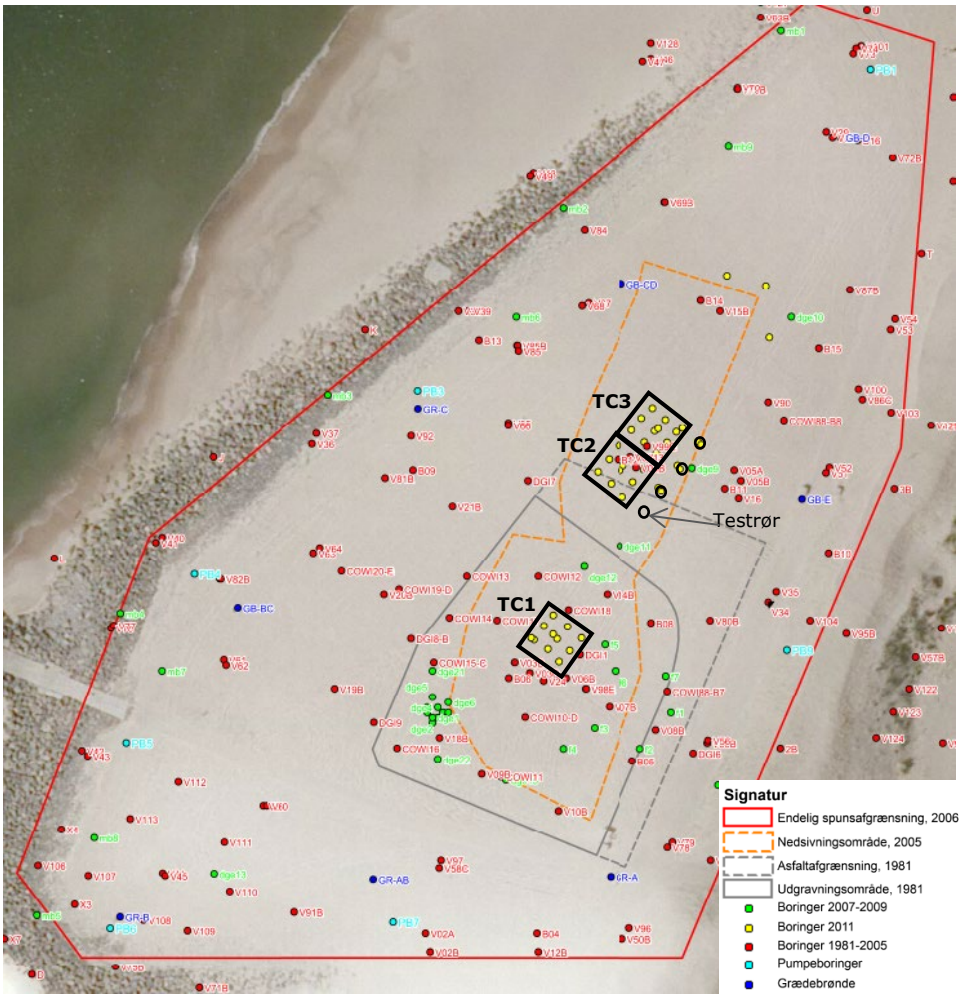
3 Baggrund

3.1 Historik og forureningsforhold

I perioden 1953-1962 deponerede Cheminova spildevand og fast affald mellem to sandklitter ved Høfde 42 med tilladelse fra myndighederne. Det deponerede affald består af pesticidprodukterne parathion, methyl-parathion, fyfanon/malathion, ethylsulfotep, kviksølv samt hydrolysesvovl.

I 1971 eksponerede en kraftig storm depotet, og som følge heraf fjernede myndighederne 1.250 m^3 forurenet sand og resten af depotet blev dækket med en asfaltkappe /7/. Placeringen af det område, hvor der er afgravet i 1971, kendes ikke, /11/.

Asfaltkappen blev ødelagt ved en storm i 1981. I forbindelse hermed fjernede man asfaltkappen og 1.200 tons kemikalier beliggende over grundvandsspejlet /7/ og /10/. Markering af afgravningsområde fremgår af nedenstående figur med grå fuldt optrukket linje. Indenfor det markerede området blev der afgravet til slamlaget i ca. kote +1 m.



Figur 3.1. Udsnit af kortbilag fra /7/ med markering af området for afgravning i 1981 (fuldt optrukket linje) og placering af spuns (fuldt optrukket rød linje).

I 2000 blev det konstateret, at der stadig var udsivning af kemikalier til Vesterhavet. På baggrund heraf blev et forurenet område på 20.000 m^2 indkapslet med en spunsvæg med spids i kote -10,8 m og top i kote +3,0 m. Arbejdet med spunsvæggen blev færdiggjort i 2006 og hele arealet blev dækket af en plasticmembran, og grundvandsniveauet blev sænket indenfor spunsvæggen for at reducere udsivning /7/.

I perioden 2011-2013 blev der udført pilotforsøg med in situ basisk hydrolyse. Forsøgene blev udført i 3 kvadratiske testceller (TC1 – TC3) hver med et areal på 10 m x 10 m. Desuden blev der etableret 4 testrør, ø2000 mm stålrør. Disse installationer blev placeret indenfor den omkransende spunsvæg. Testcellerne blev indkapslet med en stålspuns til 14 m under nuværende terræn. Testceller findes stadig i området. Placering af testcellerne er skitseret i figur 3.1. Oplysninger vedrørende testcellerne i øvrigt fremgår af Notat 2.1A-del1 afsnit 4.1.4.

I forbindelse med forsøgene blev testcellerne drænet for vand og der blev tilsat natronlud, som kan nedbryde parathion til vandopløselige, mindre giftige stoffer. Det kan således forventes, at der i testcellerne stadig kan være natronlud, og dermed basiske forhold til stede samt at forureningssammensætningen kan være ændret i disse områder.

Indsatsområdet i forhold til oprensning af forureningen omfatter et areal svarende til afgrænsningen ved den omkransende spuns og i dybdeintervallet fra kote ca. +1 ned til et lag af gytje/silt/ler, der typisk træffes i kote ca. -2,5 á -3. Særlig kraftig forurening forekommer inden for nedsivningsområdet, se figur 3.1, og i et tyndt lag spredt horisontalt ovenpå det meste af gytje-/silt-/lerlaget.

3.2 Spunsvæg

Det primære formål med etablering af spunsvæggen er at afskære udsivning af forurenet vand fra Høfdedepotet til omgivelserne. Desuden må det antages, at valg af spunsjern også er foretaget med baggrund i, at der skulle kunne afgraves til et par meters dybde inden for spunsen jf. nedenstående beregningsforudsætninger i henhold til tegning 59501-1 og 59501-20.

Den omkransende spunsvæg er rammet til kote -10,8 m og væggen har top i kote +3,0 m.

Den eksisterende spunsvæg udgøres af spunsprofiljern af typen:

- Arcelor AZ 13 10/10, stålkvalitet S355 GP, se tegning 59501-1

Dimensionering af spunsvæggen er jf. tegning 59501-1 foretaget med følgende forudsætninger:

- Maksimalt differensvandtryk på 2,25 m

Samt en situation med:
- Overfladelast på 20 kN/m^2 bag spuns (f.eks. kørsel) og en højdeforskel på jordoverflade på for- og bagside på 1 m

Eller:

- Ingen overfladelast bag spuns (f.eks. ingen kørsel) og en højdeforskel på jordoverflade på for- og bagside på 2,25 m

Der forefindes ikke oplysninger om hvilke geotekniske styrke- og deformationsparametre for jorden, der er anvendt ved dimensionering af spunsen ligesom dokumentation af beregninger og beregningsforudsætninger ikke foreligger.

Hvis det antages, at spunsen er stabil ved ovennævnte belastninger, betyder det, at der inden for spunsen kan afgraves til 1 – 2 m under omgivne jordoverflade, dvs. ned til kote +1 til +2 alt afhængig af kote på jordoverfladen. Dvs. hvis havdiget og stensætning fjernes ned til kote +3 kan der, hvis overfladen uden for spunsen ikke belastes, inden for spunsen afgraves til kote +1 uden supplerende afstivning af spunsvæggen, jf. i øvrigt forudsætningerne på tegning 59501-1 og 59501-20.

Journaler fra etablering af spunsen fremgår af /1/.

3.3 Katodisk beskyttelse

Spunsen har siden etableringen været beskyttet mod korrosion via en aktiv katodebeskyttelse i form af, at der kontinuert har været opretholdt en strøm på væggen. Fra 2006 til 2019 er der på udvendig side af spunsen målt en strøm, der aftager fra 35 amp til 10 amp, mens strøm på indvendig side stiger fra ca. 1 amp i 2011 til 9 amp i 2019.

Tilstand og funktion af katodebeskyttelsen er løbende kontrolleret via et moniteringsprogram, jf. /4/ og /5/. Dokumentation af det etablerede anlæg fremgår af /3/.

På indvendig side er der placeret to rækker anoder. En række i en afstand af ca. 10 m fra spunsvæggen (Ai1 – Ai36) og en supplerende række 17 m fra spunsvæggen (Aei1 – Aei70). På udvendig side af spunsen er der etableret 68 anode punkter (Au1 – Au68). Der er ikke placeret udvendige anoder for den del af spunsen, der vender direkte ud mod Vesterhavet, omtrent fra Høfde 42 og mod nord frem til det nordvestlige hjørne. Under havdiget er anode-rækken flyttet tilbage i østlige retning således, at anoderne er placeret ved den østlige fod af havdiget, se tegning 59501-25A og tegning 59500-20.

3.4 Tekniske installationer inden for spunsvæggen

I notat 2.1.A-Del-1 er redegjort for hvilke tekniske installationer, der forekommer inden for spunsen, hvortil henvises. Kort resumeret omfatter de tekniske installationer inden for spunsen følgende:

- Adskillige boringer, hvor filter- og forerør er efterladt. Materialer udgøres af hhv. PVC og PEH i dimensioner fra ø63 mm til ø300 mm. Der er etableret 8 grædebrønde filtersat med PVC rør. Efterfølgende er der sat Johnson stålfiltre inden i PVC rørene.
- Trykledninger og styrekabler fra grædebrønde til teknikbrønd.
- Boringer og tilhørende anoder samt diverse ledningsanlæg til anoderne.
- Spunsjern fra tidligere testceller. 2 testceller i forlængelse af hinanden dvs. to stk. på 10 m x 10 m og én celle 10 m x 10 m. Desuden 4 stk. ø2000 mm stålrør placeret uden for testcellerne. Spuns omkring testceller og stålrør er rammet til kote ca. -11, dvs. til ca. 14 m's dybde.
- To betonbunkere af ukendt størrelse.
- Trykledning fra Kulhus, som er ført gennem depotet og ud i Høfde 42.
- Plastmembran over hele depotet.

Oversigtskort over ovennævnte installationer fremgår af bilag 1 og 2, mens placering af grædebrønde fremgår af tegning KS-Høfde-42-Arkil 23-04-2007.

4 Anlægsarbejder i Høfde 42 depotet

4.1 Betydning af tekniske installationer inden for og nær spuns

I notat 2.1A-Del-1 er der redegjort for de tekniske installationer, der forekommer inden for og uden for den afgrænsende spuns. For nærmere vedrørende disse installationer henvises til dette notat.

Hele det indspunsede område er dækket af en membran. Membranen er dækket af ca. ½ m sand. Uanset afværgemetode vurderes det nødvendigt at fjerne hele eller dele af membranen afhængig af hvilken strategi, der lægges for gennemførelse af afværgeforanstaltningerne.

Herefter kan arbejder inden for spunsen igangsættes. Hvis membranen helt eller delvis fjernes, må det forventes, at det vil være hensigtsmæssigt at igangsætte afledning af overfladevand (nedbør), samt vand der måtte sive op gennem bund af udgravning samt ind gennem evt. utætheder i spunsen.

4.1.1 In-situ afværge

Installationer. Kommenteringen af installationers betydning for kommende afværge er givet med udgangspunkt i, at in-situ afværge gennemføres ved opvarmning ved termisk ledningsevne.

Eksisterende filtersatte boringer kan komme til at virke som "ekstraktionsboringer", dvs. at der formentlig vil ske en afgasning gennem disse til terræn/afskærende vaporcap. Entreprenøren kan derfor vælge at sløjfe boringerne eller etablere foranstaltninger til bortledning af gasser fra boringerne.

Der er sat 4 stk. ø2000 mm testrør, som er rammet ned i kote ca. -11, dvs. ned i fjordleren (TP1 – TP4). Placering fremgår af bilag 1. Om det er muligt at trække testrørene op er usikkert, da der er stor risiko for, at rørene forbliver mere eller mindre jordfyldte, og dermed vil skabe et betydeligt hul, hvorigennem noget af det kraftigt forurenede overliggende jord/fri fase vil kunne synke ned igennem hullet og ned under oprensningsniveauet.

Oprensning af forurening inde i rørene må ske ved etablering af selvstændige varme- og ekstraktionsboringer således, at der sikres så meget oprensning som muligt. Alternativt tømmes rørene for jord.

Optrækning af profiljernene til testcellerne, TC1 – TC3, placering jf. bilag 1, vurderes ikke tilsvarende at medføre samme risiko for vertikal spredning af kraftig forurening til niveauet under kote -3. Bibeholdes spunsjernene kræver det dog, at konfigurationen for både varmeboringer og eventuelle ekstraktionsboringer tilrettes således, at hver testcelle udgør et eget lille behandlingsvolumen. Dette gælder også fjernelse af vand, hvis det indspunsede område tænkes drænet for vand inden den termiske oprensning iværksættes. Eventuelt kan spunsjernene skæres over i niveauet for afgravning af overjord således, at der kan udlægges en vapor cap hen over hele oprensningsområdet.

De to kendte bunkers, som forekommer inden for spunsen, antages at befinde sig over oprensningsniveauet. For at reducere opvarmningsvoluminet kan det være hensigtsmæssigt at fjerne de øvre jordlag for at kunne udlægge vapor cap på toppen af oprensningszonen. I den forbindelse vil det formentlig være nødvendigt helt eller delvist at fjerne/knuse de to bunkers, således at der kan etableres varme- og ekstraktionsboringer og isolering ud over hele området. Er bunkerne kun af beskeden størrelse, nogle få kvadratmeter i planen, kan det overvejes at efterlade dem, og indrette konfigurationen af boringer efter dette.

Hvis overjorden fjernes ned til kote ca. +1 (ca. 3 m u.t.) graves alle trykledninger, kabler m.m. også op. Disse elementer sorteres fra jorden og bortskaffes efter myndighedernes anvisninger. Gennem depotet forekommer en trykledningen, der leder vand ud i diffuseranlægget under Høfde 42, fra Kulhus og Cheminovahullet. Udpumpning fra Kulhus forventes at ophøre når afværgeforanstaltningerne påbegyndes. Det forventes dog at afdræning af Cheminovahullet fortsættes, hvorfor der formentlig fortsat vil være oppumpning herfra, hvilket betyder, at der formentlig fortsat vil være behov for afledningsmulighed for det oppumpede vand.

FMC/Cheminovas spildevandsledninger ligger tæt på det indspunsede område, se tegning F1_K10_H1_001. Ledningerne udgøres af PEH/PVC rør, der vurderes ikke at kunne tåle varmepåvirkning. Det bør derfor sikres, at ledningerne ikke påvirkes af opvarmningen ved f.eks. in-situ termisk oprensning.

4.1.2 Ex-situ afværge

4.1.2.1 Opgravning

Uanset jordbehandlingsmetode omfatter ex-situ afværge, at forurenet jord graves op og renses uden for depotets område. Afgravning af jorden inden for spunsvæggen vil omfatte opgravning og mellemdeponering af øvre jordlag af sandfyld og intakt sand. Jord til mellemdeponering forventes at udgøre ca. 60.000 m³ svarende til afgravning til ca. 3 m under terræn, svarende til afgravning ned til kote ca. +1 over et areal på ca. 20.000 m². For afgravning til denne dybde bør det dog verificeres, at den etablerede spunsvæg har den fornødne stabilitet. Den opgravede jord til mellemdeponering forventes at være uforurenet.

Det vurderes ikke hensigtsmæssigt at opgrave hele depotet på en gang. Formentlig vil en procedure med opdeling af depotet i 2 eller 3 sektioner være hensigtsmæssig, dels af hensyn til ikke at have hele hullet stående åbent i lang tid, dels for i størst mulig omfang at kunne genanvende den rensede jord til opfyldning i hullet. Sektionsopdeles opgravningen bør der træffes foranstaltninger til sikring af, at de genopfyldte områder ikke genforurenes fra de dele af området, der endnu ikke er opgravet. Dette kan f.eks. foretages ved sætning af midlertidige spunsvægge.

I forhold til at opgrave jorden vurderes eksisterende fore- og filterrør fra boringer ikke at have nogen betydning. De vil enten blive trukket op eller gravet over i forbindelse med graveprocessen. For fore- og filterrør, der er ført under kote -3, bør der dog foretages en udstøbning af borehullet, når bund af udgravningen er nået. Dette for at minimere vandudveksling mellem lag over og under gytje-/silt-/lerlaget, når afværgeforanstaltningerne er afsluttet.

Det vil formentlig være for kompliceret at grave inde i de eksisterende testceller af stålspuns. Dels vil det formentlig kræve, at de afstives for at sikre stabiliteten af testcellerne dels vanskeliggøres både grave- og opfyldningsprocessen rent anlægsteknisk og arbejdsmiljømæssigt. Det vil være op til entreprenøren, om det er mest

hensigtsmæssigt at trække spunsjernene op eller løbende skære dem over. Anvendes gnistgivende værktøj ved skæring af spunsjern bør der tages højde for, at der kan forekomme brændbare gasser i poreluften.

Der er sat 4 stk. ø2000 mm testrør, som er rammet ned i kote ca. -11, dvs. ned i Fjordleren. Jf. afsnit 4.1.1 bør rørene ikke trækkes op, da der er risiko for, at rørene forbliver mere eller mindre jordfyldte, og dermed vil skabe et betydeligt hul, hvorigennem noget af det kraftigt forurenede jord/fri fase vil kunne synke ned igennem og ned under oprensningsniveauet. Det vil derfor være hensigtsmæssigt løbende at skære rørene over, som opgravningen skrider frem.

Den største og formentlig mest vanskelige udfordring i forbindelse med opgravningen af den forurenede jord er den mulige forekomst af betonbunkers inden for spunsen. Der er to kendte bunkere, men størrelsen af disse kendes ikke. Det må på stedet afgøres, om de kan blive liggende, evt. væltes ned i bund af udgravning, eller om det er mere hensigtsmæssigt at knuse dem. Det vurderes muligt at anvende nedknust beton som genopfyld. Det er ukendt om betonbunkerne har været i kontakt med forurenet jord og vand, så inden der træffes beslutning om hvad der skal ske med dem bør der foretages en screening af om og i hvilket omfang beton er forurenet.

I de øverste jordlag findes ledningsføring til bortpumpning af vand fra grædebrønde, el- og signalkabler, kabler til anoder m.m. Alt dette kan tages op og bortskaffes i forhold til gældende regulativer i forbindelse med fjernelse af overjorden. Katodebeskyttelsen af spunsvæggen forudsættes således at ophøre.

Det bør vurderes i hvilket omfang det vil være hensigtsmæssigt at opretholde driften af trykledningen, der leder renset vand fra Kulhus og vand fra afdræning af Cheminovahullet ud i Vesterhavet.

4.1.2.2 Stabilitet af udgravning

Som nævnt i afsnit 3.2 udgøres den rammede spuns af Arcelor AZ 13 10/10 dobbeltprofiljern med stålkvalitet S355 GP. Opgravning af forurenet jord foretages ned til og måske lidt ned i gytje-/silt-/lerlaget, der findes i kote ca. -3, og formentlig helt ud til spunsvæggen. Til belysning af i hvilket omfang den allerede rammede spunsvæg kan anvendes som afstivning af udgravningen i forbindelse med opgravning af forurenet jord, er der foretaget overslagsmæssige beregninger af spunsvæggens styrke og stabilitet.

Der er taget udgangspunkt i et par forskellige beregningsscenarier. Et formentlig "næsten worst case" scenarie og et scenarie som måske med diverse "ekstra anlægstekniske tiltag" er en teknisk mulighed.

"Næsten worst case" tager udgangspunkt i en jordoverflade i kote +3 og et vandspejl udenfor spunsen ligeledes i kote +3. Indvendig afgraves til kote -3. Anden beregningssituation er, at jordoverfladen udenfor spunsen afgraves til kote +2 og at vandspejlet uden for spunsen sættes til kote +1. Indvendig er det beregningsmæssigt forudsat, at der stadig afgraves til kote -3,0.

Jordens styrke- og deformationsparametre er estimeret ud fra de geotekniske undersøgelser, der er udført i 2004, jf. /9/.

Beregningsforudsætninger og resultater fremgår af bilag 3.

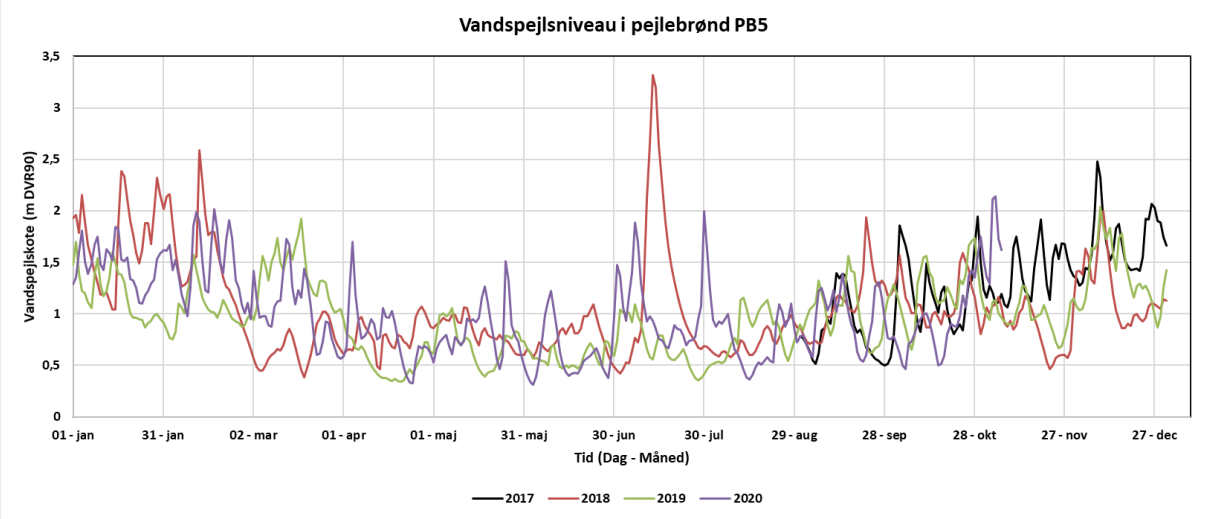
I "næsten worst case" situationen viser beregningerne, at selv med forankring i ét niveau, vil den etablerede spunsvæg ikke have tilstrækkelig styrke til at kunne danne en stabil afstivning af udgravningen. Beregningerne viser et moment i spunsvæggen, som er mange gange større end det moment, som stålprofilet har. Under de givne omstændigheder ville det kræve, at spunsvæggen blev forankret i 2 niveauer, hvor niveau 2 skulle være under vandspejlet, hvilket udførelsesmæssigt ville være en vanskelig og risikabel foranstaltning.

I tilfældet "ekstra anlægstekniske tiltag" ændres beregningsforudsætninger, idet jordoverfladen uden for spunsen antages sænket til kote +2, og der regnes med et vandspejl i kote +1. Inden for spunsvæggen antages, at der afgraves til kote -3. Med forankring i kote +1 viser beregningerne, at den eksisterende spunsvæg har den nødvendige momentkapacitet til at sikre en stabil afstivning af udgravningen. Men dette forudsætter, at der træffes andre foranstaltninger til sikring af spunsvæggen i tilfælde af højvandssituationer, afledning af vand der måtte strømme ind i udgravningen omkring spunsen samt, at der ikke sker gennembrud af vand til arealerne bag Havdiget, der fjernes i forbindelse med arbejdet.

Ved et struktureret udgravningsforløb, kan der givet opnås lavere krav til forankringskraft og dermed selve spunsvæggen. Men dette vurderes løst af de enkelte entreprenører ud fra den graveprocedure, de foreslår anvendt. Ligeledes kan en entreprenør overveje at opdele området inden for spunsen i delceller ved ramning af interne spunsvægge, og dermed udnytte at afstivning af spunsvæggene kan ske ved indvendig afstivning. Eksempelvis som vist på nedenstående figur 4.1.

Figur 4.1. Foto af udgravning inden for indvendig afstivede spunsprofiler.

Et meget væsentlig og stærkt dimensionsgivende punkt er dog fastlæggelse af vandspejlet på spunsvæggens aktivside (udvendig side). I pejlepunkt PB5 er vandspejlet registreret gennem de sidste 3 år. Vandspejlet har i denne periode varieret mellem kote +1 til +2 med enkelte toppe i ca. +2,5. Der er en enkelt hændelse om meget høj vandstand i juni 2018. Dette er formentlig en følge af sandfodring af stranden på dette tidspunkt.



Figur 4.2. Vandstandsvariationer lige udenfor spunsvæggen.

Da udgravningerne vil ske over et længere tidsrum, måneder til år, bør der i de endelige beregningsforudsætninger for stabilitet af spunsvæggen indlægges et ekstremvandspejl, som konstruktionen skal kunne modstå. Til grundlag for dette kan f.eks. anvendes "Højvandsstatistikker 2017 /12/ og "Fortidens stormfloder rammer nutidens Danmark" /13/.

4.2 Mulige risici ved in-situ oprensning

Oprensning omkring gytje-/silt-/lerlag. Alt afhængig af udbredelsen af hhv. kviksølvforureningen og forureningen med pesticider kan det blive nødvendigt at etablere og opretholde temperaturer betydeligt over vandets kogepunkt i og lige over gytje-/silt-/lerlaget. Opnåelsen af temperaturer over vandets kogepunkt er udelukkende muligt ved en fuld sænkning af grundvandsspejlet i oprensningsområdet. Endvidere er det formentlig ligeledes nødvendigt at etablere en "hot-plate" under siltlaget for at minimere det nedadrettede varmetab. Dvs. at det vil være fordelagtigt at opnå samme temperatur under gytje-/silt-/lerlaget som over dette lag. For at opnå tilstrækkelig høje temperaturer under gytje-/silt-/lerlaget vil det være fordelagtigt at sænke vandspejlet under dette lag et par meter.

Damp til opretholdelse af høj temperatur under gytje-/silt-/lerlaget vurderes ikke være en gangbar løsning, dels da dampen ikke kan opnå tilstrækkelig høj temperatur dels da det kan vise sig, at jordlagene ikke er tilstrækkelig permeable til effektiv fordeling af damp.

Afkøling af oprensningsområde. In-situ løsningen med termisk oprensning af forureningen inden for spunsen kan påvirkes af især kølende vand uden for spunsen, og vand der siver ind gennem spunsen under oprensningen. Det vil især være på havsiden denne kølende effekt kan opstå og være vanskelig at imødegå. Konfigurationen af varmeboringer må således udformes på en sådan måde, at de nødvendige temperaturer for oprensning af både pesticidforurening og kviksølvforurening kan udføres helt ud til kant spunsvæg, hvilket kan opnås ved at etablere en forøget tilførsel af energi i retninger, hvor varmetabet er størst. Entreprenøren kan overveje at etablere en midlertidig spuns uden for den eksisterende spuns, med henblik på at skabe en bufferzone, hvor der ikke er nogen grundvandsbevægelse, og derfor mindre varmetab og mindre risiko for vandindstrømning.

Viser de senere risikovurderinger, at det endelige oprensningsområde kan reduceres til et areal, der er mindre end det indspunsede område, vil der formentlig inden for spunsen kunne opnås områder, der vil virke som bufferzoner mod for store varmetab.

Påvirkning udenfor spuns. Ved in-situ oprensning vil der ske en varmeudbredelse med forhøjede temperaturer udenfor spunsen, samt under det nedre oprensningsniveau, dvs. under gytje-/silt-/lerlaget. Inden oprensningen igangsættes bør der foretages en vurdering af, om der sker en uønsket mobilisering af forureningskomponenter, og i givet fald om de udgør en uacceptabel risiko for grundvand og recipienter uden for spunsen. I så fald kan en løsning indeholde en kombineret hydraulisk og pneumatisk gradient i umiddelbar nærhed af spunsen, som sikrer en indadrettet gradient i både porevand og poreluft mod oprensningsområdet, være en mulighed.

4.3 Mulige risici ved udgravning inden for spunsvæg

4.3.1 Ex-situ afværgeløsninger

I forbindelse med ex-situ behandling af den forurenede jord, graves jorden inden for spunsvæggen op og transporteres til et behandlingsanlæg. I forbindelse med opgravning er der en række risikoelementer, der bør tages højde for. Dette omfatter bl.a.:

- Tiden hvor udgravningen står åben til fuld dybde, dvs. ned til kote ca. -3.
- Forekomst af låsesprængninger med indsivende vand og jord til følge.
- Forekomst af kraftig punktkorrosion på dele af spunsen og dermed risiko for brud/huller i væggen, hvorigennem vand og jord vil strømme ind, samt svækkelse af profilet.
- Selvom der etableres supplerende kystbeskyttelse kan det ikke udelukkes, at en storm kan medføre brud på denne beskyttelse og/eller der kan forekomme særlig høj vandstand/bølger og dermed risiko for, at udgravningen helt eller delvis fyldes med vand.
- Svigt i grundvandssænkning i jordlag under kote -3 kan medføre bundbrud, og dermed også risiko for mulig kollaps af hele eller dele af spunsvæggen. Dette vil have katastrofale følger for evt. ophold af personel inden for spunsen og for omgivelserne i øvrigt.
- Da der graves i meget kraftig forurenet jord, måske fri fase, vil der være arbejdsmiljømæssige risici for personel, der arbejder i udgravningen.

En del af ovennævnte risici kan imødegås ved at planlægge opgravningsarbejdet således, at det udføres i etaper tilpasset jordbehandlingsanlæggets kapacitet. Foretages udgravningen i 2 eller 3 etaper opnås ud over, at hele udgravning ikke står åben på en gang også, at renset jord løbende kan anvendes som opfyld. Der vil således være mulighed for at holde et 0-balance jordregnskab. Det skal dog sikres, at der ikke sker genforurening af udlagt renset jord.

4.3.2 In-situ afværgeløsninger

Ved en in-situ løsning vurderes det ud fra de foreliggende oplysninger om dimensionering af spunsen muligt at afgrave overjord ned til kote +1 for etablering af et isolerende dække (vaporcap). Spunsens alder og ovennævnte risici taget i betragtning vil det dog også i dette tilfælde være hensigtsmæssigt at foretage afgravningen i etaper med løbende genopfyldning, således at kun en mindre del af det samlede område står åbent.

Under drift af in-situ oprensningen vil oprensningsvoluminet stort set være drænet for vand. Forekommer der låsesprængninger eller åbninger vil der sive vand ind i oprensningsvoluminet, som vil afkøle jorden. Afkølingen kan muligvis klares ved øget opvarmning, men ellers må åbningen søges udbedret ved oppumpning, udstøbning e.l. foranstaltning. Det vil formentlig være hensigtsmæssigt at tilrettelægge et kontrolprogram for at verificere, om der er betydende utætheder i spunsvæggen.

4.4 Ekstra spuns

Som omtalt i afsnit 4.1.4 vurderes den eksisterende spuns med de fornødne afstivninger at kunne indgå i et kommende udgravningsprojekt, ex-situ afværge.

Om der er behov for supplerende afskærmning omkring den eksisterende spuns eller evt. forstærkning af den, er forhold, som fastlægges i den udførende entreprenørs egen detailprojektering af oprensningsarbejdet.

4.5 Undersøgelser

Geotekniske undersøgelser. I april/maj 2021 er der gennemført supplerende geotekniske undersøgelser omkring spunsvæggen for fastlæggelse af jordens styrke og deformationsparametre /14/. Det er op til den udførende part, at vurdere i hvilket omfang der kunne være behov for at udføre supplerende detailundersøgelser for optimering af datagrundlaget for stabilitetsberegningerne af udgravningens sider og bund.

Jordarbejder i forbindelse med optagning af referencespuns. I forbindelse med udgravning ned til referencespunsjern 1, er der udtaget jordprøver til kemisk analyse for en række parametre. Notat med beskrivelse af udtagning af jordprøver m.m. samt analyseresultater er vedlagt i bilag 7.

Tilstand af referencespuns. I april 2021 er et referencespunsjern trukket op med henblik på vurdering af spunsvæggens tilstand og i hvilket omfang den katodiske beskyttelse af den omkransende spunsvæg har haft den ønskede effekt.

Den løbende kontrol af den katodiske beskyttelse er udført af COWI, bl.a. jf. /3, 4, 5/, og COWI har også foretaget bedømmelse af det optrukne spunsjerns tilstand samt den forventede tilstand af den omkransende spunsvæg, jf. vedlagte notat i bilag 6.

4.6 Grundvandsforhold

4.6.1 Grundvandssænkning

Ved især ex-situ løsningen, men måske også ved in-situ løsningen, er der behov for sænkning af vandspejlet inden for spunsvæggen. Inden for spunsen vil man typisk sænke vandspejlet til et niveau, der svarer til udgravningsniveauet. For at sikre stabiliteten af udgravningsbunden, vil der også være behov for sænkning af vandspejlet i lagfølgen under gytje-/silt-/lerlaget til et niveau, der er ½ m til 1 m under dybeste udgravningsniveau. Fra kote -3 til kote -7 á -9, hvor fjordleren træffes, udgøres jordlagene af en blanding af ler-, silt- og sandlag. Men uanset jordart bør vandtrykket i laget sænkes til under udgravningsniveau.

Med baggrund i de gennemførte undersøgelser vurderes spunsvæggen at være rammet ned i dybereliggende sammenhængende lerlag, som bl.a. udgøres af fjordleren. Efter en første afdræning vil der formentlig kun være tale om en

beskeden vandmængde, der strømmer op i udgravningen, men skulle der være områder, hvor spunsen ikke har ramt fjordleren vil behovet for oppumpning af vand formodentlig stige ret markant.

Vand fra jordlagene over kote -3 må forventes at være kraftigt forurenet, og oppumpet vand må forventes at skulle renses inden udledning til f.eks. Vesterhavet. Udledning kræver udledningstilladelse.

Potentialet hhv. over og under gytje-/silt-/lerlaget (øvre og nedre magasin) er beliggende i kote ca. 0,6 – 0,8 (målt i 2005). Potentialemålingerne er vedlagt i bilag 4, og som det ses heraf er der kun en beskeden forskel i potentiale og ikke nogen entydig opadrettet eller nedadrettet gradient.

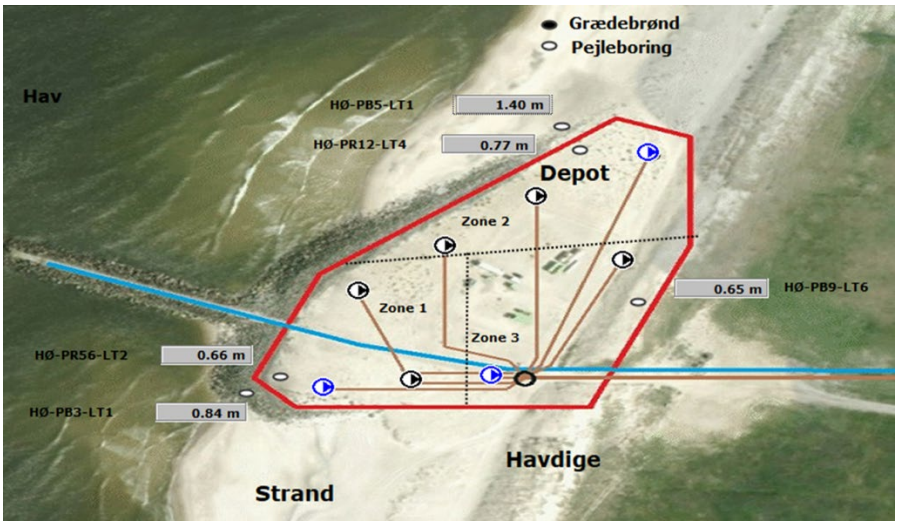
Efter etablering af spunsvæggen er der i 2007 foretaget en bestemmelse af potentialet inden for spunsvæggen og over og under laget af gytje/silt/ler (øvre og nedre magasin). Potentialet over siltlaget blev målt i kote ca. -1 i de fleste punkter. Højeste potentiale blev målt til -0,86 og laveste potentiale til kote -1,76, se bilag 5. Under siltlaget blev potentialet målt i kote -0,88 til kote -1,02. Punktplacering og målte potentialer fremgår af bilag 5. Disse potentialemålinger er gennemført efter at sænkningen af vandspejlet inden for spunsen er iværksat, og som det ses af resultaterne holdes vandspejlet i omtrent kote -1, som var den opstillede målsætning.

4.6.2 Indsivende vand

Tætheden af den omkransende spunsvæg er ikke kendt. Væggen er søgt holdt så tæt som mulig, bl.a. ved at ilægge tætnende materiale i låsegangene. Profilerne er nedbragt ved brug af en spunsvibrator type PVE40VM. Ses på rammejournalerne /1/, har tiden til nedvibrering af profilerne varieret mellem ½ time og 1 time. Alle profiler er bragt ned til den ønskede dybde, og det fremgår ikke af rammejournalerne, om der har været "obstruktioner" undervejs. Der er ikke i rammejournalerne anført kommentarer om, hvorfor det har taget længere tid at vibrere nogle af profilerne ned end andre.

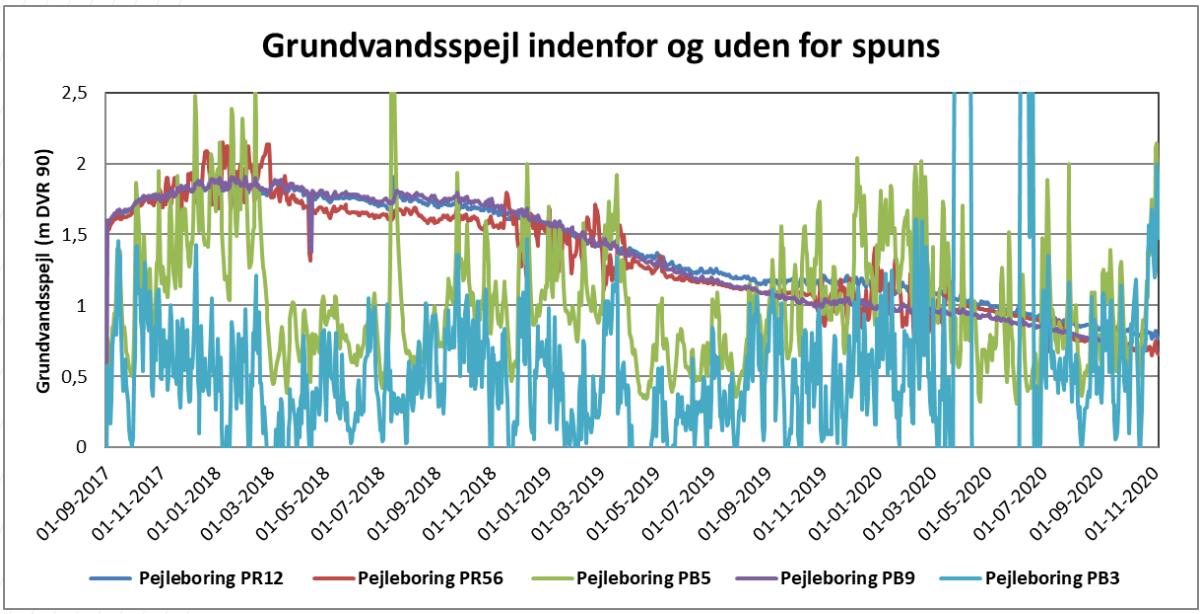
Utætheder i spunsvæggen kan forekomme som mindre låsesprængninger eller blot små åbninger i låsene. Det har formentlig ikke nogen betydning for stabiliteten af spunsen, men med en forskel i trykniveau på 4 – 6 m vandtryk indenfor/udenfor spunsen kan selv mindre åbninger give anledning til indsivning af ganske store vandmængder og med risiko for materialevandring ind gennem åbningerne. Forekommer materialevandring ind gennem åbninger bør disse forsegles.

Spunsområdet er forseglet med en topmembran, således at nedbør ikke kan sive ned inden for spunsvæggen, men strømmer af mod havet. Vandspejlet inden for spunsen er løbende søgt holdt lavere end det omgivne vandspejl. Dette er foretaget ved at iværksætte en løbende oppumpning fra 8 grædebrønde placeret langs spunsens periferi, se tegning KS_Høfde-42 Arkil 23-04-2007. Antallet af grædebrønde er dog senere reduceret til 3 aktive brønde, se nedenstående figur 4.3. Den samlede oppumpning fra de 3 grædebrønde har i perioden siden 2017 ligget på ca. 0,5 m³/time.



Figur 4.3. Målepunkter for grundvandsspejl indenfor og udenfor spuns. Blå trekant er aktive brønde, hvorfra der pumpes. Sorte trekanter er inaktive.

Vandspejlet inden for spunsen er løbende moniteret i tre punkter, PB9, PR12 og PR56, og uden for spunsen i punkterne PB3 og PB5, se figur 4.3. Grafer for den tidsmæssige variation i vandspejlet indenfor og udenfor spunsen er vist i nedenstående figur 4.4a og 4.4b.

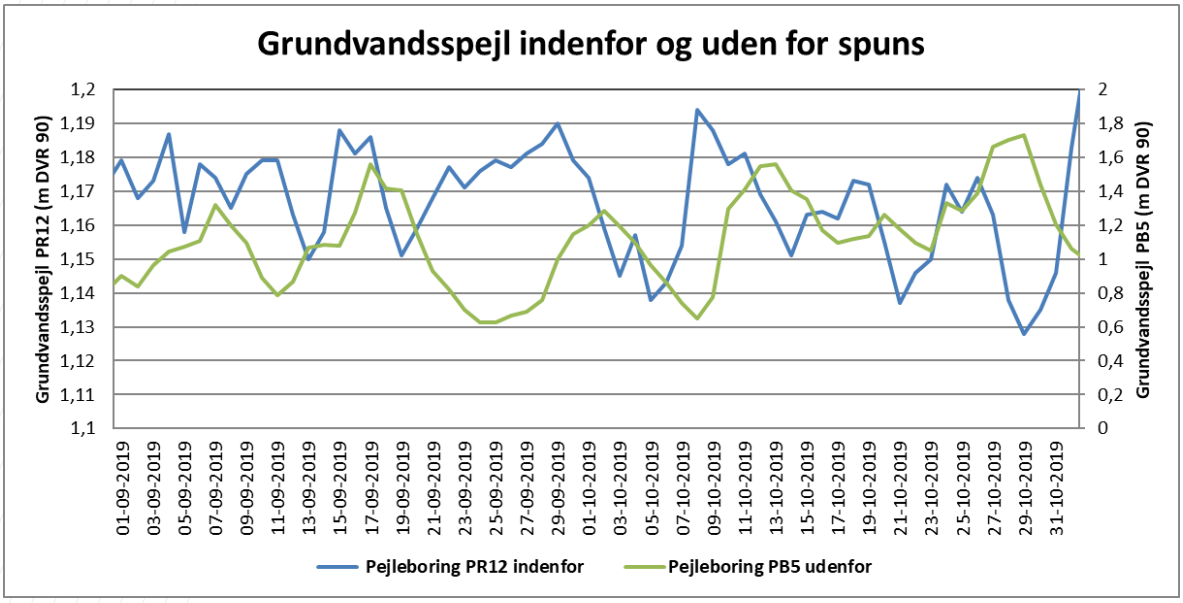


Figur 4.4a. Tidsmæssig variation i vandspejl hhv. indenfor spuns og udenfor spuns. Pejleboringerne PR12 og PR56 samt PB9 er placeret inden for spunsen, mens pejleboring PB3 og PB5 er placeret uden for spunsen.

I forhold til potentialemålingerne i 2007 er vandspejlet inden for spunsen steget et par meter fra kote ca. -1 i 2007 til kote +1,8/+2,0 primo 2018. Fra primo 2018 aftager potentialet inden for spunsen til omkring kote +0,7 i 2020. Det stigende potentiale i perioden 2007 til 2018 skyldes formentlig helt eller delvis stop af anlægget fra 2010-2016 og at funktionen af topmembranen blev væsentligt forringet ved etablering testcellerne.

I 2018 blev der efter udgravning af jord til MUDP projekterne svejset en ny membran på forsøgsområdet og siden er potentialet indenfor spunsen sænket med den ovenfor omtalte oppumpningen på ca. 10 m³ pr. dag.

Det bemærkes, at der forekommer ret store vandspejlsvariationer i vandspejlet uden for spunsen. Tilsvarende store variationer ses ikke inden for spunsen, hvilket kunne indikere, at der ikke er en stor direkte hydraulisk kontakt mellem jordlag inden for og uden for spunsen. Men der er dog med en vis forsinkelse en tendens til samme variationsmønster forekommer inden for og uden for spunsen, se figur 4.4b for f.eks. pejleboringerne PR12 og PB5. Om disse data udgør et tilstrækkeligt grundlag for vurdering af spunsens tæthed er usikkert, idet oppumpningen må formodes at udjævne effekten af evt. indsivende vand.



Figur 4.4b. Tidsmæssig variation i vandspejl hhv. indenfor spuns og udenfor spuns. Pejleboringerne PB12 er placeret inden for spunsen, mens pejleboring PB5 er placeret uden for spunsen.

I perioden fra primo 2018 til ultimo 2020 er oppumpningen steget svagt fra ca. 0,38 m³/t til 0,43 m³/t. Det vurderes, at vandmængden primært stammer fra afsænkning af vandspejlet inden for spunsen, men det kan ikke udelukkes at en del af vandmængden stammer fra indsivende/opsivende vand. Antages en gennemsnitlig oppumpning på 0,4 m³/time oppumpes årligt ca. 3.500 m³. Fordeles den nævnte oppumpning over hele det spunsede areal svarer det til at vandspejlet skulle sænkes ca. 0,5 m til 0,6 m pr. år i den nævnte periode, dvs. i alt over to år ca. 1,1 m. Over samme periode viser pejlingerne i de tre pejleboringer en afsænkning på ca. 0,8 m. Da potentialet i perioden gennemsnitlig har været højere inden for spunsen end udenfor vil evt. utætheder i spunsen give anledning til (horisontal) udsivning og dermed en svagt øget afsænkning.

På denne baggrund vurderes det vanskeligt at bruge de foreliggende data til vurdering af tætheden af spunsen.

4.7 Risici ved installationer under gytje-/silt-/lerlag

Der foreligger ikke informationer om, at der findes tekniske installationer under gytje-/silt-/lerlaget, som træffes i kote ca. -3, ud over filtersatte boringer,

spunsjern der udgør omkreds af testcellerne, testrør og så den etablerede omkransende spunsvæg.

Bortset fra, at filtersatte boringer kan virke som vertikale dræn, vurderes ovennævnte tekniske installationer ikke at udgøre nævneværdige risici ved en in-situ afværge i form af termisk oprensning. Ved dimensionering af et termisk oprensningsanlæg bør der dog foretages en vurdering af, om poreluft inde i testcellerne skal ekstraheres via særskilte ekstraktionsboringer.

Ved ex-situ løsninger skal der tages højde for, at testrør og testceller under gytje-/silt-/lerlaget også bør afdrænes, således at der ikke sker opskydning af udgravningsbunden inden i cellerne.

4.8 Eksterne ledningsanlæg

Som nævnt i notat 2.1A Del-1 findes to ledningstracéer i området som enhver afværgeløsning skal respektere og sikre kontinuert drift af. Disse omfatter spildevandsledningen fra FMC/Cheminova og trykledningen fra Kulhus til Høfde 42. Der henvises til notat 2.1A Del-1 for nærmere informationer.

5 Vurderinger

Forureningen i depotet ved Høfde 42 udgøres af bl.a. parathion, methyl-parathion, fyfanon/malathion, ethylsulfotep og kviksølv. Der er tidligere gennemført pilotforsøg med basisk hydrolyse, termisk oprensning og jordvask ligesom andre oprensningsmetoder er gennemgået litteraturmæssigt. Med baggrund i disse forundersøgelser og forstudier er det valgt at fokusere på termisk oprensning ved enten in-situ eller ex-situ behandling af den forurenede jord samt jordvask, der er en ex-situ oprensningsmetode.

5.1 Ex-situ

Ex-situ afværge kan udføres ved afgravning af den forurenede jord med efterfølgende behandling ved f.eks. termisk ledningsevne eller jordvask. Man bør dog være opmærksom på nedenstående punkter.

Stabilitet af spunsvæg. Den eksisterende spunsvæg, der omkranser depotet Høfde 42, er rammet som en stålspunsvæg med fod i kote ca. -11 og top i +3. Den eksisterende spunsvæggen udgøres af Arcelor AZ 13 10/10 dobbeltprofiljern. Med baggrund i foreliggende oplysninger om jordens styrke- og deformationsparametre /9/ viser foreløbige beregninger, at med vandspejl og jordoverflade uden for spunsen i kote +3 og udgravning til kote -3 har den etablerede spunsvæg ikke tilstrækkelig styrke til at sikre fornøden stabilitet med mindre spunsvæggen forankres i to niveauer. Et andet beregningsscenarie kan være at reducere belastningen på spunsvæggen ved, at jordoverfladen uden for spunsen sænkes til kote +2, sættes til kote +1 og udgravning stadig føres til kote -3. Under disse forudsætninger har den etablerede spunsvæg den nødvendige styrke, under forudsætning af at den forankres i et niveau.

Det bør dog undersøges, om ikke det teknisk økonomisk kan være et alternativ at ramme midlertidige spunsvægge inde i udgravningsområdet og etablere indvendig afstivning af væggene. Dette giver mulighed for afstivning i flere niveauer og måske en mere hensigtsmæssig udgravningsprocedure.

De foreliggende geotekniske undersøgelser fra 2004 og undersøgelserne der udføres i april 2021 kan indgå i kommende detailprojektering af stabiliteten af udgravningen/spunsvæggen. Ud over de foreliggende geotekniske undersøgelser er det op til entreprenøren selv at udføre supplerende detailundersøgelser, hvis dette findes fordelagtigt.

Afvanding. Inden for spunsvæggen foretages en afvanding af jorden til dybeste udgravningsniveau (forventet ca. kote -3 eller lidt lavere). Desuden bør vandtrykket under gytje-/silt-/lerlaget sænkes, således at det er ½ - 1 m lavere end dybeste udgravningsniveau.

Tætheden af spunsvæggen er ikke kendt, og dette kan have betydning for i hvilket omfang, løbende tørholdelsesforanstaltninger i udgravningen er nødvendige for sikring af, at vandspejlet i laget under kote -3 konstant har et trykniveau under udgravningsniveau.

De etablerede testceller, inde midt i oprensningsområdet, har kortvarigt været afdrænet, men der foreligger ikke data, der afspejler forskel i potentialeniveau over og under gytje-/silt-/lerlaget, ligesom varigheden af afdræningen er så kort, at en videre tolkning af disse data i forhold til at omsætte dem til hele høfdedepotet er behæftet med alt for stor usikkerhed.

Vand der oppumpes i forbindelse med dræning af oprensningsområdet vil givet være kraftigt forurenet og muligvis indeholde fri fase af pesticider. Kraftigt forurenet vand og oppumpet vand i øvrigt fra tørholdelse af udgravningen skal derfor renses i et vandbehandlingsanlæg placeret så tæt på depotet som muligt.

Installationer. Omfang af eksisterende installationer er beskrevet i Notat 2.1.A-Del-1. I forhold til opgravning har de etablerede testceller af stålspunsjern og betonbunkers den største betydning for arbejdets udførelse. Begge vil dog blive frilagte under arbejdets udførelse og kan skæres ned, knuses e.l.

Spunsjern og testrør er ført ned under opgravningsniveau og ned til underliggende lerlag. Dette kan medføre, at der skal laves særlige tiltag, der sikrer afvandingen indenfor testcellerne/rørene, men ellers skulle disse ikke udgøre øvrig gene for opgravningen.

Ved opgravningsløsningen vurderes FCM/Cheminova's spildevandsledning, der løber uden for spunsen, ikke at blive berørt af selve opgravningsarbejderne. Men der skal være særlig skærpet opmærksomhed i forhold til denne ledning i forbindelse med etablering af forankringer af spunsvæggen uanset hvilken metode, der vælges til forankring.

Trykledningen fra Kulhus løber gennem opgravningsområdet. Da projektet formentlig vil løbe over nogle år vurderes det mest hensigtsmæssigt permanent at omlægge ledningen og placere ledningstracé, så det ikke berøres af entreprisearbejderne.

5.2 In-situ

In-situ oprensning af depotet ved Høfde 42 kan gennemføres ved termisk ledningsevne. Oprensningen kan foretages af hele depotet på en gang eller ved opdeling af depotet i to eller flere delområder. Vælges det at opdele depotet i delområder, så bør der foretages foranstaltninger til sikring af, at oprensede områder ikke genforurenes. Adskillelsen etableres uanset, om depotet på forhånd søges afdrænet for vand. Dette da der må forventes at være en løbende indsivning af vand gennem spunsvæggen, muligvis opsivning gennem gytje-/silt-/lerlaget og måske nedbør, som vil kunne migrere fra ikke oprensede områder til oprensede områder. Og det modsatte vil også kunne ske, at vand fra det oprensede delvist afkølede områder kan sive mod oprensningsområder, hvilket kræver forøget energiforbrug for fordampning af dette vand.

Stabilitet. Spunsvæggen, der omkranser depotet, er jf. oplysningerne i tegning 59501-1 og 59501-20 dimensioneret til, at der uden supplerende afstivninger kan afgraves inden for spunsen til kote ca. +1. Ved in-situ oprensning vil dette formentlig være tilstrækkeligt i forhold til at få placeret vapor cap så tæt som muligt på top af oprensningsniveau. Skulle der ske en mindre deformation af spunsvæggen, vurderes dette ikke at udgøre en uacceptabel risiko i forhold til stabilitet af udgravningssiderne. Derimod kan en udbøjning af spunsvæggen, som stabilitetsmæssigt ikke betyder noget, medføre, at låsene kan åbne sig, og dermed skabe adgang til forøget vandindsivning gennem spunsvæggen.

Indsivning. Gennemføres en termisk oprensning med temperaturer over kogepunktet for vand helt ud til kant af spuns, vil alt indsivende vand inden for oprensningsdybden fordampe. Dette medfører ekstra energiforbrug, men er indsivningen ikke for stor vurderes det ikke at påvirke oprensningen nævneværdigt. Men i den dybere del, dvs. under gytje-/silt-/lerlaget kan det ikke udelukkes, at der vil ske

indsivning af vand, som enten må pumpes op eller der må tilføres ekstra energi for fordampning af vandet.

Hvis der skal opnås høje temperaturer helt ud til spunsen, vil der være behov for særlig fokus på et randområde uden for spunsen, hvor der enten kan etableres supplerende varmeboringer for opretholdelse af temperaturen, forsøg på sænkning af grundvandsspejlet eller afskæring af grundvandstilstrømning ved f.eks. etablering af en ydre spunsvæg eller begge dele. Mod havsiden vil det formentlig være mest hensigtsmæssigt at afskære vandtilstrømning ved en supplerende spunsvæg placeret nogle meter fra den omkransende spuns. Mod landsiden må det vurderes, hvad der er mest hensigtsmæssigt, da der skal tages hensyn til, at opvarmning ikke må påvirke eksisterende ledningsanlæg.

Med temperaturer på op mod 350 ℃, i områder hvor der oprenses kviksølv, må det påregnes, at der vil ske en helt eller delvis forbrænding af gytje-/silt-/lerlaget og et kraftigt svind i volumen af silt og ler hvilket formentlig vil betyde, at netop gytje-/silt-/lerlaget i kote -3 ikke vil udgøre et sammenhængende lag. Der vil formentlig ske en kraftig opsprækning således, at jordlag over og under fremadrettet vil være mere eller mindre hydraulisk forbundne. For oprensningen som sådan vurderes det ikke at have nogen betydning, da laget under gytje-/silt/lerlaget også skal opvarmes til høj temperatur.

For at sikre en effektiv opvarmning af gytje-/silt-/lerlaget vil det formentlig være nødvendigt at etablere en konfiguration af varmeboringer, så der opnås samme temperatur under laget som over laget.

Da jordlaget under gytje-/silt/lerlaget også opvarmes til høje temperaturer, så vil det være af betydning, om der er lækager i spunsvæggen, hvorigennem der kan indsive vand. Opstår problemet kan dette muligvis afhjælpes ved etablering af nogle aflastningsboringer, der filtersættes i laget mellem gytje-/silt-/lerlag og fjordleren. Fortsætter gytje-/silt-/lerlaget ud under havet, vil det formentlig være muligt med rimeligt lave pumperater at afsænke vandspejlet omkring spunsen.

Installationer. Bortset fra trykledningen, der afleder vand fra Kulhus ud i selve Høfde 42, vurderes installationer inden for den omkransende spuns ikke at forhindre gennemførelse af in-situ oprensning, men bunkers og testcellerne kan give nogle udfordringer i forhold til installation af vaporcap og konfiguration af varme- og ekstraktionsboringer.

Endelig er det vigtigt at være opmærksom på, at ledningsanlæg udenfor spunsen næppe tåler opvarmning, hvorfor de bør sikres ved foranstaltninger der sikrer, at varmeudviklingen ved ledningerne ikke overstiger den temperatur, som ledningerne kan tåle.

6 Sammenfatning

I perioden 1953-1962 deponerede Cheminova spildevand og fast affald mellem to sandklitter ved Høfde 42 med tilladelse fra myndighederne. Det deponerede affald består af pesticidprodukter parathion, methyl-parathion, fyfanon/malathion, ethylsulfotep samt kviksølv og hydrolysesvovl.

Forureningsundersøgelser har påvist, at forurenet grundvand fra depotet er sivet ud i Vesterhavet i uacceptabelt omfang. Med henblik på at hindre dette er der etableret en spunsvæg omkring depotet. Spunsvæggen er ført ned i et dybtliggende lerlag, fjordleren, således at grundvandsstrømning i alle overliggende permeable lag er afskåret. Spunsprofilerne er 14 m lange med fod i kote -10,8 og top i kote ca. +3.

Metoder til oprensning af forureningen inden for spunsen fokuserer på hhv. in-situ termisk oprensning og ex-situ termisk oprensning eller jordvask. I nærværende notat er gennemgået, hvilken betydning tekniske installationer, stabilitet af spunsvæg, grundvandssænkning og opgravningsforløb har af betydning for gennemførligheden af de forskellige oprensningsmetoder, der kan komme i anvendelse inden for spunsvæggen.

In-situ termisk oprensning. Pilotforsøg har vist, at for at sikre en tilfredsstillende oprensning af både pesticider og kviksølvforureningerne bør temperaturen i oprensningsområdet bringes op på ca. 350 ℃.

For udlægning af en vaporcap på top af oprensningszonen i kote +1 afgraves de øverste jordlag. Ud fra den foreliggende viden forventes den etablerede spuns at kunne fungere som afstivende væg ved afgravning til kote +1, alt afhængig af terrænniveau på ydersiden af spunsen. Installationerne inden for spunsen i form af filter- og forerør fra boringer, spunsvægge fra testceller, betonbunkers m.m. forventes ikke at forhindre etablering af varme- og ekstraktionsboringer. Men installationerne kan blive betydende for konfigurationen af boringerne og måske betyde, at der ikke helt kan opnås en optimal placering heraf.

Gennem depotet løber en spildevandstrykledning, som formentlig skal holdes i drift, hvorfor der bør træffes foranstaltninger til at sikre at ledningen kan holdes i drift. Desuden findes spildevandsledninger fra FCM/Cheminova lige uden for spunsen. Disse skal også holdes i drift under oprensningen, og der bør træffes foranstaltninger til sikring af ledningerne, da ledningernes stabilitet er følsomme over for opvarmning.

I forhold til termisk in-situ oprensning er strømmende vand en begrænsende faktor, da vandet løbende vil afkøle oprensningsområdet. Uden for spunsvæggen kan det derfor være nødvendigt at træffe foranstaltninger til at sikre, at den fulde opvarmning kan opnås helt ud til kant spunsvæg. Disse tiltag kan f.eks. være ekstra varmeboringer, hydraulisk fiksering eller supplerende afskærende spunsvægge.

Under opvarmningen kan spunsprofilerne udvide sig, hvilket kan medføre, at låsene åbner sig lidt. Dette kan betyde, at vand vil sive gennem væggen og ind i oprensningsområdet, hvorved der skal bruges ekstra energi til fordampning af dette vand.

En særlig problemstilling ved oprensningen er, at den kraftigste forurening, der stedvis findes som fri fase, forekommer oven på et lag af gytje, silt og ler. Laget

træffes i kote ca. -3. Den maksimale opvarmning bør således også omfatte dette lag. Det vil derfor være nødvendigt at opvarme jorden under gytje-/silt-/lerlaget til samme temperatur som laget oven over. Dette kan betyde, at gytje-/silt-/lerlaget ændrer karakter i form af, at der opstår ret store svindrevner, organisk indhold forbrændes m.m. Efter oprensningen vil der således ikke være sikkerhed for, at dette gytje-/silt-/lerlag vil udgøre en hydraulisk barriere mellem lagene over og under dette. Efterlades spunsvæggen vil den fortsat i en årrække være styrende for vandbevægelser inden for denne har disse lækager ikke betydning for eventuel spredning af restforurening.

Ex-situ oprensning. Ex-situ oprensning omhandler uanset jordrensningsteknik opgravning af jorden indenfor spunsvæggen. Udfordringerne i forbindelse med dette er især:

- om den eksisterende spuns kan indgå som afstivende væg ved udgravningen
- betydning af tekniske installationer indenfor og udenfor spunsvæggen
- afvanding af opgravningsvoluminet, vandtryk på udgravningsbunden og risiko for indsivende vand gennem spunsvæggens låse.
- graveprocedure

Overslagsmæssige beregninger viser, at hvis den etablerede spuns fortsat har stålstyrke som ved installationen, forventes den at kunne udgøre den afstivende væg i forbindelse med opgravningen, hvis jordoverfladen på ydersiden af spunsen afgraves til kote +2 og der regnes med et vandspejl i kote +1 og med en udvendig forankring. Forankring i form af ankerplader og/eller pælebukke placeres i en afstand fra spunsen, således de ikke påvirker hinanden. Det bemærkes, at de i dette notat gennemførte beregninger af spunsvæggens og udgravningens stabilitetsforhold ikke er detailberegnede og dermed ikke kan udgøre grundlaget for den endelige vurdering af stabilitetsforholdene for spunsvæg og udgravning.

De tekniske installationer, der forekommer inden for spunsen, er fore- og filterrør fra boringer, spunsprofiler fra testcellerne, testrør, betonbunkers og diverse rørinstallationer for afdræning af vand, katodesystem m.m. Af de tekniske installationer vurderes spunsprofilerne og betonbunkerne at udgøre de største gener. Spunsprofiler fra NPC testcellerne og stålrør bør løbende skæres af, som udgravningen skrider frem. Bunkers kan enten knuses eller hvis muligt efterlades i hullet. Øvrige installationer vurderes det muligt løbende at fjerne, som udgravningen skrider frem. Boringer, der er ført gennem gytje-/silt-/lerlaget i kote ca. -3, bør dog sløjfes ved udstøbning, når bund af udgravning er nået.

Endelig forekommer der to spildevandstrykledninger, der passerer området. En trykledning fra Kulhus løber gennem depotet/oprensningsområdet og trykledninger fra FCM/Cheminova løber lige syd for spunsvæggen, der omkranser oprensningsområdet. Det er vigtigt, at alle disse er funktionsdygtige under hele oprensningsforløbet.

Inden opgravning af forurenet jord påbegyndes vil det være hensigtsmæssigt at afdræne jorden for vand. Samtidig bør der også foretages en sænkning af grundvandsspejlet i jordlagene under gytje-/silt-/lerlaget, der træffes i kote ca. -3, således at der ikke sker bundbrud ved afgravning til fuld dybde. En ukendt faktor i forbindelse med tørholdelse af udgravningen er indsivende vand gennem spunsvæggen. Væggen er ganske vist søgt sikret ekstra tæt med tætningsmidler i låsene, men helt udelukke mindre låsesprængninger/åbninger kan man formentlig ikke. Under opgravningsarbejdet bør der således være stor fokus på indsivende vand,

og eventuelle lækager bør løbende tætnes for at reducere indsivende vand mest muligt. Endelig er det vigtigt, at der er stor fokus på sikkerhed af grundvandssænkningsanlægget, som skal aflaste vandtrykket i jordlagene under kote ca. -3. Et svigt her kan have store konsekvenser i form af bundbrud og i værste fald svigt i spunsvæggens stabilitet.

Alt oppumpet vand håndteres som forurenet vand, og vandet skal formentlig renses før udledning.

Forurenet jord forventes at forekomme fra kote ca. +1 til kote ca. -3. Indledningsvis opgraves og mellemdeponeres ca. 60.000 m³ overjord. Forurenet jord forventes i alt at udgøre ca. 87.000 m³, hvoraf ca. 27.000 m³ forventes at være særlig kraftig forurenet. Men uanset om det vælges at rense al forurenet jord eller kun det særligt forurenede jord, vil der formentlig være behov for at opgrave den samlede jordmasse, da der er områder hvor det kraftigst forurenede jord ligger dybest, lige over gytje-/silt-/lerlaget.

Det vurderes mest hensigtsmæssigt, at udgravningen udføres i to eller flere faser, således at der kan opretholdes et 0-jordregnskab. Dvs. at renset jord løbende kan genindbygges i udgravningen, og at den dybeste del af udgravningen står åben i kortest mulig tid. Endelig planlægning af strategi for udgravningsforløb og genopfyldning vil formentlig være afhængig af hvilken oprensningsteknik, der kommer i anvendelse. Ved fastlæggelse af strategien for jordhåndtering bør der også indtænkes tiltag til at sikre, at tilbagefyldte rensede materialer ikke genforurenes.

Ved termisk behandling af den opgravede jord vil det være forholdsvist enkelt at opnå et sådant flow i håndtering af opgravet og renset jord, så der er et 0-jordregnskab. Ved jordvask kan det formentlig også gennemføres, men der vil formentlig være større behov for mellemdeponering af både opgravet forurenet jord og renset jord.

7 Referencer

/1/ Mappe 3, KS. HØFDE 42 – DEPOTET. Afværgeforanstaltning baseret på indspunsning. KS-Spunsarbejde. Arkil 2008.

/2/ Mappe 3, KS. HØFDE 42 – DEPOTET. Funktions- og styringsbeskrivelse af pumpeanlæg til hydraulisk kontrol. Arkil 08-05-2008, rev. 4 (Etableringsrapport for spuns og tilhørende anlæg – Arkil 2008.)

/3/ Høfdedepot, Harboøre Tange. Katodisk beskyttelse af spunsvæg. Afværgeforanstaltning baseret på indspunsning. Ringkjøbing Amt. (Anlæg for katodisk beskyttelse af spunsvæg – Krüger november 2006).

/4/ Høfdedepot på Harboøre Tange. Afværgeforanstaltning baseret på indspunsning. Korrosionsbeskyttelse af stålspunsvæg. Målerapport. Kontrolmåling i perioden 2006-2009. COWI december 2008 for Region Midtjylland Miljø. (2009-2012 Katodeisk beskyttelse – Høftedepot på Harboøre Tange).

/5/ HØFDEDEPOT PÅ HARBOØRE TANGE KORROSIONSBESKYTTELSE AF STÅLSPUNSVÆG. Målerapport. Kontrolmålinger i perioden 2018-2019. COWI oktober 2019 for Region Midtjylland, Miljø.

/6/ Initial Characterization and Initial Draining/Re-infiltration. NorthPestClean. February 2012.

/7/ HØFDE 42. Afgrænsning af nedsivningsområde. Undersøgelsesrapport. Region Midtjylland december 2013. COWI, Rambøll m.f.

/8/ Høfde 42, Harboøre Tange. Supplerende undersøgelser omkring planlagt spunsvæg. NIRAS for Ringkjøbing Amt. November 2005

/9/ Etablering af spunsvæg ved høfdedepot på Harboøre Tange. Geoteknisk undersøgelse, Data. COWI, Marts 2004

/10/ Fjernelse af kemikalieaffaldsdepot ved Høfde 42 på Harboøre Tange, afsluttende undersøgelser, COWI og Miljøstyrelsen, 1981

/11/ Høfde 42 - Undersøgelse af forureningssituationen ved Høfde 42 og "Cheminovahullet" på Harboøre Tange, Ringkjøbing Amt, 2001

/12/ Højvandsstatistikker 2017 med bilag. Miljø- og Fødevareministeriet, Kystdirektoratet. Revideret februar 2019.

/13/ Nyt studie: Fortidens stormfloder rammer nutidens Danmark. Udarbejdet af DMI 5/12/2021.

/14/ Harboøre. Thyborønvej. Høfde42. Forberedende arbejder. Oprensning af forurening til kote -3,0 til -3,5. Geotekniske Undersøgelser. GEO for Region Midtjylland. Juni 2021.

BILAG 1

Udvalgte
installationer_luftfoto
Høfde 42

Trykledning, hjælpepunkt
Trykledning
Bunker
Fixpunkt
Testcelle - hjælpepunkt
Testcelle
Teknikbrønd
Ledning til havet
Vandledning
Nedsivningsdræn
Kabeltracé
Stenafgrænsning
Vej
Skråning
Høfde 42
Dige
Elskur
Spuns
Nedsivningsområde 2012
Indbygningsflader
Samleledning dræn ø160 mm, gravitation
Dræn
Trykledning til havet
Samleledning dræn, gravitation
Drænsamlebrønd
Trykledning ø60 mm
Dræn

Indmålingspunnkt, gendeponering

Kabelrør og vand til tidligere skur

Område med gendeponeret forurenet jord

Testrør

Grædebrønde

Luftfoto er fra 2019.

Bilag 1

Oversigtsplan - Høfde 42

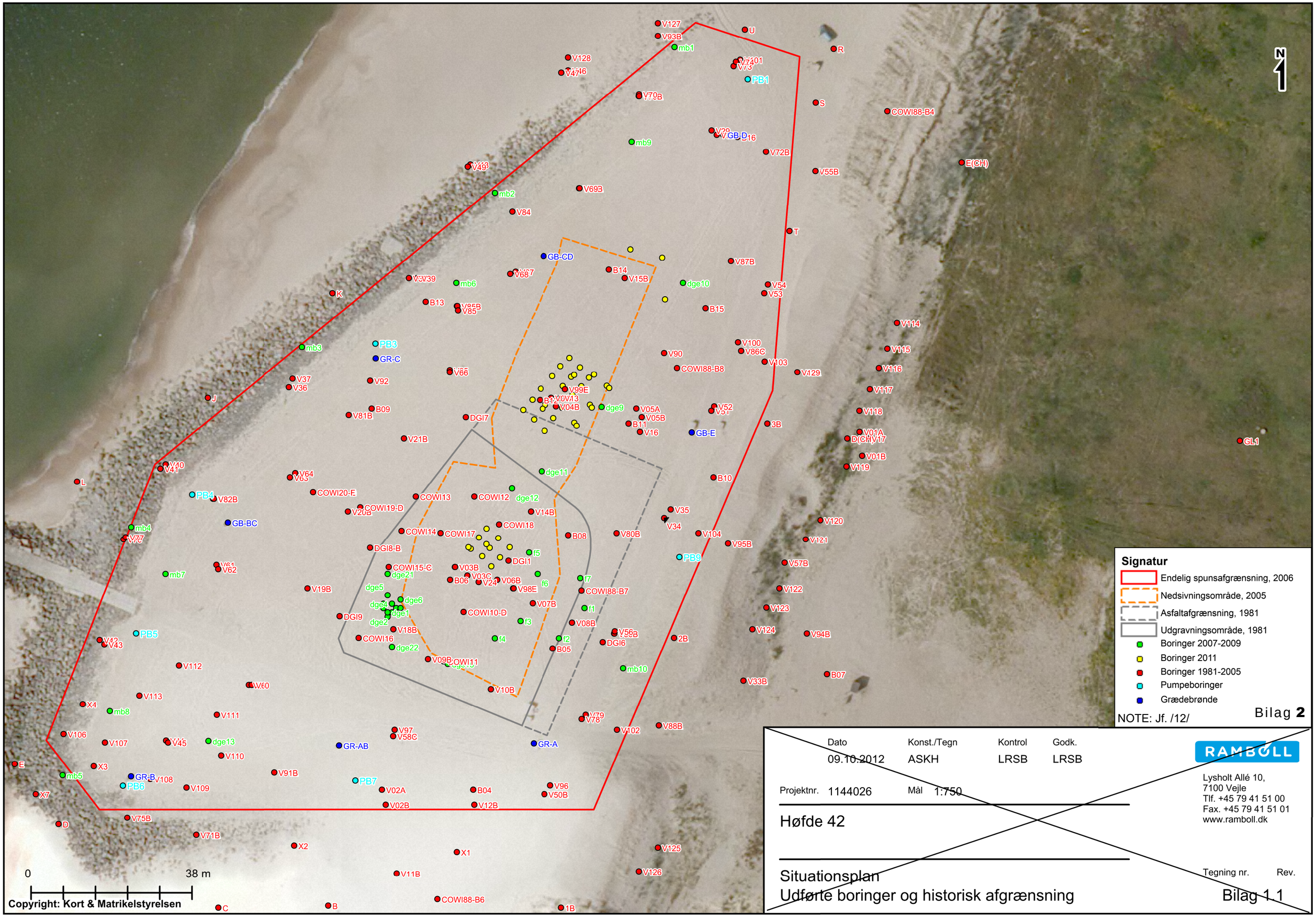
Udvalgte installationer inden for spuns

Rev.:	1
Dato:	05-11-2020
Udarb.:	KAO
Kontrol:	HES
Sagsnr.:	10409136

NIRAS
Sortemosevej 19
3450 Allerød
www.niras.dk

BILAG 2

Oversigtsplan. Placering af boringer


N
0
38 m
Copyright: Kort & Matrikelstyrelsen
Signatur
Endelig spunsafgrænsning, 2006
Nedsivningsområde, 2005
Asfaltafgrænsning, 1981
Udgravningsområde, 1981
Boringer 2007-2009
Boringer 2011
Boringer 1981-2005
Pumpeboringer
Grædebrønde
NOTE: Jf. /12/
Bilag 2
Dato 09.10.2012
Konst./Tegn ASKH
Kontrol LRSB
Godk. LRSB
Projektnr. 1144026
Mål 1:750
Høfde 42
Situationsplan
Udførte boringer og historisk afgrænsning
Tegning nr. Bilag 1.1
Rev.
RAMBØLL
Lysholt Allé 10,
7100 Vejle
Tlf. +45 79 41 51 00
Fax. +45 79 41 51 01
www.ramboll.dk

BILAG 3

Geoteknisk notat.
Spunsvæg.

21. december 2020

Notat

Region Midtjylland

Høfte 42

Vurdering af eksisterende spuns anvendelighed

Projekt ID:
Ændret: 21-12-2020 09:10
Revision

Udarbejdet af ABC
Kontrolleret af AKR/HEM
Godkendt af HEM

1 Indledning

Indeværende notat indeholder en vurdering af om det er muligt, at benytte eksisterende afskærende spunsvæg som indfatningsvæg for den udgravningssituation, der omfatter opgravning af jord til kote -3 i depotet ved Høfde 42.

I rapport "Afgravning, transport og kontrolleret deponering af forurenet sediment fra Høfde 42, Miljøprojekt nr. 1197 2007" har COWI tidligere er der gennemført en vurdering at spunsvæggen kan genbruges for en udgravning til kote -3, og at dette løses med forankring af spunsvæggen til hhv. ankerbolte på landsiden pæle på havsiden, men der foreligger ikke nærmere detaljer eller grundlag for denne vurdering.

Hvor intet andet eksplicit er angivet refererer koter til DVR90.

2 Grundlag for vurderingen:

Vurderingen i indeværende notat bygger på følgende grundlag og antagelser.

2.1 Geoteknisk grundlag:

Geotekniske undersøgelse udført af Cowi for Ringkøbing Amt Teknik og Miljø: Etablering af spunsvæg ved høftedepot på Harboøre Tange, Geoteknisk undersøgelse, Data. Marts 2004

2.2 Normgrundlag:

Geoteknisk normgrundlag

DS/EN 1997 DKNA:2020

Projektet antages henført til geoteknisk kategori 2

Der antages indledningsvist konsekvensklasse CC3, med grundlag i at konsekvenserne af et sammenbrud af spunsen på et tidspunkt med en højvandssituation kan være meget store.

Der regnes følgelig uden reduktion for partialkoefficienterne selv om der er tale om en midlertidig situation, hvor spunsvæggen skal fungere som indfatningsvæg til sikring af udgravningens sider.

NIRAS A/S
Sortemosevej 19
3450 Allerød

T: +45 4810 4200
D: +45 4032 7925
E: ABC@NIRAS.DK

www.niras.dk
CVR-nr. 37295728
FRI, FIDIC

2.3 Spunsvæggen

Der er installeret en afskærende spunsvæg rundt om oprensningsområdet.

- ARCELOR AZ 13 10/10
- Væggen er oplyst udført med stålkvalitet S355
- Spidskote -10,8
- Topkote +3,0
- Væggen er oplyst udført med stålkvalitet S355

- *Profilerne er oplyst korrosionsbeskyttet med overfladebehandling og katodisk beskyttelse og der antage intakt ståltværsnit efter 14 år i jorden.*

Spunsvæggens data i intakt tilstand er følgende:

Figur 2.1: Steel Sheet Piling, General katalogue 2008, ArcelorMittal.

Section	Width	Height	Thickness		Sectional area	Mass		Moment of inertia	Elastic section modulus	Static moment	Plastic section modulus	Class[1,]					
	b mm	h mm	t mm	s mm	cm²/m	kg/m of single pile	kg/m² of wall	cm⁴/m	cm³/m	cm³/m	cm³/m	S 240 GP	S 270 GP	S 320 GP	S 355 GP	S 390 GP	S 430 GP
AZ 13 10/10	670	304	10.0	10.0	143	75.2	112	20480	1350	795	1589	2	2	2	2	3	3

2.4 Udgravningsscenarie

Følgende udgravningsscenarie er undersøgt:

- Udgravning for anker/afstivning (scenarie A)
- Fuld udgravning med et ankerniveau/afstivning til fuld dybde (scenarie B)
- Udgravning til kote -2,5 før efterfølgende sektionsvis udgravning (Scenarie C1)
- Udgravning i sektioner med aflastende afrømning på ydersiden (bagsiden) af spunsvæggen (scenarie C2)

2.5 Dimensionsgivende vandspejl

I et notat (i udkast) til Ringkjøbing Amt, Teknik og Miljø: Etablering af spunsvæg ved høfdedepot på Harboøre Tange, Vurdering af Stenbeskyttelse, Marts 2005 (Udkast 16. marts 2005) refererer COWI til en højvandsstatistik fra Ferring fra 2002 som grundlag for fastlæggelses af en 100 års hændelse. Denne hændelse er fastsat til kote +2,8 DNN, hvilket svarer til +2,7 DVR90.

Selv om der er tale om en midlertidig spunsvæg der ikke skal sikre eksisterende konstruktioner er konsekvenserne af et sammenbrud i en højvandssituation at forurening kan spredes.

Vandtrykket er en drivende faktor for påvirkningen af en spunsvæggen og behov for afstivning for at spunsvæggen med sin spidskote og kapacitet kan anvendes. En øvre værdig på vandtrykspåvirkningen af spunsvæggen på dennes bagside vil svare til top af spunsvæg, og da denne er tæt på det højvande som COWI har

defineret, benytte højvande på bagsiden svarende til top af spuns i kote +3,0 som grundlag.

Der antages derfor følgende vandspejl.

- *Et dimensionsgivende vandspejl på bagsiden af spunsvæggen svarende til top af spunsvæggen i kote +3*
- *Et dimensionsgivende vandspejl på forsiden af spunsvæggen svarende udgravningsniveau i kote -3*
- *Anvendes sektionsvis udgravning antages vandspejl svarende til oversiden af udgravning og for aflastende afrømning bag spunsvæggen antages midlertidigt vandspejl svarende til afrømningsniveau bag væggen.*

2.6 Geoteknisk designprofil for spunsvægsberegning

Der er udført geotekniske boringer med CPT og vingeforsøg. På baggrund af disse boringer er følgende retningsgivende geoteknisk designprofil blevet fastlagt for beregning af spunsvæggens stabilitet.

Som grundlag for en geoteknisk overslagsberegning af om spunsvæggen med dens egenskaber og top/spidskote er følgende lagfølge og geotekniske parametre benyttet.

Tabel 2.1:Geotekniske Designprofiler for overslagsberegning

Kote	Jord	Rumvægt			
		γ	γ'	φ*	c′
		[kN/m^3]	[kN/m^3]	[º]	[kN/m^3]
+3	FYLD: Sand /Grus	19	9	35	0
0	SAND: fint-mellem	19	9	33	0
-3	SILT/LER	18	8	31	0
-9	LER	18	8	25/20	0

*) hvor to værdier er angivet refererer den første værdi til bagsiden af væggen og den anden til forsiden af væggen. altså til udgravningssiden.

3 Eftervisning af spunsvæggens anvendelighed

3.1 Momentkapacitet af spunsvæggen

Med den aktuelle godstykkelse på 10 mm for spunsprofilet skal flydespændingen ikke reduceres og der benyttes en karakteristisk flydespænding på 355 MPa.

Antages CC3 med K_{FI}=1,1 på materialeparametrene, bliver den regningsmæssige flydespænding 355/1,1/1,1 = 293 MPa

For et intakt profil i tværsnitsklasse 2 kan det plastiske modstandsmoment benyttes, men korrosion af profilet kan nedsætte profilets tværsnitsklasse. Det er indledningsvist antaget at spunsprofilets korrosionsbeskyttelse har været tilstrækkelig og at der spunsprofilet ikke er korroderet i et omfang der har reduceret styrken. Denne antagelse bygger på at spunsvæggen er overfladebeskyttet og katodisk beskyttet, og kun har er få år gammel. Det anbefales, at denne forudsætning verificeres. I overslagsberegningen benyttes derfor indledningsvist et elastiske modstandsmoment på 1350 cm3/m, svarende til ukorroderet profil.

Den regningsmæssige momentkapacitet for spunsprofilet bliver Md = 396 kNm/m, og udgravning og afstivning skal udformes således at dette moment ikke overskrides. Videre gælder, at der ikke må regnes med flydecharnier uden at der foretages detaljerede beregninger af spunsvæggen strukturelle kapacitet, herunder bl. kontrol for rotationskapacitet, som normalt foretages med udgangspunkt i detaljerede beregninger af samvirkningen mellem jord og konstruktion i f.eks. avancerede geotekniske beregningssoftware (Finite Element beregninger)

3.2 Beregningsmetode for spunsvæg

3.2.1 Ligevægtsberegninger spunsvæg:

Der er gennemført beregning af følgende udgravningstrin

A1) Udgravning til kote 0,5 for udførelse af forankring til spunsvæggen i kote +1.
A2) Udgravning til fuld udgravningskote -3.
C1) Udgravning til kote -2,5 for sektionsvis udgravning mellem kote -2,5 til -3,0
C2) Udgravning til kote -3 i sektioner forudsat afrømning bag spuns til kote +2

Ovenstående scenarier er undersøgt med den forudsætning af at generelt der ikke forekommer terræn bagved spunsvæggen over kote +3, dvs at jord over kote + 3 således afrømmes.

Beregningerne er udført efter Brinch Hansens jordtryksteori, ved anvendelse af det geotekniske software WinSpooks.

Med de aktuelle grundforhold antages afstivningen udført med en afstivning/forankring, der ikke giver anledning til nedadrettede komposant af afstivningskraften. Dermed er det alene det resulterende lodrette jordtryk der indgår i eftervisning af lodret ligevægt.

Beregningen er i udgangspunktet udført ved antagelse af en brudmåde med svigtende indspænding af den nedre del af spunsvæggen, med samtidig fastholdt anker og uden charnier i væggen. Denne metode er valgt for at få så høj spidskote som muligt, men det giver et højt afstivningsbehov for ikke at overbelaste væggen. Detaljerede vurderinger kan foretages i senere fase, herunder vurdering af en

brudmåde med samtidig udvikling af flydecharnier, men dette beregningsmetode kræver forholdsvist omfattende kontroller af spunsvæggens strukturelle kapacitet der ligger uden for denne opgaves rammer.

Der regnes med ruhed 0,5 på både forside og bagside af spunsvæggen.

Der antages at terræn på bagsiden af spunsvæggen ikke merbelastes i en afstand på 8 m bag spunsvæggen i udgravningssituation efter at ankrene er etableret – dette for ikke et belaste spunsvæggen. Det er således en betingelse for de gennemførte beregninger at alle anlægsaktiviteter foretages med materiel og materialeoplæg inden for spunsvæggen (forsiden) og ikke uden for (bag ved denne).

Der antages at terræn afrømmes generelt så der ikke er terræn højere end kote +3 bag spunsvæggen i en afstand på 8 m bag denne samme afstand som hvor terræn antages ubelastet uden belastning fra materialer og materiel.Beregningerne giver følgende krav til spidskote, til spunsvæggens momentkapacitet og krav til afstivningskapacitet. Der henvises til bilag A for detaljer i beregningerne og til oversigtstabellen herunder, hvor 4 udgravningstrin er angivet:

A) Udgravning til afstivning, B) færdig udgravning til kote -3, C1) udgravning under kote -2,5 med C2 sektionsvis udgravning med afrømning bag væg og begrænset vandspejl bag væg i kote +2.

Tabel 3.1: Resultat af spunsvægsberegninger. Der er også vurderet effekt af sektionsvis udgravning 1 m dybde og aflastende afgravning på bagsiden af spusnvæggen.

Udgravningsscenarier:	A) Udgravn kote +0, for anker. i +0,5 eller derover.	B) Udgravning Fuld dybde anker i +1	C1) Anker i kote +1 Sektionsvis udgravn. under kote -2,5	C2) Anker i kote +1 udgrav kote-3 og afrømning bag væg til kote +2, samt VSP ikke over kote +2
Moment, Md [knm/m]	298	1383	348	388
Afstivning, Fd [kN/m]	0	537	307	236
Krav til spidskote	-7,5	-14,4	-8,0	-8.5

Ud fra de givne momenter og ankerniveauer kan udgravningen gennemføres ved anvendelse af sektionsvis udgravning (1 m dybde) og med 1 m afrømning på bagsiden af spunsvæggen ned til kote +2, hvis vandspejlet uden for spunsvæggen ikke er over kote +2,0.

3.2.2 Forankring/afstivning af spunsvæg

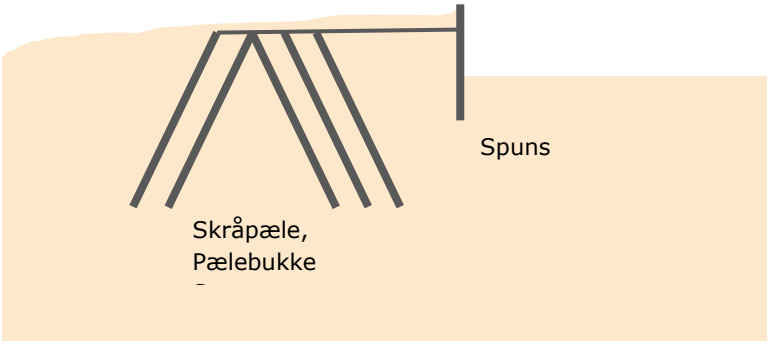
Den resulterende forankringskraft undersøges i det følgende optaget i pælebukke.

Da pæle i sand normal ikke kan antages væsentlig trækkapacitet, søges størstedelen af den vandrette kraft fra pælene optaget som tryk, hvilket skal ses i lyset af at der er en del sand i området.

Udgangspunktet for beregningerne er at pælene ramme med hældning 3:1

Pæle med et krav til top og spidskote skal derfor være 5% længere end den lodrette koteforskel men i følgende overslagsberegning tages ikke hensyn til dette (på den sikre side). Med en normal maksimal pælelængde på 18 m, regnes i det følgende med en pæle til 17 m under topkoten

Pælebukkene regnes alene at optage vandret last som aksiale laster.



Figur 3.1: Principskitse af pælebukke som afstivning, men nøcvendigt pæleomfanget vurderes som voldsomt.

Udgangspunkt er pæle rammet fra kote 0, og med en spidskote i -17. Med grundlag i den geotekniske rapport benyttes silt/ler fra kote -9 og til kote -17.

Som grundlag for fastlæggelse af den geostatiske beregning af pælene tryk og trækbæreevne antages at pælene rammes gennem 8 m ler med en udrænet forskydningsstyrke på cu_k = 80 kPa for overfladen (nedre middelværdi) og for spidsen (forsigtig nedre værdi) cu_k = 80 kPa. Med grundlag i boreprofilerne. Dette er en konservativ betragtning

Dette giver en regningsmæssig overfladebæreevne i leren på

$Rsd,ler = m \cdot r \cdot cuk \cdot \Delta A / \gamma_{S/\xi} = 1 \cdot 0{,}4 \cdot 80\ kN/m^2 \cdot 1{,}2\ m2/m \cdot 8\ m/1{,}3/1{,}5 = 157\ kN$

$Rbd,ler = A_b \cdot 9 \cdot cu_k / \gamma_{b\,/\,\xi} = 0{,}3^2\ m^2 \cdot 9 \cdot 80\ kN/m^2 \cdot /1{,}3/1{,}5 = 33\ kN$

Dette giver en samlet regningsmæssig aksial trykbæreevne på Rcd = 190 kN

Rtd,ler sættes = Rsd,ler = 157 kN

For 3:1 skråpæle giver dette en vandret komposant på 60 kN pr. trykpæl og 50kN for trækpæle (tryk når pælens spids vender mod spunsvæggen og træk når pælens spids vender bort fra spunsvæggen).

Disse bæreevner kan med en hældning på 3:1 tillægges en øget overflade i leren (skråt gennem leren) på 5%, men dette medtages ikke.

Med et krav til regningsmæssig forankring på ca. 300 kN/m bliver behovet for pæle anseeligt med ca. 5 pæle pr. meter væg. Dette forekommer voldsomt, og selv om beregningerne er overslagsmæssige og der er grundlag for optimering, bør alternativer vurderes.

Hvis der opstilles restriktioner på udgravning og gennemføres aflastende afrømning på ydersiden af spunsvæggen, når der udgraves under kote -2, kan afstivningsbehovet reduceres. For en udgravning til kote -3, og et vandspejl på bagsiden (ydersiden af spunsvæggen) ikke over kote +2 reduceres afstivningsbehovet til ca. 230 kN/m.

Alternativt til ydre afstivning kan overvejes at benytte indre afstivning mod supplerende spunsvægge, som kan trækkes og genbruges. Indre afstivning giver dog nogle begrænsninger på afstanden mellem spunsvæggene, og derfor kræver denne løsning at der installeres spuns i nogle rækker med indbyrdes afstand tilpasset den valgte dimension af indre afstivning. Der kan være mulighed for at udgravningen gennemføres i sektioner.

Samlet set viser overslagsberegningerne at der er mulighed for at genanvende den eksisterende spunsvæg, men afstivningsbehovet er stort, dog kan dette reduceres ved f.eks sektionsvis udgravning samtidig med aflastende afrømning på bagsiden af spunsvæggen og restriktioner på vandspejl på ydersiden af spunsvæggen, når de dybe sektioner udgraves. Videre kan der gennemføres mere omfangsrige og detaljerede beregninger med grundlag i mere detaljerede undersøgelser som formodentlig kan afdække mere kapacitet.

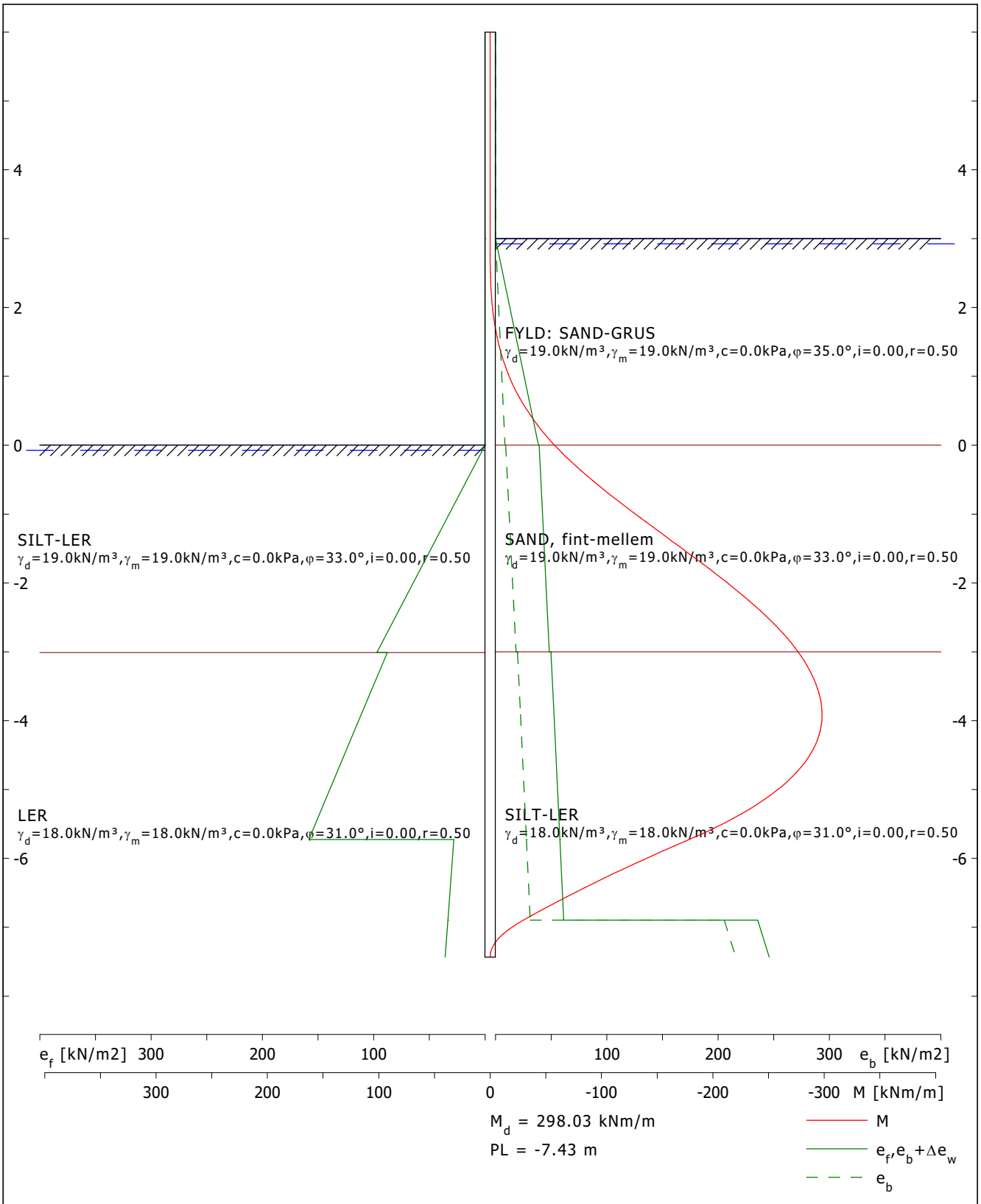
Det skal bemærkes, at den sektionsvise udgravning kan gennemføres uden at reducere risikoen, da sektionerne (udgravning og tilbagefyldning med ren friktionsjord) kan foretages hurtig inden for det ”vindue” hvor vandet står tilpas lavt. Et vandspejl over kote +2 vil ikke forekomme uvarslet, hvorfor vi vurdere, at det vil være tilladeligt at regne med vandspejl på ydersiden i kote +2 i en kortvarig situation (f.eks. når udgravning af den enkelte sektion udføres), dette mod at der føres kontrol med vandspejlet og at arbejdet planlægges efter DMI’s varslinger.

Appendix 1: Ligevægtsberegning af spuns (Spooks)

Udgravning for anker/afstivning

Udgravning til kote -3 plan bund

Bilag udgravning til kote -2,5 for sektionsvis udgravning mellem kote -2,5 og kote -3,0



NIRAS

Job: 10409136 Høfte42

Prepared	: ABC	Date : 18. dec 2020	Subject: Scenarie, fri væg 001, udgr. for afstiv		A
Checked	: AKR	Date : 18. dec 2020			Page 1/1
Approved	: HES	Date : 18. dec 2020	Report	Enclosure	Rev.

2020-12-20 20:40:24 C:\Users\ABC\OneDrive - NIRAS\Projekter\Høfte42\KS-opretning\AA-Udg_+0_fri_væg.abc.spooks

Project Data:

File name:	AA-Udg_+0_fri_væg.abc.spooks
Project:	10409136 Høfte42
Subject:	Scenarie, fri væg 001, udgr. for afstiv
Executed:	ABC
Date:	18. dec 2020

Unit weight of water:

Characteristic	Design
10.00	10.00

Failure mode:

0 1 0

Top of Wall 6.00 m

Stratification on back side of wall, characteristic values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
3.00	19.00	19.00	0.00	35.00	0.00	0.50	FYLD: SAND-GRUS
0.00	19.00	19.00	0.00	33.00	0.00	0.50	SAND, fint-mellem
-3.00	18.00	18.00	0.00	31.00	0.00	0.50	SILT-LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	25.00	0.00	0.50	LER

Stratification on front side of wall, characteristic values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
0.00	19.00	19.00	0.00	33.00	0.00	0.50	SILT-LER
-3.01	18.00	18.00	0.00	31.00	0.00	0.50	LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	20.00	0.00	0.50	LER Ma

Stratification on back side of wall, design values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
3.00	19.00	19.00	0.00	27.94	0.00	0.50	FYLD: SAND-GRUS
0.00	19.00	19.00	0.00	26.20	0.00	0.50	SAND, fint-mellem
-3.00	18.00	18.00	0.00	24.47	0.00	0.50	SILT-LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	19.46	0.00	0.50	LER

Stratification on front side of wall, design values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
0.00	19.00	19.00	0.00	26.20	0.00	0.50	SILT-LER
-3.01	18.00	18.00	0.00	24.47	0.00	0.50	LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	15.42	0.00	0.50	LER Ma

Water levels:

front	back
0.00 m	3.00 m

Loads:

	Characteristic	Design
q_f	0.00 kN//m2	0.00 kN//m2
q_b	0.00 kN//m2	0.00 kN//m2
z_r		3.00 m

Partial factores of safty:

$f_{\gamma f}$	1.00	$f_{\gamma b}$	1.00
f_{wat}	1.00		
f_{qf}	1.00	f_{qb}	1.00
f_{cf}	1.32	f_{cb}	1.32
$f_{\varphi f}$	1.32	$f_{\varphi b}$	1.32

Control Parameters:

SC

s

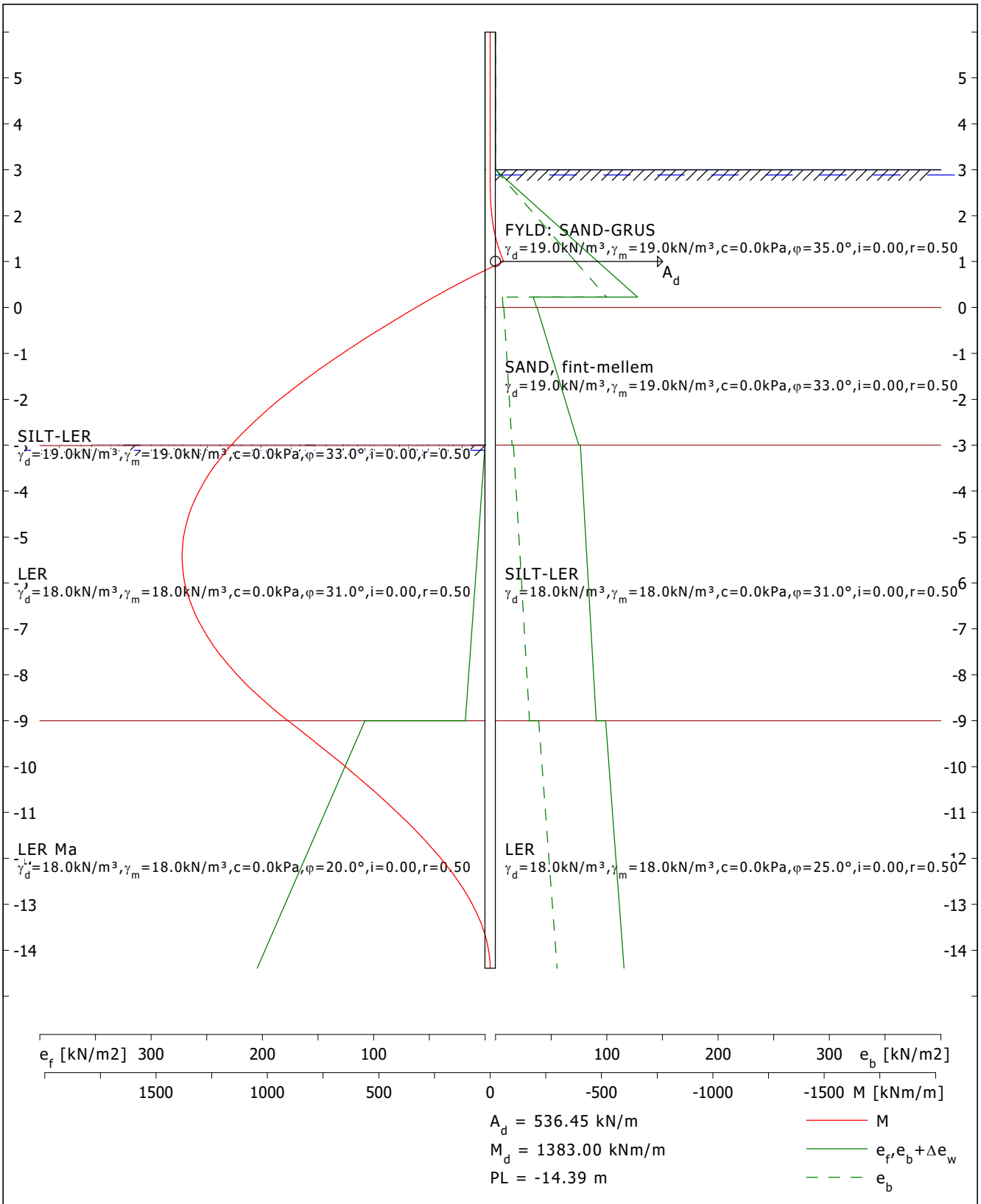
Input no name, plot C:\Users\ABC\AppData\Local\Temp\spooks.plt

	LEVEL	BETA	P	GAMMA A.GWL	GAMMA B.GWL	GRA-DIENT	PHI	C	ROUGH-NESS
	m	deg	kN/m2	kN/m3			deg	kN/m2	
FRONT	0.00	0.00	0.00						
				19.00	19.00	0.	26.20	0.00	0.50
	-3.01 /			18.00	18.00	0.	24.47	0.00	0.50
	-9.00 /			18.00	18.00	0.	15.42	0.00	0.50
BACK	3.00	0.00	0.00						
				19.00	19.00	0.	27.94	0.00	0.50
	0.00 /			19.00	19.00	0.	26.20	0.00	0.50
	-3.00 /			18.00	18.00	0.	24.47	0.00	0.50
	-9.00 /			18.00	18.00	0.	19.46	0.00	0.50

WATER (levels : front 0.00, back 3.00) 10.00 FAILURE MODE : 0 1 0

	LEVEL	EARTH PRESSURE ON FRONT	EARTH PRESSURE ON BACK	DIFFRNTL WATER PRS ON BACK
	m	kN/m2	kN/m2	kN/m2
TOP OF WALL	6.00			
UPPER GROUND AND WATER	3.00		0.00	0.00
ABOVE GROUND LEVEL FRONT	0.00		8.58	30.00
BELOW "	0.00	0.00	9.24	30.00
ABOVE BOUNDARY OF LAYER	-3.00	96.92	18.47	30.00
BELOW "	-3.00	96.92	19.85	30.00
ABOVE BOUNDARY OF LAYER	-3.01	97.25	19.88	30.00
BELOW "	-3.01	87.82	19.88	30.00
ENCASTRE LEVEL	-3.912	111.22	22.54	30.00
	-5.726	158.27	27.87	30.00
ENCASTRE MOMENT)	-5.73	28.01	27.87	30.00
is -298.03 kN)	-6.90	33.37	31.31	30.00
	-6.896	33.37	205.61	30.00
FOOT LEVEL	-7.432	35.83	215.96	30.00

*



2020-12-20 21:36:54 C:\Users\ABC\OneDrive - NIRAS\Projekter\Høfte42\KS-opretning\AB-Udg_-3_A+1.abc.spooks

NIRAS

Job: 10409136 Høfte42

Prepared	: ABC	Date : 17. dec 2020	Subject: Scenarie, udgr. for afstiv	B
Checked	: AKR	Date : 17. dec 2020		Page 1/1
Approved	: HES	Date : 17. dec 2020	Report Enclosure	Rev.

Project Data:

File name:	AB-Udg_-3_A+1.abc.spooks
Project:	10409136 Høfte42
Subject:	Scenarie, udgr. for afstiv
Executed:	ABC
Date:	17. dec 2020

Unit weight of water:

Characteristic	Design
10.00	10.00

Failure mode:

0 0 0

Top of Wall 6.00 m

Stratification on back side of wall, characteristic values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
3.00	19.00	19.00	0.00	35.00	0.00	0.50	FYLD: SAND-GRUS
0.00	19.00	19.00	0.00	33.00	0.00	0.50	SAND, fint-mellem
-3.00	18.00	18.00	0.00	31.00	0.00	0.50	SILT-LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	25.00	0.00	0.50	LER

Stratification on front side of wall, characteristic values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
-3.00	19.00	19.00	0.00	33.00	0.00	0.50	SILT-LER
-3.01	18.00	18.00	0.00	31.00	0.00	0.50	LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	20.00	0.00	0.50	LER Ma

Stratification on back side of wall, design values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
3.00	19.00	19.00	0.00	27.94	0.00	0.50	FYLD: SAND-GRUS
0.00	19.00	19.00	0.00	26.20	0.00	0.50	SAND, fint-mellem
-3.00	18.00	18.00	0.00	24.47	0.00	0.50	SILT-LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	19.46	0.00	0.50	LER

Stratification on front side of wall, design values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
-3.00	19.00	19.00	0.00	26.20	0.00	0.50	SILT-LER
-3.01	18.00	18.00	0.00	24.47	0.00	0.50	LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	15.42	0.00	0.50	LER Ma

Water levels:

front	back
-3.00 m	3.00 m

Loads:

	Characteristic	Design
q_f	0.00 kN//m2	0.00 kN//m2
q_b	0.00 kN//m2	0.00 kN//m2
z_r		3.00 m

Partial factores of safty:

$f_{\gamma f}$	1.00	$f_{\gamma b}$	1.00
f_{wat}	1.00		
f_{qf}	1.00	f_{qb}	1.00
f_{cf}	1.32	f_{cb}	1.32
$f_{\varphi f}$	1.32	$f_{\varphi b}$	1.32

Anchor:

z_A	1.00 m

Control Parameters:

SC

s

Input no name, plot C:\Users\ABC\AppData\Local\Temp\spooks.plt

	LEVEL	BETA	P	GAMMA A.GWL	GAMMA B.GWL	GRA-DIENT	PHI	C	ROUGH-NESS
	m	deg	kN/m2	kN/m3			deg	kN/m2	
FRONT	-3.00	0.00	0.00						
				19.00	19.00	0.	26.20	0.00	0.50
	-3.01 /			18.00	18.00	0.	24.47	0.00	0.50
	-9.00 /			18.00	18.00	0.	15.42	0.00	0.50
BACK	3.00	0.00	0.00						
				19.00	19.00	0.	27.94	0.00	0.50
	0.00 /			19.00	19.00	0.	26.20	0.00	0.50
	-3.00 /			18.00	18.00	0.	24.47	0.00	0.50
	-9.00 /			18.00	18.00	0.	19.46	0.00	0.50

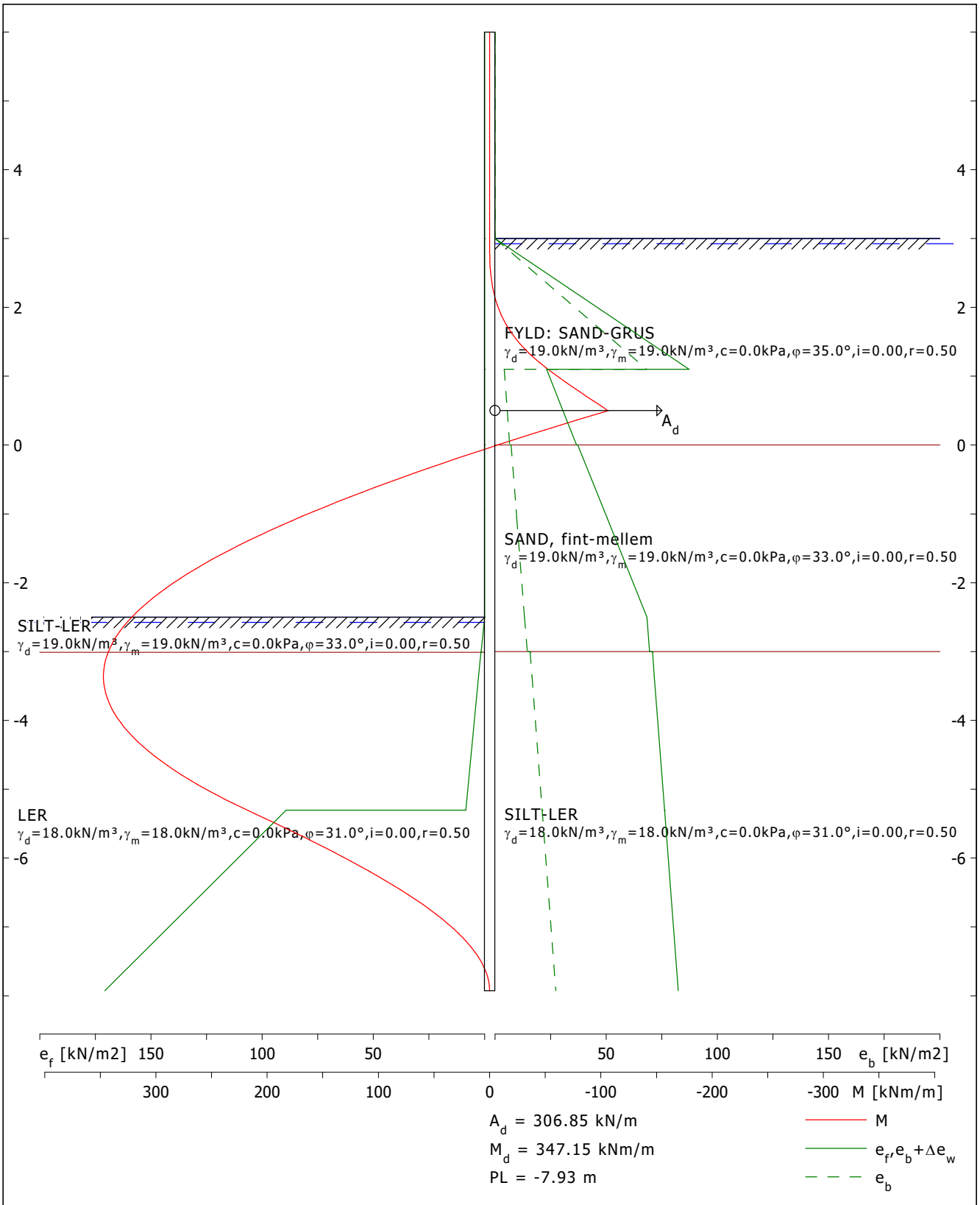
WATER (levels : front -3.00, back 3.00) 10.00 FAILURE MODE : 0 0 0

	LEVEL	EARTH PRESSURE ON FRONT	EARTH PRESSURE ON BACK	DIFFRNTL WATER PRS ON BACK
	m	kN/m2	kN/m2	kN/m2
TOP OF WALL	6.00			
UPPER GROUND AND WATER	3.00		0.00	0.00
ANCHOR	1.00		71.88	20.00
ABOVE PRESSURE JUMP	0.22		99.75	27.75
BELOW "	0.22		6.34	27.75
ABOVE BOUNDARY OF LAYER	0.00		6.85	30.00
BELOW "	0.00		7.45	30.00
ABOVE GROUND LEVEL FRONT	-3.00		14.91	60.00
BELOW "	-3.00	0.00	16.21	60.00
ABOVE BOUNDARY OF LAYER	-3.01	0.03	16.23	60.00
MOMENT MAXIMUM	-5.42	7.13	22.02	60.00
ABOVE BOUNDARY OF LAYER	-9.00	17.65	30.61	60.00
BELOW "	-9.00	107.81	38.95	60.00
FOOT OF WALL	-14.392	204.67	55.42	60.00

ANCHOR FORCE..... 536.45 kN/m at 1.00
MOMENT AT ANCHOR..... -61.26 kN

```
LEVEL OF MAXIMUM MOMENT.       -5.422
MAXIMUM MOMENT.........     1383.04 kN
LEVEL OF FOOT..........      -14.392

*
```



NIRAS

Job: 10409136 Høfte42

Prepared	: ABC	Date : 17.dec 2020	Subject: Scenarie, udgr. 2,5 før sektionsvis udgr		C1
Checked	: AKR	Date : 17.dec 2020			Page 1/1
Approved	: HES	Date : 17.dec 2020	Report	Enclosure	Rev.

2020-12-20 21:35:34 C:\Users\ABC\OneDrive - NIRAS\Projekter\Høfte42\KS-opretning\AC1-Udg_-2.5_A+0,5.abc.spooks

Project Data:

File name:	AC1-Udg_-2.5_A+0,5.abc.spooks
Project:	10409136 Høfte42
Subject:	Scenarie, udgr. 2,5 før sektionsvis udgr
Executed:	ABC
Date:	17.dec 2020

Unit weight of water:

Characteristic	Design
10.00	10.00

Failure mode:

0 0 0

Top of Wall 6.00 m

Stratification on back side of wall, characteristic values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
3.00	19.00	19.00	0.00	35.00	0.00	0.50	FYLD: SAND-GRUS
0.00	19.00	19.00	0.00	33.00	0.00	0.50	SAND, fint-mellem
-3.00	18.00	18.00	0.00	31.00	0.00	0.50	SILT-LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	25.00	0.00	0.50	LER

Stratification on front side of wall, characteristic values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
-2.50	19.00	19.00	0.00	33.00	0.00	0.50	SILT-LER
-3.01	18.00	18.00	0.00	31.00	0.00	0.50	LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	20.00	0.00	0.50	LER Ma

Stratification on back side of wall, design values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
3.00	19.00	19.00	0.00	27.94	0.00	0.50	FYLD: SAND-GRUS
0.00	19.00	19.00	0.00	26.20	0.00	0.50	SAND, fint-mellem
-3.00	18.00	18.00	0.00	24.47	0.00	0.50	SILT-LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	19.46	0.00	0.50	LER

Stratification on front side of wall, design values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
-2.50	19.00	19.00	0.00	26.20	0.00	0.50	SILT-LER
-3.01	18.00	18.00	0.00	24.47	0.00	0.50	LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	15.42	0.00	0.50	LER Ma

Water levels:

front	back
-2.50 m	3.00 m

Loads:

	Characteristic	Design
q_f	0.00 kN//m2	0.00 kN//m2
q_b	0.00 kN//m2	0.00 kN//m2
z_r		3.00 m

Partial factores of safty:

$f_{\gamma f}$	1.00	$f_{\gamma b}$	1.00
f_{wat}	1.00		
f_{qf}	1.00	f_{qb}	1.00
f_{cf}	1.32	f_{cb}	1.32
$f_{\varphi f}$	1.32	$f_{\varphi b}$	1.32

Anchor:

z_A	0.50 m

Control Parameters:

SC

s

Additional pressures:

z	ez
m	kN/m^2
-0.94	0.00
-0.96	0.00
-1.04	0.00
-1.06	0.00

Input no name, plot C:\Users\ABC\AppData\Local\Temp\spooks.plt

	LEVEL	BETA	P	GAMMA A.GWL	GAMMA B.GWL	GRA-DIENT	PHI	C	ROUGH-NESS
	m	deg	kN/m2	kN/m3			deg	kN/m2	
FRONT	-2.50	0.00	0.00						
				19.00	19.00	0.	26.20	0.00	0.50
	-3.01 /			18.00	18.00	0.	24.47	0.00	0.50
	-9.00 /			18.00	18.00	0.	15.42	0.00	0.50
BACK	3.00	0.00	0.00						
				19.00	19.00	0.	27.94	0.00	0.50
	0.00 /			19.00	19.00	0.	26.20	0.00	0.50
	-3.00 /			18.00	18.00	0.	24.47	0.00	0.50
	-9.00 /			18.00	18.00	0.	19.46	0.00	0.50

WATER (levels : front -2.50, back 3.00) 10.00 FAILURE MODE : 0 0 0

ADDITIONAL PRESSURE INTENSITIES ON BACK :

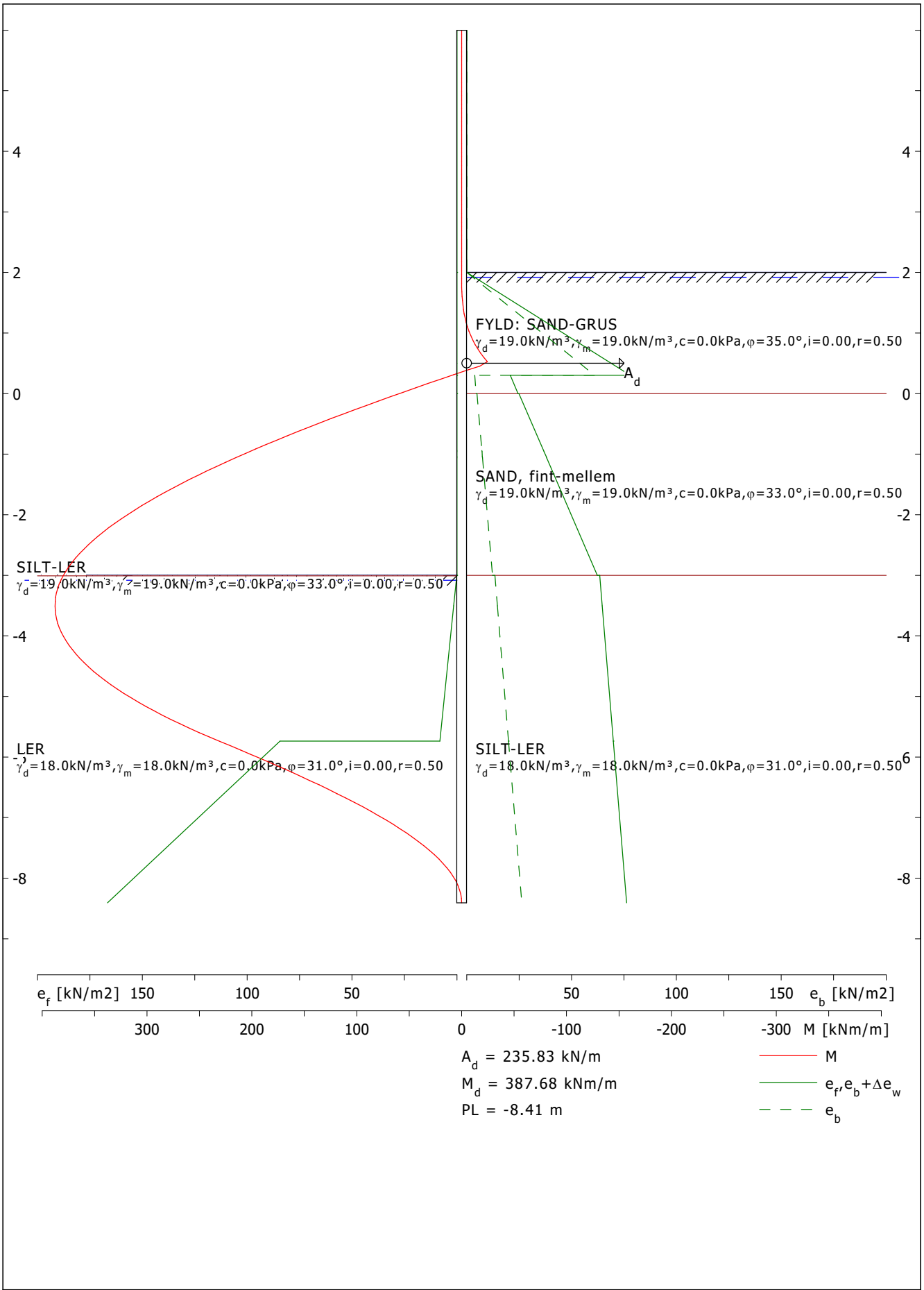
level	-0.94	-0.96	-1.04	-1.06
e-add	0.00	0.00	0.00	0.00

	LEVEL	EARTH PRESSURE ON FRONT	EARTH PRESSURE ON BACK	DIFFRNTL WATER PRS ON BACK
	m	kN/m2	kN/m2	kN/m2
TOP OF WALL	6.00			
UPPER GROUND AND WATER	3.00		0.00	0.00
ABOVE PRESSURE JUMP	1.10		68.28	19.00
BELOW "	1.10		4.22	19.00
ANCHOR	0.50		5.56	25.00
ABOVE BOUNDARY OF LAYER	0.00		6.67	30.00
BELOW "	0.00		7.27	30.00
(p-vertex)	-0.94		9.54	39.40
(p-vertex)	-0.96		9.59	39.60
(p-vertex)	-1.04		9.79	40.40
(p-vertex)	-1.06		9.84	40.60
GROUND AND WATER LEVEL	-2.50	0.00	13.32	55.00
ABOVE BOUNDARY OF LAYER	-3.00	1.54	14.54	55.00

BELOW "	-3.00	1.54	15.83	55.00
ABOVE BOUNDARY OF LAYER	-3.01	1.57	15.85	55.00
BELOW "	-3.01	1.69	15.85	55.00
MOMENT MAXIMUM	-3.36	2.72	16.67	55.00
ABOVE PRESSURE JUMP	-5.31	8.44	21.23	55.00
BELOW "	-5.31	89.20	21.23	55.00
FOOT OF WALL	-7.928	170.76	27.38	55.00

ANCHOR FORCE..... 306.85 kN/m at 0.50
MOMENT AT ANCHOR..... -106.88 kN
LEVEL OF MAXIMUM MOMENT. -3.361
MAXIMUM MOMENT..... 347.15 kN
LEVEL OF FOOT..... -7.928

*



2020-12-20 21:33:04 C:\Users\ABC\OneDrive - NIRAS\Projekter\Høfte42\KS-opretning\AC2-Udg_-3_A+1_bag-2.abc.spooks

NIRAS

Job: 10409136 Høfte42

Prepared	: ABC	Date : 17. dec 2020	Subject: Scenarie, udgrav + afrøm bag, brud 000		C2
Checked	: AKR	Date : 17. dec 2020			Page 1/1
Approved	: HES	Date : 17. dec 2020	Report	Enclosure	Rev.

Project Data:

File name:	AC2-Udg_-3_A+1_bag-2.abc.spooks
Project:	10409136 Høfte42
Subject:	Scenarie, udgrav + afrøm bag, brud 000
Executed:	ABC
Date:	17. dec 2020

Unit weight of water:

Characteristic	Design
10.00	10.00

Failure mode:

0 0 0

Top of Wall 6.00 m

Stratification on back side of wall, characteristic values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
2.00	19.00	19.00	0.00	35.00	0.00	0.50	FYLD: SAND-GRUS
0.00	19.00	19.00	0.00	33.00	0.00	0.50	SAND, fint-mellem
-3.00	18.00	18.00	0.00	31.00	0.00	0.50	SILT-LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	25.00	0.00	0.50	LER

Stratification on front side of wall, characteristic values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
-3.00	19.00	19.00	0.00	33.00	0.00	0.50	SILT-LER
-3.01	18.00	18.00	0.00	31.00	0.00	0.50	LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	20.00	0.00	0.50	LER Ma

Stratification on back side of wall, design values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
2.00	19.00	19.00	0.00	27.94	0.00	0.50	FYLD: SAND-GRUS
0.00	19.00	19.00	0.00	26.20	0.00	0.50	SAND, fint-mellem
-3.00	18.00	18.00	0.00	24.47	0.00	0.50	SILT-LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	19.46	0.00	0.50	LER

Stratification on front side of wall, design values:

z	γ_d	γ_m	c	φ			
m	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	deg.	i	r	Desc.
-3.00	19.00	19.00	0.00	26.20	0.00	0.50	SILT-LER
-3.01	18.00	18.00	0.00	24.47	0.00	0.50	LER
-9.00	18.00	18.00	0.00	15.42	0.00	0.50	LER Ma

Water levels:

front	back
-3.00 m	2.00 m

Loads:

	Characteristic	Design
q_f	0.00 kN//m2	0.00 kN//m2
q_b	0.00 kN//m2	0.00 kN//m2
z_r		2.00 m

Partial factores of safty:

$f_{\gamma f}$	1.00	$f_{\gamma b}$	1.00
f_{wat}	1.00		
f_{qf}	1.00	f_{qb}	1.00
f_{cf}	1.32	f_{cb}	1.32
$f_{\varphi f}$	1.32	$f_{\varphi b}$	1.32

Anchor:

z_A	0.50 m

Control Parameters:

SC

s

Additional pressures:

z	ez
m	kN/m^2
-0.94	0.00
-0.96	0.00
-1.04	0.00
-1.06	0.00

Input no name, plot C:\Users\ABC\AppData\Local\Temp\spooks.plt

	LEVEL	BETA	P	GAMMA A.GWL	GAMMA B.GWL	GRA-DIENT	PHI	C	ROUGH-NESS
	m	deg	kN/m2		kN/m3		deg	kN/m2	
FRONT	-3.00	0.00	0.00						
				19.00	19.00	0.	26.20	0.00	0.50
	-3.01 /			18.00	18.00	0.	24.47	0.00	0.50
	-9.00 /			18.00	18.00	0.	15.42	0.00	0.50
BACK	2.00	0.00	0.00						
				19.00	19.00	0.	27.94	0.00	0.50
	0.00 /			19.00	19.00	0.	26.20	0.00	0.50
	-3.00 /			18.00	18.00	0.	24.47	0.00	0.50
	-9.00 /			18.00	18.00	0.	19.46	0.00	0.50

WATER (levels : front -3.00, back 2.00) 10.00 FAILURE MODE : 0 0 0

ADDITIONAL PRESSURE INTENSITIES ON BACK :

level	-0.94	-0.96	-1.04	-1.06
e-add	0.00	0.00	0.00	0.00

	LEVEL m	EARTH PRESSURE ON FRONT kN/m2	EARTH PRESSURE ON BACK kN/m2	DIFFRNTL WATER PRS ON BACK kN/m2
TOP OF WALL	6.00			
UPPER GROUND AND WATER	2.00		0.00	0.00
ANCHOR	0.50		53.91	15.00
ABOVE PRESSURE JUMP	0.30		60.98	16.96
BELOW "	0.30		3.85	16.96
ABOVE BOUNDARY OF LAYER	0.00		4.54	20.00
BELOW "	0.00		4.94	20.00
(p-vertex)	-0.94		7.26	29.40
(p-vertex)	-0.96		7.31	29.60
(p-vertex)	-1.04		7.50	30.40
(p-vertex)	-1.06		7.55	30.60
ABOVE GROUND LEVEL FRONT	-3.00		12.34	50.00
BELOW "	-3.00	0.00	13.42	50.00

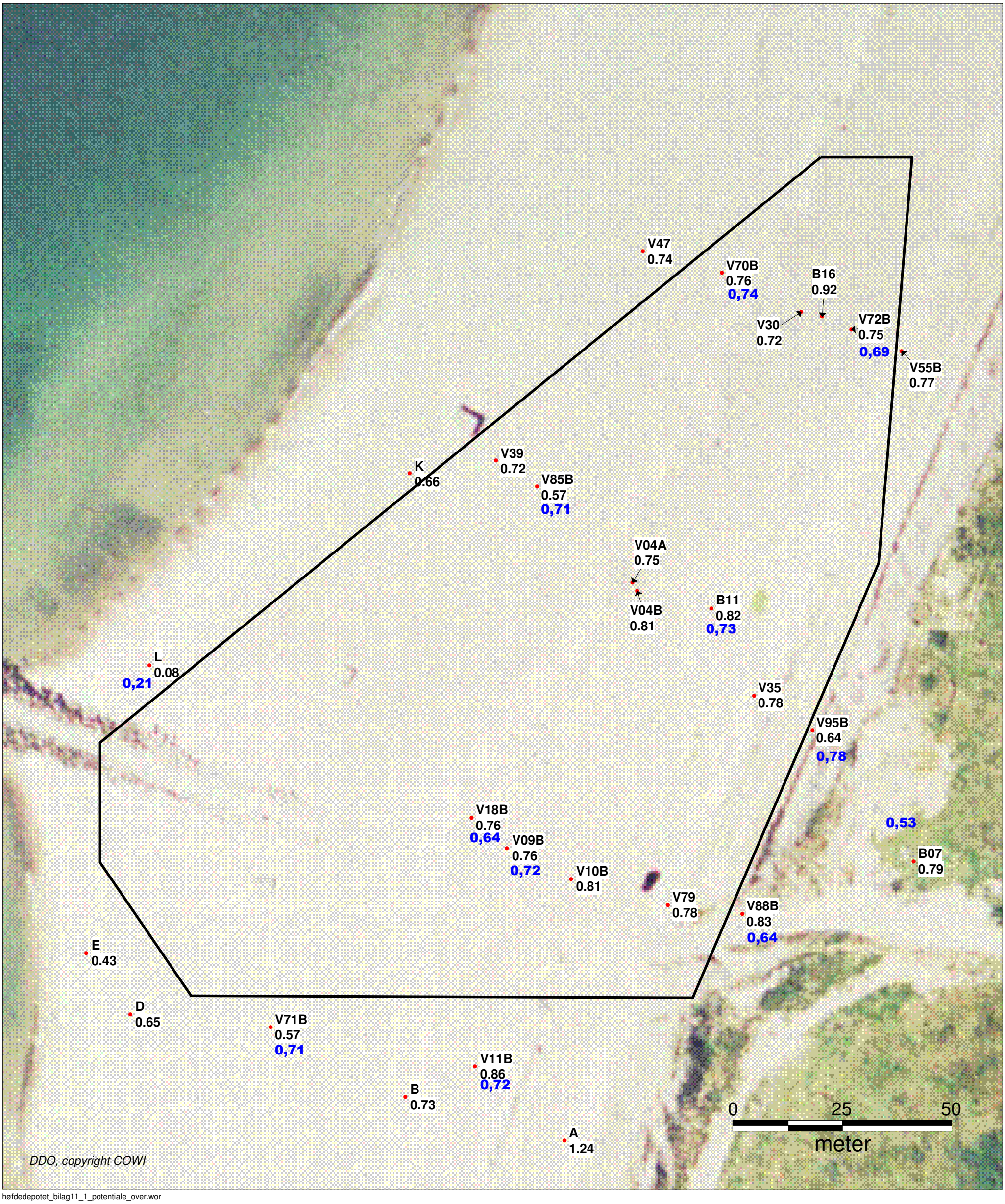
ABOVE BOUNDARY OF LAYER	-3.01	0.03	13.45	50.00
MOMENT MAXIMUM	-3.50	1.49	14.63	50.00
ABOVE PRESSURE JUMP	-5.74	8.06	19.96	50.00
BELOW "	-5.74	84.38	19.96	50.00
FOOT OF WALL	-8.406	166.57	26.32	50.00

ANCHOR FORCE.....	235.83 kN/m at	0.50
MOMENT AT ANCHOR.....	-25.84 kN	
LEVEL OF MAXIMUM MOMENT.	-3.504	
MAXIMUM MOMENT.....	387.68 kN	
LEVEL OF FOOT.....	-8.406	

*

BILAG 4

Potentialer. 2005-11-22



høfdedepotet_bilag11_1_potentiale_over.wor

Ringkjøbing Amt
Teknik- og Miljøområdet

- Boringsnr.
- Grundvandspotentiale kote m DNN (densitetskorrigeret)

0,yy **Potentiale i øvre magasin**

0,xx **Potentiale i nedre magasin**

Bilag 4

Høfde 42
Potentialekort

Øvre og nedre grundvandsmagasin
13. april 2005

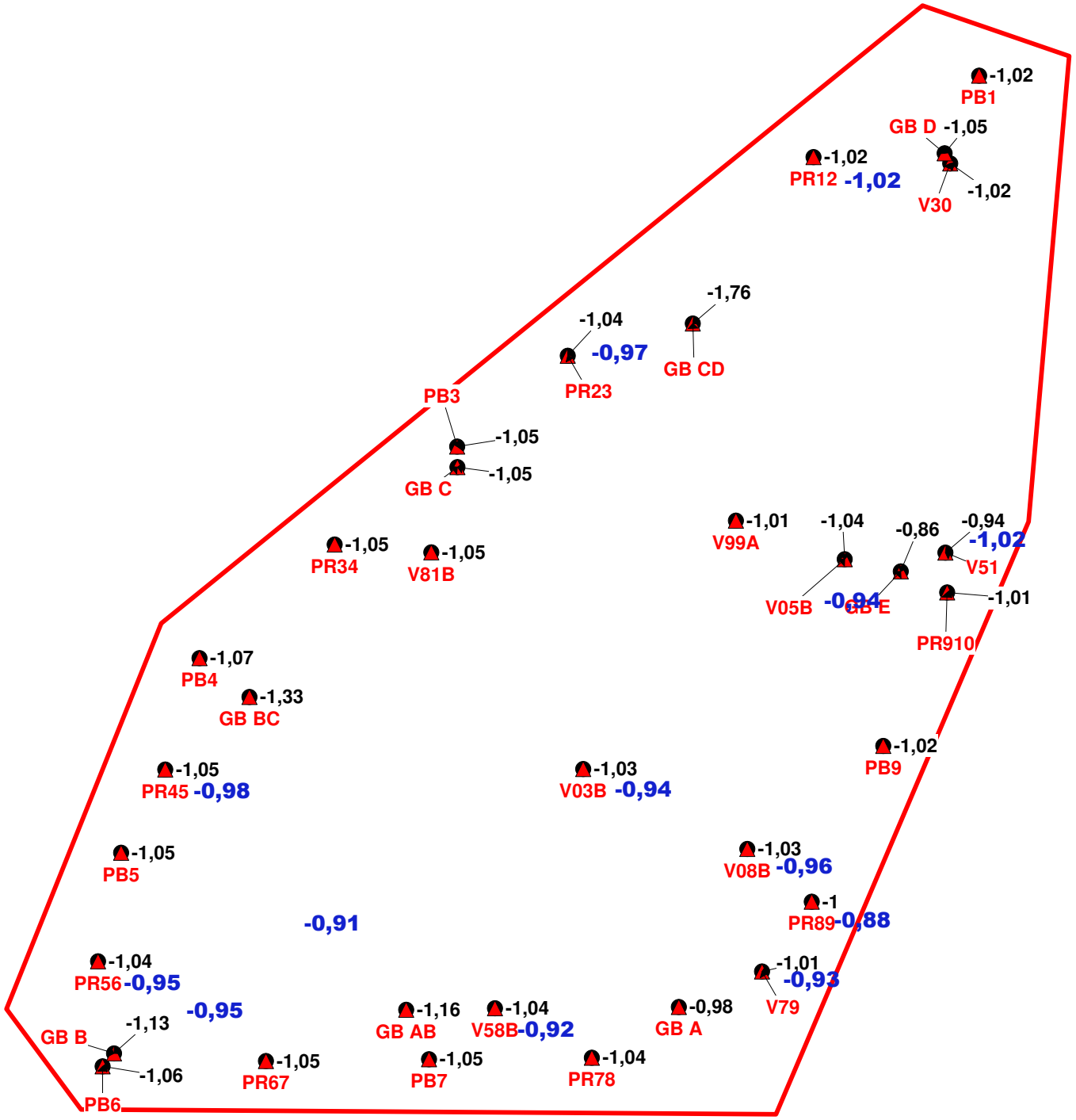
Sag nr.: 01.420.08/**10409136**

Maj 2005/
rev. nov. 2020

NIRAS

BILAG 5

Potentialer 2007



-1,05 Potentiale øvre magasin

-0,88 Potentiale nedre magasin

Bilag 5

Høfde 42
Potentialekort

Øvre og nedre grundvandsmagasin
7. marts 2007

Sag nr.: **10409136**

NIRAS

November 2020

BILAG 6

HØFDEDEPOT PÅ HARBOØRE TANGE. Rapport 2021 Vurdering af referencespuns. COWI for Region Midtjylland. April 2021

APRIL 2021
REGION MIDTJYLLAND, REGIONAL UDVIKLING - JORDFORURENING

HØFDEDEPOT PÅ HARBOØRE TANGE

VURDERING AF REFERENCESPUNS

COWI

ADRESSE COWI A/S
Jens Chr. Skous Vej 9
8000 Aarhus C

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

APRIL 2021
REGION MIDTJYLLAND, REGIONAL UDVIKLING - JORDFORURENING

HØFDEDEPOT PÅ HARBOØRE TANGE

VURDERING AF REFERENCESPUNS

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A068385-018	01

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1.0	04.05.2021	Vurdering af referencespuns	KICO/AXA	CQN	JAJA

INDHOLD

1 Generelt 1

2 Undersøgelse 3

3 Vurdering af tilstand 4

4 Konklusion 5

BILAG

Bilag A Registreringsskema 6

Bilag B Fotodokumentation

1 Generelt

Der blev i 2006 etableret en afgrænsende stålspunsvæg omkring et affaldsdepot beliggende på strandarealet ved Høfde 42 på Harboøre Tange.

Korrosionsforholdene ved depotet må betegnes som yderst aggressive, hvorfor den afgrænsende spunsvæg er udført med spunsjern, der er overfladebehandlet (Icosit SW500, malingstykkelse 600µm) på den side som vender ind mod depotet suppleret med et katodisk beskyttelsesanlæg med påtrykt strøm, der dækker begge spunssider.

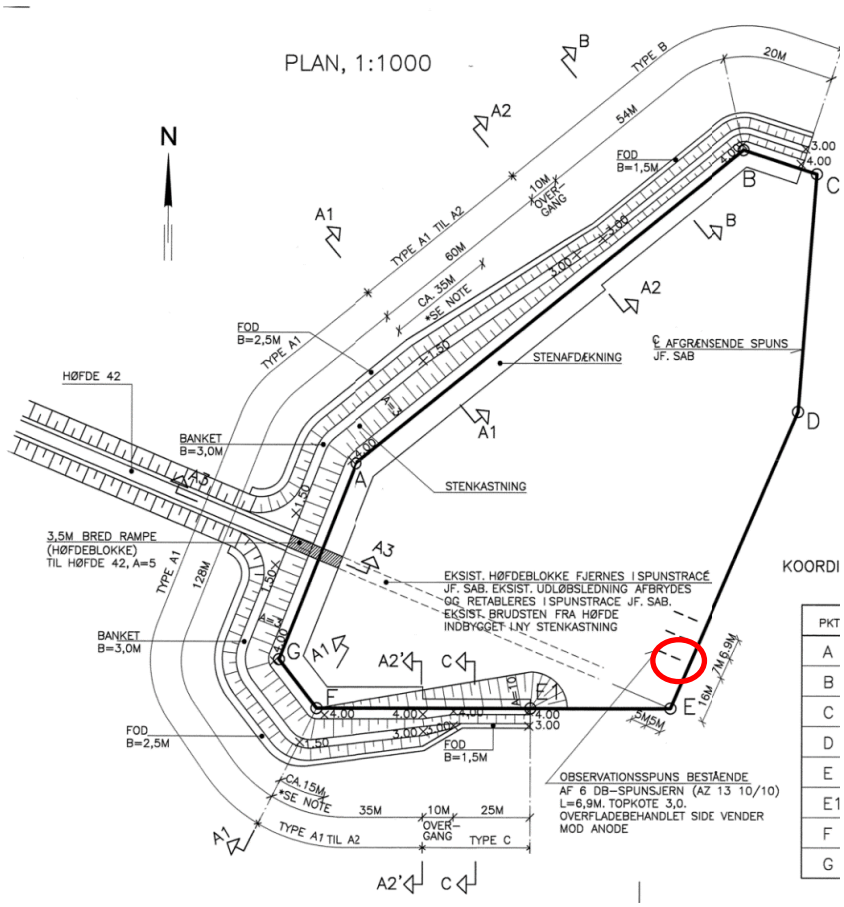
Den afgrænsende spunsvæg har en samlet længde er ca. 580 m. Der er anvendt 13,8 m lange spunsjern med topkote +3,0 m. Spunsjern er leveret som dobbeltjern (spunsprofil Arcelor AZ13 10/10 med Roxan låsetætningssystem).

I forbindelse med nedbringning af den afgrænsende spunsvæg blev der yderligere nedbragt 6 stk. ca. 6 meter lange referencespunsjern (dobbeltjern) identiske med øvrige nedbragte spunsjern, dvs. overfladebehandlet på den ene side og ubehandlet på den anden side. 3 stk. er tilsluttet kabelforbindelse ført til ensretterskuret for det katodiske beskyttelsesanlæg. To af disse er elektrisk sammenkoblet med spunsvæggen, så de tilnærmet vil modtage en tilsvarende katodisk beskyttelse som den afgrænsende spunsvæg. Den oprindelige tanke med referencespunsene var, at spunsjernene parvis skulle optages med års mellemrum, som reference for visuelt at evaluere på korrosionsbeskyttelsens funktion.

Der er løbende udført potentialmålinger på 3 af de 6 referencespunsjern, der er tilsluttet kabelforbindelse.

Referencespunsjernene er placeret som vist på nedenstående tegning langs strækning E-D.

Ét af de seks referencespunsjern blev optrukket den 25. marts 2021 for at undersøge tilstanden efter 15 års drift.



Udsnit af tegning nr. 59501-20, rev. 4

2 Undersøgelse

Formålet med undersøgelsen af referencespunsjernet var at konstatere og registrere eventuelle korrosionskader, coatingsskader og reduktion i materialetykkelse.

Undersøgelserne var en kombination af visuelle undersøgelser, opmålinger af ændringer i det visuelle indtryk langs spunsens længde og ultralydsmålinger for at fastlægge godstykkelsen af spunsjernet.

Spunsjernet der blev taget op, har været tilkoblet til det katodiske beskyttelsessystem i hele driftsperioden.

Flg. blev registreret:

- Opmåling af de enkelte områder langs spunsjernets længde, baseret på ændringer som indikerer på skift i jordarter (forskellen i farve – udtryk)
- Visuel vurdering af korrosionsgrad efter afrensning. Iht. ISO 8501-1
- Visuel vurdering af overfladebehandlingens tilstand
- Ultralydstykkelsesmålinger for evt. reduktion i godstykkelse
- Foto dokumentation

3 Vurdering af tilstand

Resultatet af registreringen fremgår af skema i bilag A.

Fotodokumentation fra undersøgelsen fremgår af bilag B.

Den visuelle vurdering af korrosionsgrad efter afrensning fremviste samme korrosionsgrad eller lavere korrosionsgrad end ved nedbringningen.

Den visuelle vurdering af overfladebehandlingen viste ingen tegn på malingsafslag som følge af korrosion. Der blev registreret ca. 1 cm mekanisk malingsafslag ved spidsen af spunsjernet, formentlig fremkommet i forbindelse med nedbringningen.

Der er målt godstykkelser i intervallet 9,4 – 10,0 mm. Spunsprofilet er fra værk leveret med en godstykkelse på 10 mm og med en tolerance på ±0,6 mm. De målte godstykkelser findes at ligge indenfor normale tolerancer på godstykkelsen og med den anvendte målenøjagtighed på udstyret.

4 Konklusion

Det kan konkluderes, at det optrukne referencespunsjern, der har været tilsluttet katodisk beskyttelse, ikke fremviser tegn på korrosion udover den korrosionsgrad, der blev observeret ved nedbringningen i 2006.

Dette er samstemmende med konklusionen i seneste målerapport for det katodiske beskyttelsesanlæg: Dokument nr. A012887-020-01 2020, Kontrolmåling i perioden 2019-2020, dateret 29.10.2020:

Ved de nedrammede prøvespuns indvendigt i det indrammede område, ses der god beskyttelse på de to spunsjern, der er tilkoblet det katodiske beskyttelsesanlæg.

Det optrukne spunsjern vurderes at være repræsentativt for de spunsjern, der er indbygget i den afgrænsende spunsvæg, så det tillige vil være en visuel bekræftelse på konklusionen i målerapporten, der er baseret på målte beskyttelsespotentialer:

På spunsvæggens indvendige side måles god korrosionsbeskyttelse på den overfladebehandlede del af den nedrammede spunsvæg.

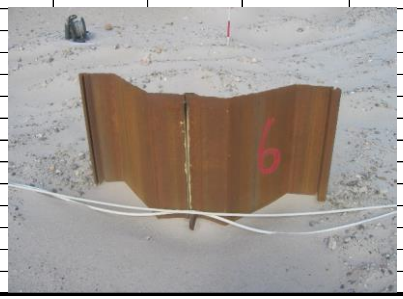
Der er ikke anbragt referencespuns udenfor den omkransende spunsvæg. Det antages dog at korrosionsgraden på den udvendige side af spunsvæggen heller ikke har ændret sig væsentligt i driftsperioden, da målte beskyttelsespotentialer her konkluderes til:

Det katodiske beskyttelsesanlæg på spunsvæggens udvendige side yder god korrosionsbeskyttelse på den del af den nedrammede spunsvæg, der er omfattet af beskyttelsen. Der sker tillige en vis afledning af beskyttelsesstrøm til den spunsstrækning mod havet og høfden, der ikke er forsynet med anoder på den udvendige side.

Her skal bemærkes, at kun i 4 m's dybde midt for spunsstrækningen mod havet blev potentialværdien målt til -813 mV, hvilket er tæt på grænsebeskyttelsesværdien på –850 mV. I alle øvrige målepunkter på strækningen mod havet blev målt fuld beskyttelse iht. til de stillede beskyttelseskriterier.

Bilag A Registreringsskema

Høfde 42		Dato/time:	Korrosionsgrad Iht. ISO 8501-1					Malingsskader				Andet		
Prøvespuns:			A	B	C	D	lokale grube-tæringer	Antal	Mekaniske afslag	% af areal	Afslag pga. korrosion	Overgang kalklag/sandlag	spunstykkelse	Overflade
	m fra top	25.03.2021	%	%	%	%		stk.					mm	
1	0-1 m			x			ingen					sand	9,5 - 10	Som ved nedbringningen
nordside	1- 1,9 m			x			ingen					sand	9,4 - 9,5	Som ved nedbringningen
Overflade-	1,9 - 3,1 m		x				ingen					sand	9,5 - 9,6	Fugtig sort sand
behandlet	3,1 - 4,95 m		x				ingen					sand	9,4 - 9,7	Blank
	4,95 - 6,0 m		x				ingen					sand	9,5 - 9,6	Blank
													*	
1	0-1 m							0	ingen	0	ingen	sand	ingen	renvasket
sydside	1- 1,9 m							0	ingen	0	ingen	sand	ingen	renvasket
Ubehandlet	1,9 - 3,1 m							0	ingen	0	ingen	sand	ingen	renvasket
	3,1 - 4,95 m							0	ingen	0	ingen	sand	ingen	renvasket
	4,95 - 6,0 m							1	1 cm ved fod	0	ingen	sand	ingen	renvasket
Fotos viser spunsjernets tilstand ved nedbringningen												*:		
Korrosiongrad B:												Der er foretaget 20 ultralydsmålinger (tykkelse) fordelt på spunsen		
														.



Bilag B Fotodokumentation

Foto

Bygværk: Høfde 42, referencespunsjern		Dato: 25-03-2021
Placering: Høfdedepot på Harboøre Tange	ATR: A065385-018	Init: KICO/AXA

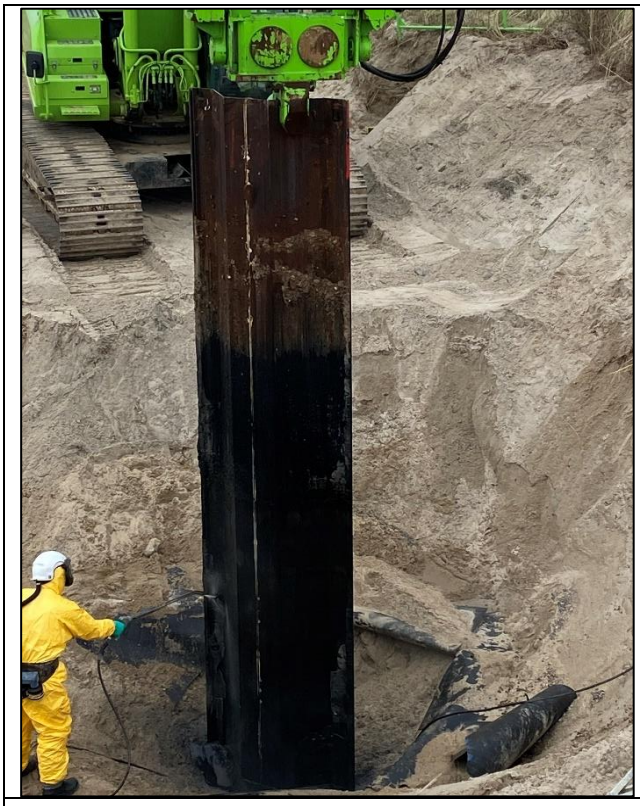


Foto 1: Optagning af spunsjern nr. 1.

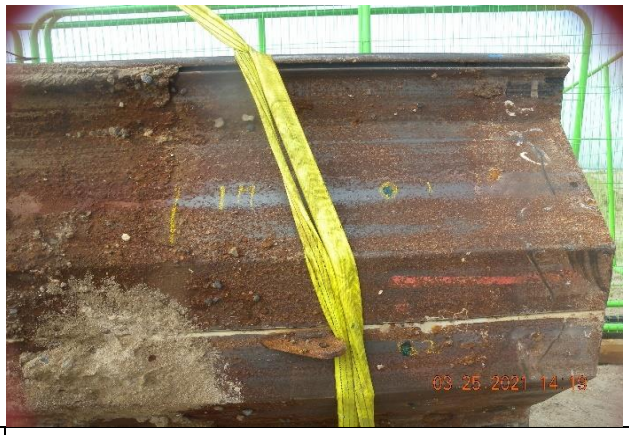


Foto 2: Sydside, 0-1 m fra top af spuns.

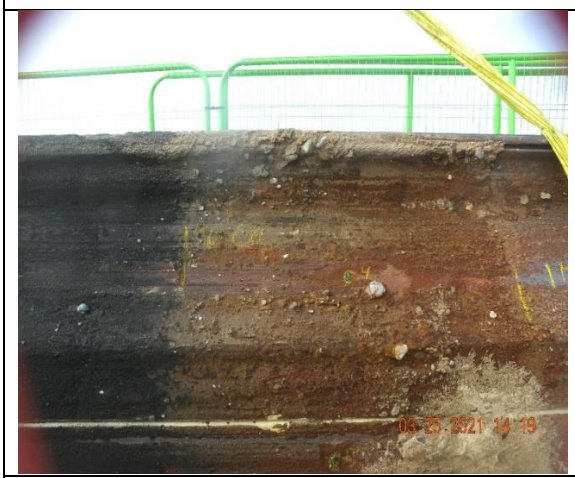


Foto 3: Sydside, 1-1,9 m fra top.

Foto 4: Sydside, 1,9-3,1 m fra top.

Foto

Bygværk: Høfde 42, referencespunsjern		Dato: 25-03-2021
Placering: Høfdedepot på Harboøre Tange	ATR: A065385-018	Init: KICO/AXA

Foto 5: Sydside, 3,1-4,95 m fra top.

Foto 6: Sydside 4,95 m fra top til spunsspids.

Foto 7: Nordsiden, Overfladebehandlet, top af spuns, ingen skader i coating.

Foto 8: Nordsiden, Overfladebehandlet, ingen skader i coating.

Foto 9: Nordsiden, Overfladebehandlet, ingen skader i coating.

Foto 10: Nordsiden, Overfladebehandlet, Spuns-spids, malingsafslag.

BILAG 7

Høfde 42. Optagning af referencespunsjern.

Høfde 42
Dokumentation

Optrækning af referencespunsjern

REGION MIDTJYLLAND

24. JUNI 2021

Indhold

1	**Indledning**	**3**
2	**Parter**	**4**
2.1	Beliggenhed og ejerforhold	4
3	**Udført arbejde**	**5**
3.1.1	Ledningssøgning	5
3.1.2	Afsætning	5
3.2	Opgravning	6
3.3	Jordprøver	8
3.3.1	Udtagning	8
3.3.2	Analyseresultater	8
3.4	Retablering	8
4	**Referencer**	**9**

BILAG:

Bilag 1:	Oversigtsplan
Bilag 2:	Tilsynsrapport
Bilag 3:	Analyserapport, Højvang
Bilag 4:	Analyserapport, TerrAtesT. Eurofins
Bilag 5:	Plan. Referencespunsjern – katodebeskyttelse. Fra /1/.

Tegning:

Tegning 59501-20	Afgrænsende spuns og stenbeskyttelse. Plan og tværsnit

Projekt nr.: 10409136
Dokument nr. 1:
Version
Revision

Udarbejdet af HES
Kontrolleret af mpc
Godkendt af hes

1 Indledning

Omkring forureningen på Høfde 42 er der i 2006 etableret en afskærende spunsvæg, således at der ikke sker vandudveksling mellem forureningen i depotet og omgivelserne, herunder især Vesterhavet.

Spunsvæggen er etableret i et aggressivt miljø og til hindring af korrosion af væggen er den dels overfladebehandlet dels forsynet med en korrosionsbeskyttelse i form af katodisk beskyttelse.

Der er løbende udført et kontrolprogram for opfølgning af den aktive korrosionsbeskyttelse, jf. bl.a. /1/, i form af kontrolmåling af strømtilførsel.

Der er etableret seks stk. referencespunsjern inden for den omkransende spunsvæg for evt. visuel inspektion, og i marts 2021 er der foretaget optrækning af et spunsjern til visuel inspektion.

Nærværende notat omhandler beskrivelse af det udførte arbejde med opgravning ved et referencespunsjern, optrækning af jernet og retablering af området.

Inspektion af jernets korrosionsmæssige tilstand fremgår af /2/, og kommenteres ikke i dette notat.

2 Parter

Til projektet med optrækning af spunsjern har været tilknyttet følgende parter:

Bygherre:
Region Midtjylland
Skottenborg 26,
8800 Viborg

Bygherres tilsyn:
NIRAS
Ceres Allé 3
8000 Aarhus C

COWI (bedømmelse af spunsjern)
Jens Chr. Skous Vej 9
8000 Århus C.

Entreprenør:

Hans Frisesdahl A/S
Estrupvej 17
6600 Vejen

2.1 Beliggenhed og ejerforhold

Høfde 42 er beliggende i Lemvig Kommune på adressen

Thyborønvej 75
7680 Thyborøn
Matr. nr. 54a Den nordlige Del, Harboøre
Lokalitetsnummer: 673-00006.
Ejer: Kystdirektoratet

3 Udført arbejde

3.1.1 Ledningssøgning

Trykledningen til afledning af renset vand fra Kulhus passerer gennem området med den omkransende spunsvæg. Før gravearbejdet blev påbegyndt blev der foretaget prøvegravning for lokalisering af om ledningen lå oven på membranen, der udlagt ovenpå depotet og fæstnet til top af spunsvæggen.

Ledningen blev ikke truffet og i øvrigt ligger den så dybt, at den er ført ind gennem siden af spunsvæggen, dvs. under kote 3,0 DVR 90.

3.1.2 Afsætning

Referencespunsjernene var forventet placeret som vist på tegning 59501-20. Top af jernene er i kote +3. De to sydligste jern blev søgt afsat jf. nævnte tegning.

Forventet placering af referencejernene blev markeret i terræn for efterfølgende udgravning ned til først membranen og dernæst spunsjernene.

Det bemærkes, at der er etableret et reference fixpunkt på det sydøstlig hjørne af den omkransende spunsvæg, se figur 3.1, i form at et HE profil, der er svejst på top af væggen. Fixpunktet har koordinaterne

X = 449.190,73; Y = 6.279.772,40; Z = 9,357

Figur 3.1. Fixpunkt, sydøstlig hjørne af omkransende spuns.

3.2 Opgravning

Inden opgravningen blev påbegyndt blev strømforsyningen til katodebeskyttelsen afbrudt, ligesom udpumpning af vand fra Kulhus og drænsystemet i Cheminova-hullet blev standset.

Indledningsvis blev en del af havdiget mod syd bortgravet for at kunne etablere udgravning ned til referencespunsjernene, se bilag 1.1.

Herefter blev der etableret et gravefelt på ca. 5 x 10 m, og gravet ned til membranen, se figur 3.2. Gravefeltets omtrentlige udstrækning fremgår af bilag 1.2. Jord over membranen blev lagt i særskilt mellemdepot for senere genopfyldning. Herefter blev membranen skåret op over referencespunsjern 1 og dette blev frigravet. Jord opgravet under membranen blev lagt i særskilt mellemdepot således, at det senere kunne genindbygges under membranen.

Referencespunsjern nr. 1 var ikke helt ved den angivne koordinat, men dog rimelig tæt på. Placeringen af referencespunsjern blev indmålt og koordinaterne er som følger:

Y = 6.279.789; X = 449.192; Z = 2,977

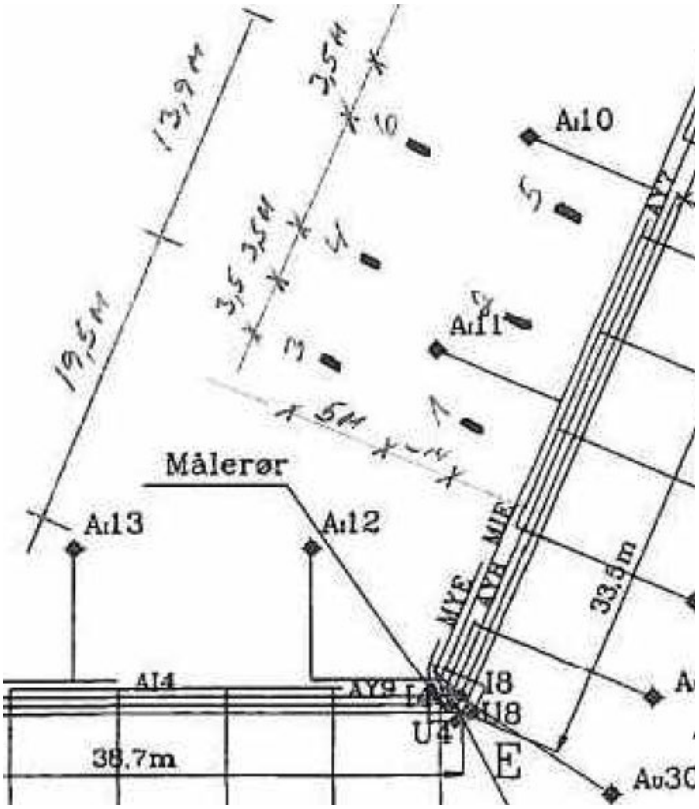
Figur 3.2. Indledende udgravning og forventet placering af referencespuns.

Referencespunsjernet blev frigravet til ca. 0,5 m ned under top, således at optrækningsgrej kunne få fat i jernet, se tilsynsrapport bilag 2.

Referencejern nr. 2 blev søgt på den given placering, men kunne ikke identificeres. Et forsøg med eftersøgning med metaldetektor gav ikke resultat. Efterfølgende har det vist sig, at referencejernene ikke er placeret som vist på tegning 59501-20. Anden række af referencespunsjern er placeret ca. 19 m fra den omkransende spunsvæg og ikke som de på tegning 59501-20 viste ca. 7 m.

Placeringen af anden række af referencespunsjern kan ses på nedenstående foto figur 3.3, ligesom en skitse fra /1/, se bilag 5 og figur 3.4, viser en placering af referencejernene, der svarer til fotoet i figur 3.3. Det blev herefter opgivet at foretage videre søgning efter referencejern nr. 3, som er uden katodebeskyttelse.

Figur 3.3. Foto af indspunset område. Enkelte referencespunsjern ses. Nummerering jf. figur 3.2.



Figur 3.4. Omtrentlig placering af referencejern og nummerering. Udsnit af bilag 5. Fra ikke nummereret bilag i /1/.

NIRAS har ført et stikprøvevis tilsyn med gravearbejdet. Tilsynsnotat er vedlagt i bilag 2.

3.3 Jordprøver

3.3.1 Udtagning

I området omkring top af referencespunsjern 1 og under membranen er der udtaget 3 stk. jordprøver til analyse. Hver prøve er udtaget som blandeprøve bestående af 5 stik.

Prøverne er nummereret JP1 – JP3. Omtrentlig placering af prøvestederne fremgår af tilsynsnotatet bilag 2, side 5.

Koordinaterne for prøverne er opmålt til:

Prøve	y	x	z
JP3	6.279.790	449.193	2.917
JP2	6.279.789	449.194	3.114
JP1	6.279.788	449.193	3.012

3.3.2 Analyseresultater

De udtagne jordprøver er analyseret for følgende parametre:

- Totalkulbrinter, fraktioner og BTEX
- Chlorerede opløsningsmidler
- PAH'er
- Metallerne bly, cadmium, chrom total, kobber, nickel, zink og kviksølv
- Ethyl-parathion, Methyl-parathion, Ethyl-amino-parathion, metamitron, E-Sulfotep

Ovennævnte analyser er udført af laboratoriet Højvang. Analyserapport vedlagt i bilag 3. Til resultaterne kan knyttes følgende kommentarer: For de 8 metaller, der er analyseret for, vurderes indholdet bortset fra kviksølv at være omtrent på baggrundsniveau. Indholdet af kviksølv i de tre prøver er målt til 0,16 mg/kg TS til 0,27 mg/kg TS. Dette er mindre end jordkvalitetskriteriet på 1 mg/kg TS, men højere end baggrundsindhold i danske jorde /3/ på ca. 0,04 mg/kg TS. For øvrige analyserede parametre er indholdet generelt mindre end analysernes detektionsgrænse.

Desuden er jordprøverne analyseret for en række specialparametre omfattende analysepakken TerrAtesT fra eurofins. Omfang af analyseparametre og resultater fremgår af analyserapporten som er vedlagt i bilag 4.

3.4 Retablering

Det optrukne spunsjern er efter besigtigelse og rensning bortskaffet som skrot af entreprenøren.

Udgravningen under membranen blev opfyldt med mellemdeponeret jord, som var opgravet under membranen. Hullet i membranen blev lappet ved udlægning og påsvejsning at et nyt stykke membran, der dækkede hele det opskårne område, se foto figur 3.5.

Figur 3.5. Foto af membran udlagt over opskåret del over ref. Spuns 1.

Herefter er udgravningen opfyldt med mellemdeponeret jord fra over membranen, adgangsvejen er genetableret ved udlægning af stabilgrus. Havdiget er søgt genetableret og beplantning retableret i form af udlægning af vegetationslaget til sidst.

4 Referencer

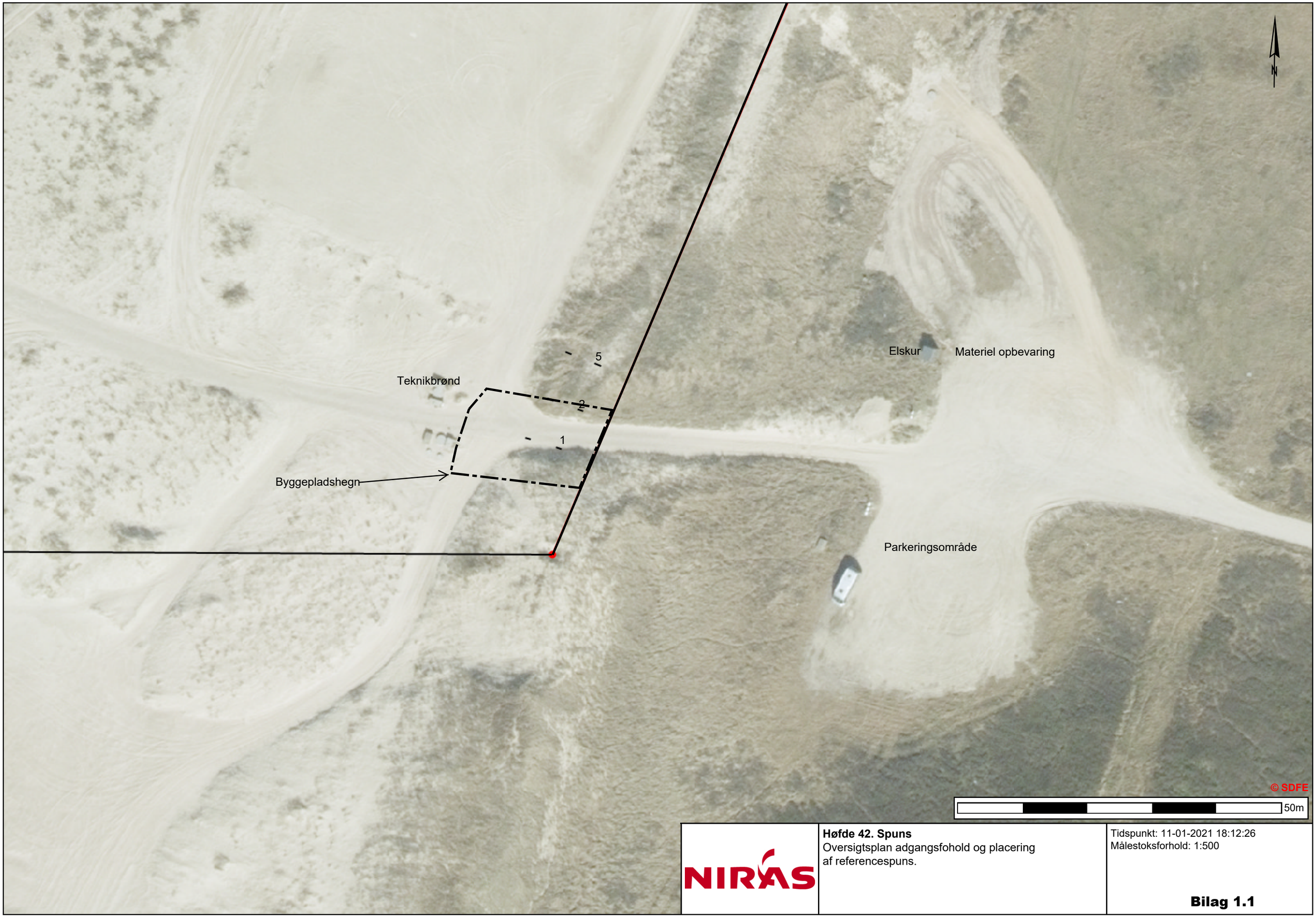
/1/ Høfdedepot på Harboøre Tange. Korrosionsbeskyttelse af stålspunsvæg. COWI for Region Midtjylland, oktober 2019.

/2/ Høfdedepot på Harboøre Tange. Vurdering af referencespuns. COWI for Region Midtjylland, april 2021

/3/ Larsen, M, J. Bak & J. Scott-Fordsmand, 1996. Monitering af tungmetaller i danske dyrknings- og naturjorder. DMU faglig rapport nr. 157.

BILAG 1

Oversigtsplan

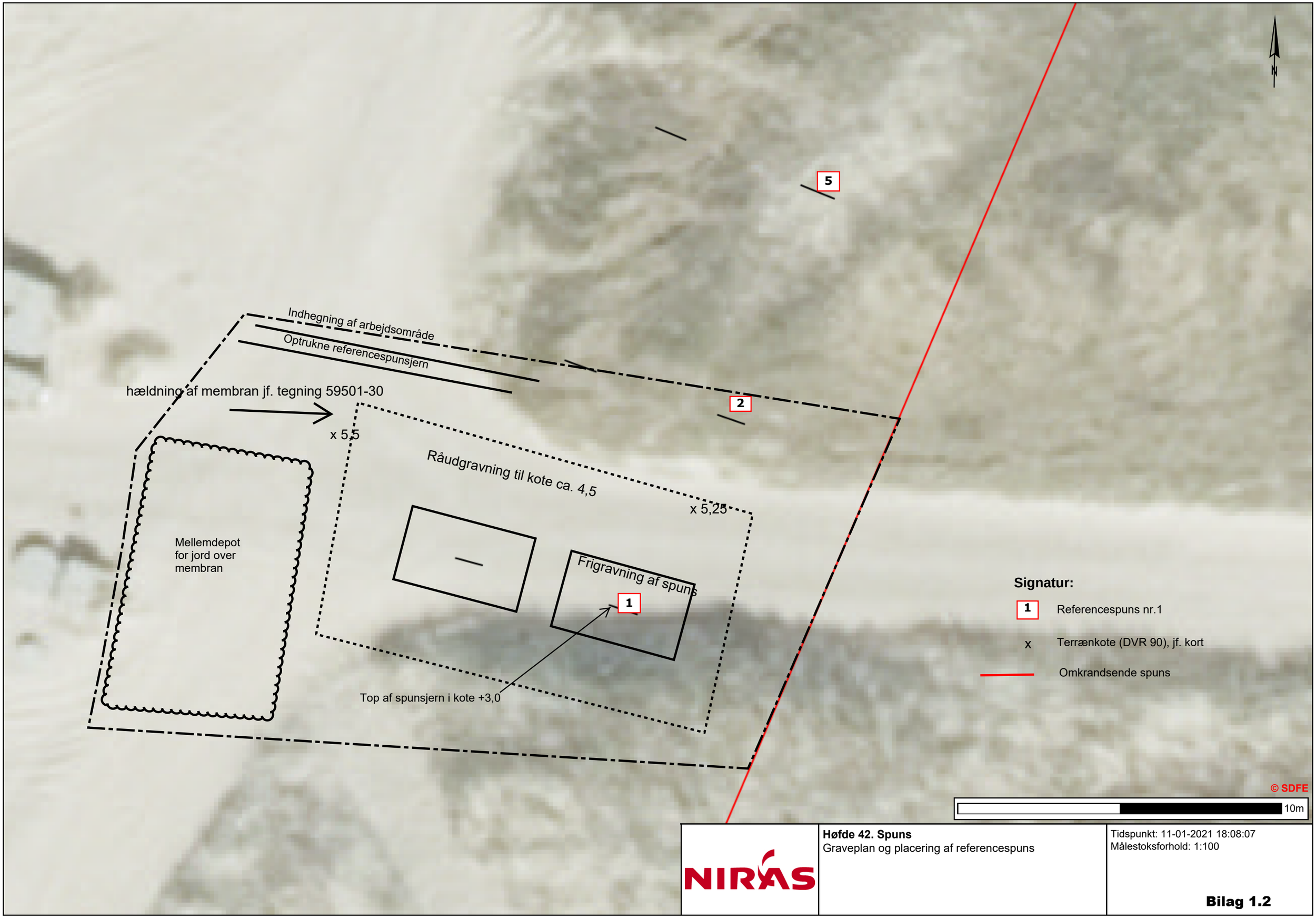


NIRAS

Høfde 42. Spuns
Oversigtsplan adgangsfohold og placering af referencespuns.

Tidspunkt: 11-01-2021 18:12:26
Målestoksforhold: 1:500

Bilag 1.1



NIRAS

Høfde 42. Spuns
Graveplan og placering af referencespuns

Tidspunkt: 11-01-2021 18:08:07
Målestoksforhold: 1:100

Bilag 1.2

BILAG 2

Tilsynsrapport

ENTREPRISE/ARBEJDE

Entreprise/Leverance: Tilsyn med optrækning af reference spuns

Entreprenør/Leverandør:

TILSYNETS BEMÆRKNINGER

Besigtiget/position

Tilsyn d. 22-04-2021:

- Afsætning af reference spuns

Pos.	Bemærkninger:
1)	**Inspektion d. 22-04-2021:**
1.1)	Reference spuns 1 og 2 blev sat med LEICA DGPS. Da de afsatte punkter lå tæt opad stor sandmile blev det aftalt at entreprenør (Friesesdahl) skulle grave forsigtigt mhp. evt. at støde på trykledning

Afsatte referencespuns

Markering for sydlig "knæk" på spunsvæg blev registreret og fotograferet:

Inspektion d. 24-04-2021:

Ved tilsynets ankomst er membran blotlagt og de 2 afsatte reference spuns er ført ned til membran

Membran med afsatte referencespuns, forrest i billedet er ref. Spuns 1.

Der skæres hul ved markering (ca. 2x2 m), hvor ref. Spuns skal være. Membranen er ca. i kote 3,25. Spunsen kan i første omgang ikke findes, men vha. hjælp metaldetektor finde den – se nedenstående foto.

Reference spuns 2 eftersøges med metaldetektor og der flyttes en hel del sand i forbindelse med dette, men den blev ikke fundet.

Inspektion d. 25-04-2021:

Ved tilsynets ankomst er ref. Spuns 1 frigravet så meget, at det kan optages. Der udtages 3 jordprøver, JP1-JP3, hver bestående af 5 nedstik. JP1 udtages i østlig del af udgravning og JP3 i vestlig og JP2 midten. Prøverne udtages ca. i kote 2,7-2,8.

Høfde 42

Udtagning af jordprøver ved ref. Spuns 1. (25/4-2021)

Spuns indmåles med gravemaskinens GPS og det samme gør jordprøverne.

Om eftermiddagen optages spuns ref. 1:

UNDERSKRIFT

	7-04-2021		Henrik S. Larsen
	Dato		Tilsynsførende

BILAG 3

Analyserapport, Højvang

Analyserapport

Rekvirent	**Niras A/S**	Identifikation	**Sagsnavn: Høfde 42**
	Ove Gjeddes Vej 35		**Sagsnr.: 10409136**
	5520 Odense SØ		**Sagsbeh.: HES**
	Att.: Henrik E. Steffensen		**Udt.dato: 25-03-2021**
			Prøvetager: HSL
Prøver modtaget den:	26-03-2021		Rapport dato: 06-05-2021
Analyse påbegyndt den:	30-03-2021		Rapport nr.: **2113036-1**
Opbevaring før analyse	På køl	Antal prøver: 3	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2113036001	2113036002	2113036003			Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed☼
Prøvetype	Jord	Jord	Jord						
Emballage	m+p	m+p	m+p						
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent						
Prøve ID	**JP1**	**JP2**	**JP3**						
Dybde									
Parameter									
Tørstof, TS	**98**	**96**	**98**			% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Kulbrinter >C5-C10	**<2,0**	**<2,0**	**<2,0**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	2,0	+/- 10 %
Kulbrinter >C10-C15	**<5,0**	**<5,0**	**<5,0**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	5,0	+/- 10 %
Kulbrinter >C15-C20	**<5,0**	**<5,0**	**<5,0**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	5,0	+/- 10 %
Kulbrinter >C20-C35	**<20**	**<20**	**<20**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	20	+/- 10 %
Totalkulbrinter >C5-C35	**#**	**#**	**#**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID		
Benzen	**<0,10**	**<0,10**	**<0,10**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	0,10	+/- 15 %
Toluen	**<0,10**	**<0,10**	**<0,10**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	0,10	+/- 15 %
Ethylbenzen	**<0,10**	**<0,10**	**<0,10**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	0,10	+/- 15 %
m/p-Xylen	**<0,10**	**<0,10**	**<0,10**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	0,10	+/- 15 %
o-Xylen	**<0,10**	**<0,10**	**<0,10**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	0,10	+/- 15 %
Sum BTEX	**#**	**#**	**#**			mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID		+/- 15 %
Chloroform	**<0,0050**	**<0,0050**	**<0,0050**			mg/kg TS	GC-ECD-pentan	0,0050	+/- 20 %
1,1,1-Trichlorethan	**<0,0050**	**<0,0050**	**<0,0050**			mg/kg TS	GC-ECD-pentan	0,0050	+/- 20 %
Tetrachlormethan	**<0,0050**	**<0,0050**	**<0,0050**			mg/kg TS	GC-ECD-pentan	0,0050	+/- 20 %
Trichlorethylen	**<0,0050**	**<0,0050**	**<0,0050**			mg/kg TS	GC-ECD-pentan	0,0050	+/- 20 %
Tetrachlorethylen	**<0,0050**	**<0,0050**	**<0,0050**			mg/kg TS	GC-ECD-pentan	0,0050	+/- 20 %
Benz(a)pyren	**<0,0050**	**0,0052**	**<0,0050**			mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,0050	+/- 30 %
Dibenz(a,h)anthracen	**<0,0050**	**<0,0050**	**<0,0050**			mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,0050	+/- 30 %
Sum PAH (7 stk)	**0,0066**	**0,033**	**0,016**			mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD		+/- 30 %
Bly	**2,2**	**2,8**	**2,3**			mg/kg TS	DS259-ICP	1,0	+/- 30 %
Cadmium	**0,020**	**<0,020**	**0,021**			mg/kg TS	DS259-ICP	0,020	+/- 30 %
Chrom, total	**1,5**	**2,3**	**1,7**			mg/kg TS	DS259-ICP	1,0	+/- 30 %
Kobber	**1,1**	**1,3**	**1,1**			mg/kg TS	DS259-ICP	1,0	+/- 30 %
Nikkel	**0,99**	**1,1**	**1,3**			mg/kg TS	DS259-ICP	0,50	+/- 30 %
Zink	**5,1**	**8,4**	**7,5**			mg/kg TS	DS259-ICP	1,5	+/- 30 %
Kviksølv	**0,20**	**0,31**	**0,18**			mg/kg TS	ISO15587-ICP-MS	0,030	+/- 30 %

Betegnelser:
se sidste side

(Efterflg. udtalelser i dette felt vedr. kulbrintetyper, hører ikke under laboratoriets akkreditering.)
Ved metoden, totalkulbrinter - GC-FID, er der i prøverne konstateret flg. kulbrinter.

2113036001 Ikke påvist totalkulbrinter.
2113036002 Ikke påvist totalkulbrinter.
2113036003 Ikke påvist totalkulbrinter.

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Analyserapport

Rekvirent	**Niras A/S** **Ove Gjeddes Vej 35** **5520 Odense SØ** **Att.: Henrik E. Steffensen**	Identifikation	**Sagsnavn: Høfde 42** **Sagsnr.: 10409136** **Sagsbeh.: HES** **Udt.dato: 25-03-2021** **Prøvetager: HSL**

Prøver modtaget den:	26-03-2021			Rapport dato:	06-05-2021
Analyse påbegyndt den:	30-03-2021			Rapport nr.:	**2113036-1**
Opbevaring før analyse	På køl	Antal prøver:	3	Bilag:	0 stk.

Lab. nr.	2113036001	2113036002	2113036003			Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed☼
Prøvetype	Jord	Jord	Jord						
Emballage	m+p	m+p	m+p						
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent						
Prøve ID	**JP1**	**JP2**	**JP3**						
Dybde									
Parameter									
Ethyl-parathion	**<0,5**	**<0,5**	**<0,5**			mg/kg TS	LC/MS*	0,5	+/- 30 %
Methyl-parathion	**<0,5**	**<0,5**	**<0,5**			mg/kg TS	LC/MS*	0,5	+/- 30 %
Ethyl-amino-parathion	**<0,5**	**<0,5**	**<0,5**			mg/kg TS	LC/MS*	0,5	+/- 30 %
Metamitron	**<0,5**	**<0,5**	**<0,5**			mg/kg TS	LC/MS*	0,5	+/- 30 %
E-Sulfotep	**<0,1**	**<0,1**	**<0,1**			mg/kg TS	EKI328*	0,1	+/- 20 %

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Analyserapport

Rekvirent	**Niras A/S**		Identifikation	**Sagsnavn: Høfde 42**	
	Ove Gjeddes Vej 35			**Sagsnr.: 10409136**	
	5520 Odense SØ			**Sagsbeh.: HES**	
	Att.: Henrik E. Steffensen			**Udt.dato: 25-03-2021**	
				Prøvetager: HSL	
Prøver modtaget den:	26-03-2021			Rapport dato:	06-05-2021
Analyse påbegyndt den:	30-03-2021			Rapport nr.:	**2113036-1**
Opbevaring før analyse	På køl	Antal prøver:	3	Bilag:	0 stk.

Betegnelser fra rapporten:

☼ Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

#: Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Emballage betegnelse: m (membranglas), r (rilsanpose), p (plastpose) s (staniol). * *Ikke akkredieret*

Afvigelser/kommentar ved denne rapport:

¤ Hvis dette tegn er placeret ved prøvens emballage type, betyder det, at der pga. stor prøvemængde var nødvendigt at åbne glasset for at fjerne overskydende prøve. Åbningen kan have medført tab af lavtkogende komponenter.

BTEX udført ved GC-FID: Enkeltkomponenterne kvalificeres udelukkende gennem retentionstiderne og ved analyse på én kolonne.

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.

Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.

Alle analyser er udført hos Højvang, Dianalund.

Resultaterne gælder for prøven/prøverne som den/de er modtaget.

Med mindre andet er oplyst, fremsendes rapporten til den/de på rekvisitionen oplyste mailadresser.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Helle Rasmussen

Laborant

BILAG 4

Analyserapport, TerrAtesT.
Eurofins

Eurofins Miljø A/S
Ladelundvej 85
6600 Vejen
Danmark
Telefon: 7022 4266
CVR/VAT: DK-28848196

NIRAS A/S
Sortemosevej 19
3450 Allerød
Att.: Henrik Steffensen (HES)

Rapportnr.:	AR-21-CA-21034340-01
Batchnr.:	EUDKVE-21034340
Kundenr.:	CA0000192
Modt. dato:	31.03.2021

Analyserapport

Sagsnr.:	10409136	**Lokalitetsnr.:**	673-00006
Sagsnavn:	Høfde 42		
Prøvetype:	Jord		
Prøvetager:	HSL		
Prøveudtagning:			
Analyseperiode:	31.03.2021 - 22.06.2021		

Prøvemærke: JP1 (0510012760)

Lab prøvenr:	**835-2021-03434001**	**Enhed**	**DL.**	**Metode**	**Urel (%)**
Udført ved underleverandør					
Ydelse fra underleverandør	Se bilag				

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse
*): Ikke omfattet af akkrediteringen
i.p.: ikke påvist
i.m.: ikke målelig

Urel (%): Ekspanderede relative måleusikkerhed med dækningsfaktor 2. For resultater på detektionsgrænseniveau kan usikkerheden være større end oplyst på rapporten.
σ): Usikkerheder på mikrobiologiske parametre angives som logaritmeret standardafvigelse

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Miljø A/S
Ladelundvej 85
6600 Vejen
Danmark
Telefon: 7022 4266
CVR/VAT: DK-28848196

NIRAS A/S
Sortemosevej 19
3450 Allerød
Att.: Henrik Steffensen (HES)

Rapportnr.:	AR-21-CA-21034340-01
Batchnr.:	EUDKVE-21034340
Kundenr.:	CA0000192
Modt. dato:	31.03.2021

Analyserapport

Sagsnr.:	10409136	**Lokalitetsnr.:**	673-00006
Sagsnavn:	Høfde 42		
Prøvetype:	Jord		
Prøvetager:	HSL		
Prøveudtagning:			
Analyseperiode:	31.03.2021 - 22.06.2021		

Prøvemærke: JP2 (0510012201)

Lab prøvenr:	**835-2021-03434002**	**Enhed**	**DL.**	**Metode**	**Urel (%)**
Udført ved underleverandør					
Ydelse fra underleverandør	Se bilag				

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse
*): Ikke omfattet af akkrediteringen
i.p.: ikke påvist
i.m.: ikke målelig

Urel (%): Ekspanderede relative måleusikkerhed med dækningsfaktor 2. For resultater på detektionsgrænseniveau kan usikkerheden være større end oplyst på rapporten.
σ): Usikkerheder på mikrobiologiske parametre angives som logaritmeret standardafvigelse

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Miljø A/S
Ladelundvej 85
6600 Vejen
Danmark
Telefon: 7022 4266
CVR/VAT: DK-28848196

NIRAS A/S
Sortemosevej 19
3450 Allerød
Att.: Henrik Steffensen (HES)

Rapportnr.:	AR-21-CA-21034340-01
Batchnr.:	EUDKVE-21034340
Kundenr.:	CA0000192
Modt. dato:	31.03.2021

Analyserapport

Sagsnr.:	10409136	**Lokalitetsnr.:**	673-00006
Sagsnavn:	Høfde 42		
Prøvetype:	Jord		
Prøvetager:	HSL		
Prøveudtagning:			
Analyseperiode:	31.03.2021 - 22.06.2021		
Prøvemærke:	JP3 (0510012208		

Lab prøvenr:	**835-2021-03434003**	**Enhed**	**DL.**	**Metode**	**Urel (%)**
Udført ved underleverandør					
Ydelse fra underleverandør	Se bilag				

22.06.2021

Kundecenter
Tlf: 70224267
G30@eurofins.dk

Kirsten From Jensen
Senior Kunderådgiver

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse
*): Ikke omfattet af akkrediteringen
i.p.: ikke påvist
i.m.: ikke målelig

Urel (%): Ekspanderede relative måleusikkerhed med dækningsfaktor 2. For resultater på detektionsgrænseniveau kan usikkerheden være større end oplyst på rapporten.
σ): Usikkerheder på mikrobiologiske parametre angives som logaritmeret standardafvigelse

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Miljø A/S
Mr. / Mrs. Eurofins DK Analytical Reports
Ladelundvej 85
VEJEN
Denmark

Certificate of analysis

Date: 20/05/2021

This Report replaces the previous Report AR-421-2021-000598-01 from 05.05.2021.

Please find enclosed the analytical results of the test carried out for the project.

Certificate number/Version	AR-421-2021-000598-02
Your project number	-
Your project name	-
Your order number	421-2021-000598
Samples received on	07/04/2021
Sampled by	-
Start date	13/04/2021
This is last Test P Validation Ending Time	20/05/2021
Report date	20/05/2021
Appendices	A

Q0: NEN EN ISO/IEC 17025: 2005, RvA L010

Additional information about the applied methods as well as the classification of the accuracy, are listed in our supplement: "Specification of methods of analyses", version June 2020.

This Certificate of Analysis shall not be reproduced except in full, without written approval of the laboratory. Interpretations and opinions are outside the scope of our accreditation, and all results relate only to samples supplied.

We are confident that we have performed the order in accordance with your expectations. If you have any remaining questions concerning this Certificate of Analysis, please don't hesitate to contact our Customer Support.

Yours sincerely,

Eurofins Analytico (Barneveld)

Ing. A. Veldhuizen
Technical Manager

	Parameter Name	Unit	1	2	3
	TerrAttesT				
	TerrAttesT, GC-FID				
	Version number		7.23	7.23	7.23
	Characteristics				
	Internal Method, W0104, Gravimetry				
Q0	Dry matter	% [w/w]	98.2	97.6	97.8
	Characteristics				
	In acc. with NEN 5754, W0109, Gravimetry				
Q0	Organic matter	% [w/w DM]	<0.5	<0.5	<0.5
	Characteristics				
	Equiv. to NEN 5753, W0171, Densimetry				
Q0	Fraction < 2 µm (Clay)	% [w/w DM]	<1.0	<1.0	<1.0
	Metals				
	NEN EN ISO 17294-2, W0423, ICP-MS				
Q0	Arsenic (As)	mg / kg [dm]	<3.0	<3.0	<3.0
Q0	Antimony (Sb)	mg / kg [dm]	<3.0	<3.0	<3.0
Q0	Barium (Ba)	mg / kg [dm]	16	15	21
Q0	Beryllium (Be)	mg / kg [dm]	<1.0	<1.0	<1.0
Q0	Cadmium (Cd)	mg / kg [dm]	<0.30	<0.30	<0.30
Q0	Chromium (Cr)	mg / kg [dm]	<3.0	3.2	3.2
Q0	Cobalt (Co)	mg / kg [dm]	<2.0	<2.0	<2.0
Q0	Copper (Cu)	mg / kg [dm]	<3.0	<3.0	<3.0
Q0	Mercury (Hg)	mg / kg [dm]	0.20	0.27	0.16
Q0	Lead (Pb)	mg / kg [dm]	<3.0	<3.0	<3.0
Q0	Molybdenum (Mo)	mg / kg [dm]	<1.0	<1.0	<1.0
Q0	Nickel (Ni)	mg / kg [dm]	<2.0	<2.0	<2.0
Q0	Selenium (Se)	mg / kg [dm]	<5.0	<5.0	<5.0
Q0	Tin (Sn)	mg / kg [dm]	<5.0	<5.0	<5.0
Q0	Vanadium (V)	mg / kg [dm]	6.6	8.8	6.7
Q0	Zinc (Zn)	mg / kg [dm]	<10	<10	<10
	Volatile Organic Hydrocarbons				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Benzene	mg / kg [dm]	<0.1	<0.1	<0.1
Q0	Ethylbenzene	mg / kg [dm]	<0.2	<0.2	<0.2
Q0	Toluene	mg / kg [dm]	<0.2	<0.2	<0.2
Q0	o-Xylene	mg / kg [dm]	<0.2	<0.2	<0.2

No.	Customer Reference	Sample matrix	Sampling Date	Sample Code
1	835-2021-03434001	Soil		421-2021-00003592
2	835-2021-03434002	Soil		421-2021-00003593
3	835-2021-03434003	Soil		421-2021-00003594

TESTEN
RvA L010

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

	Parameter Name	Unit	1	2	3
	Volatile Organic Hydrocarbons				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	m,p-Xylene	mg / kg [dm]	<0.1	<0.1	<0.1
Q0	Xylenes (sum)	mg / kg [dm]	<0.3	<0.3	<0.3
Q0	Styrene	mg / kg [dm]	<0.2	<0.2	<0.2
Q0	1,2,4-Trimethylbenzene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	1,3,5-Trimethylbenzene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	n-Propylbenzene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	Isopropylbenzene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	n-Butylbenzene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	sec-Butylbenzene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	tert-Butylbenzene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	p-Isopropyltoluene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	o/p-Chloronitrobenzene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	m-Chloronitrobenzene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	Monochloronitrobenzenes (sum)	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	2,3+3,4-Dichloronitrobenzene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	2,4-Dichloronitrobenzene	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	2,5-Dichloronitrobenzene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	3,5-Dichloronitrobenzene	mg / kg [dm]	<0.02	<0.02	<0.02
Q0	Dichloronitrobenzenes (sum)	mg / kg [dm]	<0.060	<0.060	<0.060

No.	Customer Reference	Sample matrix	Sampling Date	Sample Code
1	835-2021-03434001	Soil		421-2021-00003592
2	835-2021-03434002	Soil		421-2021-00003593
3	835-2021-03434003	Soil		421-2021-00003594

TESTEN
RvA L010

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

	Parameter Name	Unit	1	2	3
	Phenols				
	TerrAttesT, W6631, GC-MS				
Q0	Phenol	mg / kg [dm]	<1.7	<1.6	<1.7
Q0	o-Cresol	mg / kg [dm]	<0.10	<0.10	<0.10
Q0	m-Cresol	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	p-Cresol	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Cresols (sum)	mg / kg [dm]	<0.03	<0.03	<0.03
Q0	2,4-Dimethylphenol	mg / kg [dm]	<0.08	<0.08	<0.09
Q0	2,5-Dimethylphenol	mg / kg [dm]	<0.08	<0.08	<0.09
Q0	2,6-Dimethylphenol	mg / kg [dm]	<0.08	<0.08	<0.09
Q0	3,4-Dimethylphenol	mg / kg [dm]	<0.08	<0.08	<0.09
Q0	o-Ethylphenol	mg / kg [dm]	<0.08	<0.08	<0.09
Q0	m-Ethylphenol	mg / kg [dm]	<0.08	<0.08	<0.09
Q0	Thymol	mg / kg [dm]	<0.03	<0.03	<0.03
Q0	2,3/3,5-Dimethylphenol + 4-Ethylphenol	mg / kg [dm]	<0.08	<0.08	<0.09
	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Naphthalene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Acenaphthylene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Acenaphthene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Fluorene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Phenanthrene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Anthracene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Fluoranthene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Pyrene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Benzo (a)anthracene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Chrysene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Benzo (b)fluoranthene	mg / kg [dm]	<0.01	0.01	<0.01
Q0	Benzo (k)fluoranthene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Benzo(a)pyrene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Dibenzo (ah)anthracene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01

No.	Customer Reference	Sample matrix	Sampling Date	Sample Code
1	835-2021-03434001	Soil		421-2021-00003592
2	835-2021-03434002	Soil		421-2021-00003593
3	835-2021-03434003	Soil		421-2021-00003594

TESTEN
RvA L010

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

	Parameter Name	Unit	1	2	3
	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Benzo (ghi)perylene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Indeno (123cd)pyrene	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	PAH 10 VROM (sum)	mg / kg [dm]	<0.10	<0.10	<0.10
Q0	PAH 16 EPA (sum)	mg / kg [dm]	<0.16	<0.16	<0.16
	Volatile halogenated Hydrocarbons				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Tetrachloromethane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	1,2-Dichloroethane	mg / kg [dm]	<0.1	<0.1	<0.1
Q0	1,1,1-Trichloroethane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	1,1,2-Trichloroethane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	Trichloroethanes (sum)	mg / kg [dm]	<0.1	<0.1	<0.1
Q0	1,1,1,2-Tetrachloroethane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	1,1,2,2-tetrachloroethane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	Tetrachloroethanes (sum)	mg / kg [dm]	<0.10	<0.10	<0.10
Q0	Trichloroethene	mg / kg [dm]	<0.2	<0.2	<0.2
Q0	Tetrachloroethene	mg / kg [dm]	<0.2	<0.2	<0.2
Q0	1,2-Dichloropropane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	1,3-Dichloropropane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	1,2,3-Trichloropropane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	1,1-Dichloropropene	mg / kg [dm]	<0.1	<0.1	<0.1
Q0	cis-1,3-Dichloropropene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05

No.	Customer Reference	Sample matrix	Sampling Date	Sample Code
1	835-2021-03434001	Soil		421-2021-00003592
2	835-2021-03434002	Soil		421-2021-00003593
3	835-2021-03434003	Soil		421-2021-00003594

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

TESTEN
RvA L010

	Parameter Name	Unit	1	2	3
	Volatile halogenated Hydrocarbons				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	trans-1,3-Dichloropropene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	1,3-Dichloropropenes (sum)	mg / kg [dm]	<0.1	<0.1	<0.1
Q0	Dibromomethane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	1,2-Dibromoethane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	Tribromomethane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	Bromodichloromethane	mg / kg [dm]	<0.1	<0.1	<0.1
Q0	Dibromochloromethane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	1,2-Dibromo-3-chloropropane	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
Q0	Bromobenzene	mg / kg [dm]	<0.05	<0.05	<0.05
	Chlorophenols				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	o-Chlorophenol	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	m-Chlorophenol	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	p-Chlorophenol	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Monochlorophenols (sum)	mg / kg [dm]	<0.03	<0.03	<0.03
Q0	2,3-Dichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	2,4/2,5-Dichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	2,6-Dichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	3,4-Dichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	3,5-Dichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	Dichlorophenols (sum)	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	2,3,4-Trichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	2,3,5-Trichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00

No.	Customer Reference	Sample matrix	Sampling Date	Sample Code
1	835-2021-03434001	Soil		421-2021-00003592
2	835-2021-03434002	Soil		421-2021-00003593
3	835-2021-03434003	Soil		421-2021-00003594

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

TESTEN
RvA L010

	Parameter Name	Unit	1	2	3
	Chlorophenols				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	2,3,6-Trichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	2,4,5-Trichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	2,4,6-Trichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	3,4,5-Trichlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	Trichlorophenols (sum)	mg / kg [dm]	<0.02	<0.02	<0.02
Q0	2,3,4,5-Tetrachlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	2,3,4,6 / 2,3,5,6-Tetrachlorophenol	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Tetrachlorophenols (sum)	mg / kg [dm]	<0.01	<0.01	<0.01
Q0	Pentachlorophenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
Q0	4-Chloro-3-methylphenol	mg / kg [dm]	<0.00	<0.00	<0.00
	PolyChlorinated Biphenyl (PCB)				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	PCB 28	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	PCB 52	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	PCB 101	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	PCB 118	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	PCB 138	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	PCB 153	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	PCB 180	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	PCB (6) (sum)	mg / kg [dm]	<0.018	<0.018	<0.018
Q0	PCB (7) (sum)	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
	Miscellaneous Chlor. HCs				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	2-Chlorotoluene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	4-Chlorotoluene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	Chlorotoluenes (sum)	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020

No.	Customer Reference	Sample matrix	Sampling Date	Sample Code
1	835-2021-03434001	Soil		421-2021-00003592
2	835-2021-03434002	Soil		421-2021-00003593
3	835-2021-03434003	Soil		421-2021-00003594

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

TESTEN
RvA L010

	Parameter Name	Unit	1	2	3
	Miscellaneous Chlor. HCs				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	1-Chloronaphtalene	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
	Organic Chlorinated Pesticides				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	4,4-DDE	mg / kg [dm]	<0.001	<0.001	<0.001
Q0	2,4 -DDE	mg / kg [dm]	<0.001	<0.001	<0.001
Q0	4,4 -DDT	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	4,4 -DDD + 2,4 -DDT	mg / kg [dm]	<0.001	<0.001	<0.001
Q0	2,4 -DDD	mg / kg [dm]	<0.001	<0.001	<0.001
Q0	DDT/DDE/DDD (sum)	mg / kg [dm]	<0.006	<0.006	<0.006
Q0	Aldrin	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	Dieldrin	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	Endrin	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Drins (sum)	mg / kg [dm]	<0.009	<0.009	<0.009
Q0	alpha-HCH	mg / kg [dm]	<0.050	<0.050	<0.050
Q0	beta-HCH	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	gamma-HCH	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	delta-HCH	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Sum 4 HCH-compounds	mg / kg [dm]	<0.080	<0.080	<0.080
Q0	alfa-Endosulfan	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	alpha-Endosulfansulphate	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	alfa-Chlordan	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	y-Chlordan	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	Chlordans (sum)	mg / kg [dm]	<0.004	<0.004	<0.004
Q0	Heptachlor	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	Heptachloroepoxide	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Hexachlorobutadiene	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	Isodrin	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Telodrin	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Tedion	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005

No.	Customer Reference	Sample matrix	Sampling Date	Sample Code
1	835-2021-03434001	Soil		421-2021-00003592
2	835-2021-03434002	Soil		421-2021-00003593
3	835-2021-03434003	Soil		421-2021-00003594

TESTEN
RvA L010

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

	Parameter Name	Unit	1	2	3
	Phosphor pesticides				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Azinphos-ethyl	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Azinphos-methyl	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Bromophos-ethyl	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Bromophos-methyl	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Chloropyriphos-ethyl	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	Chlorpyrifos-methyl	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	Coumaphos	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Demeton-S/demeton-O-ethyl	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Diazinone	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Disulfoton	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Fenitrothion	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Fenthion	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	Malathion	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Parathion-ethyl	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Parathion-methyl	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	Pyrazophos	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Triazophos	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
	Nitrogen pesticides				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Ametryn	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	Atrazine	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Cyanazine	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Desmetryn	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Prometryn	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Propazine	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Simazine	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Terbuthylazine	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Terbutryn	mg / kg [dm]	<0.050	<0.050	<0.050
	Miscellaneous pesticides				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Bifenthrin	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005

No.	Customer Reference	Sample matrix	Sampling Date	Sample Code
1	835-2021-03434001	Soil		421-2021-00003592
2	835-2021-03434002	Soil		421-2021-00003593
3	835-2021-03434003	Soil		421-2021-00003594

TESTEN
RvA L010

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

	Parameter Name	Unit	1	2	3
	Miscellaneous pesticides				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Cypermethrin A,B, C and D	mg / kg [dm]	<0.050	<0.050	<0.050
Q0	Deltamethrin	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	Permethrin (A +B)	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	Propachlor	mg / kg [dm]	<0.020	<0.020	<0.020
Q0	Trifluralin	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
	Miscellaneous Organic compounds				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Biphenyl	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Nitrobenzene	mg / kg [dm]	<0.10	<0.10	<0.10
Q0	Dibenzofurane	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
	Phtalates				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Dimethylphtalate	mg / kg [dm]	<0.20	<0.20	<0.20
Q0	Diethylphtalate	mg / kg [dm]	<0.20	<0.20	<0.20
Q0	Diisobutylphtalate	mg / kg [dm]	<0.50	<0.50	<0.50
Q0	Di-n-butylphtalate	mg / kg [dm]	<0.50	<0.50	<0.50
Q0	Butylbenzylphtalate	mg / kg [dm]	<0.20	<0.20	<0.20
Q0	Bisethylhexylphtalate	mg / kg [dm]	<0.20	<0.20	<0.20
Q0	Di-n-octylphtalate	mg / kg [dm]	<0.20	<0.20	<0.20
Q0	Phtalates (sum)	mg / kg [dm]	0.00	0.00	0.00
	Petroleum Hydrocarbons				
	TerrAttesT, W6237, GC-FID				
	EPH (C10-C12)	mg / kg [dm]	<3.0	<3.0	<3.0
	EPH (C12-C16)	mg / kg [dm]	<5.0	<5.0	<5.0
	EPH (C16-C21)	mg / kg [dm]	<6.0	<6.0	<6.0
	EPH (C21-C30)	mg / kg [dm]	<12	<12	<12
	EPH (C30-C35)	mg / kg [dm]	<6.0	<6.0	<6.0
	EPH (C35-C40)	mg / kg [dm]	<6.0	<6.0	<6.0
Q0	EPH Sum (C10-C40)	mg / kg [dm]	<38	<38	<38

No.	Customer Reference	Sample matrix	Sampling Date	Sample Code
1	835-2021-03434001	Soil		421-2021-00003592
2	835-2021-03434002	Soil		421-2021-00003593
3	835-2021-03434003	Soil		421-2021-00003594

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

TESTEN
RvA L010

	Parameter Name	Unit	1	2	3
	Others				
	TerrAttesT, W6331, GC-MS				
Q0	Pentachlorobenzene	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	1245&1235 Tetrachlorobenzene	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	Monochlorobenzene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	1,2-Dichlorobenzene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	1,3-Dichlorobenzene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	1,4-Dichlorobenzene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	1,2,3-Trichlorobenzene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	1,2,4-Trichlorobenzene	mg / kg [dm]	<0.010	<0.010	<0.010
Q0	1,3,5-Trichlorobenzene	mg / kg [dm]	<0.003	<0.003	<0.003
Q0	1,2,3,4-Tetrachlorobenzene	mg / kg [dm]	<0.003	<0.003	<0.003
Q0	Hexachlorobenzene (HCB)	mg / kg [dm]	<0.002	<0.002	<0.002
Q0	Dichlorobenzenes (sum)	mg / kg [dm]	<0.030	<0.030	<0.030
Q0	Tetrachlorobenzenes (sum)	mg / kg [dm]	<0.005	<0.005	<0.005
Q0	Trichlorobenzenes (sum)	mg / kg [dm]	<0.023	<0.023	<0.023

No.	Customer Reference	Sample matrix	Sampling Date	Sample Code
1	835-2021-03434001	Soil		421-2021-00003592
2	835-2021-03434002	Soil		421-2021-00003593
3	835-2021-03434003	Soil		421-2021-00003594

Best Regards, Joram van Boven

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

TESTEN
RvA L010

eurofins | Analytico

Certificate of analysis

Certificate number/Version	AR-421-2021-000598-02
Your project number	-
Your project name	-
Sampled by	
Sample matrix	Soil
Project agreement	Agreements can be anything

Page	12/12
Certificate number/Version	AR-421-2021-000598-02
Start date	13/04/2021
Report date	20/05/2021
Order registration date	09/04/2021
Appendices	A
Page	12/12

Appendix (A): concerning subsample information referring to certificate of analysis AR-421-2021-000598-02

Sample Code	Container Code	Customer Reference
421-2021-00003592	06442120210000359201	835-2021-03434001
421-2021-00003593	06442120210000359301	835-2021-03434002
421-2021-00003594	06442120210000359401	835-2021-03434003

Eurofins Analytico BV
Gildeweg 42-46 Gildeweg 30-34
3771 NB Barneveld

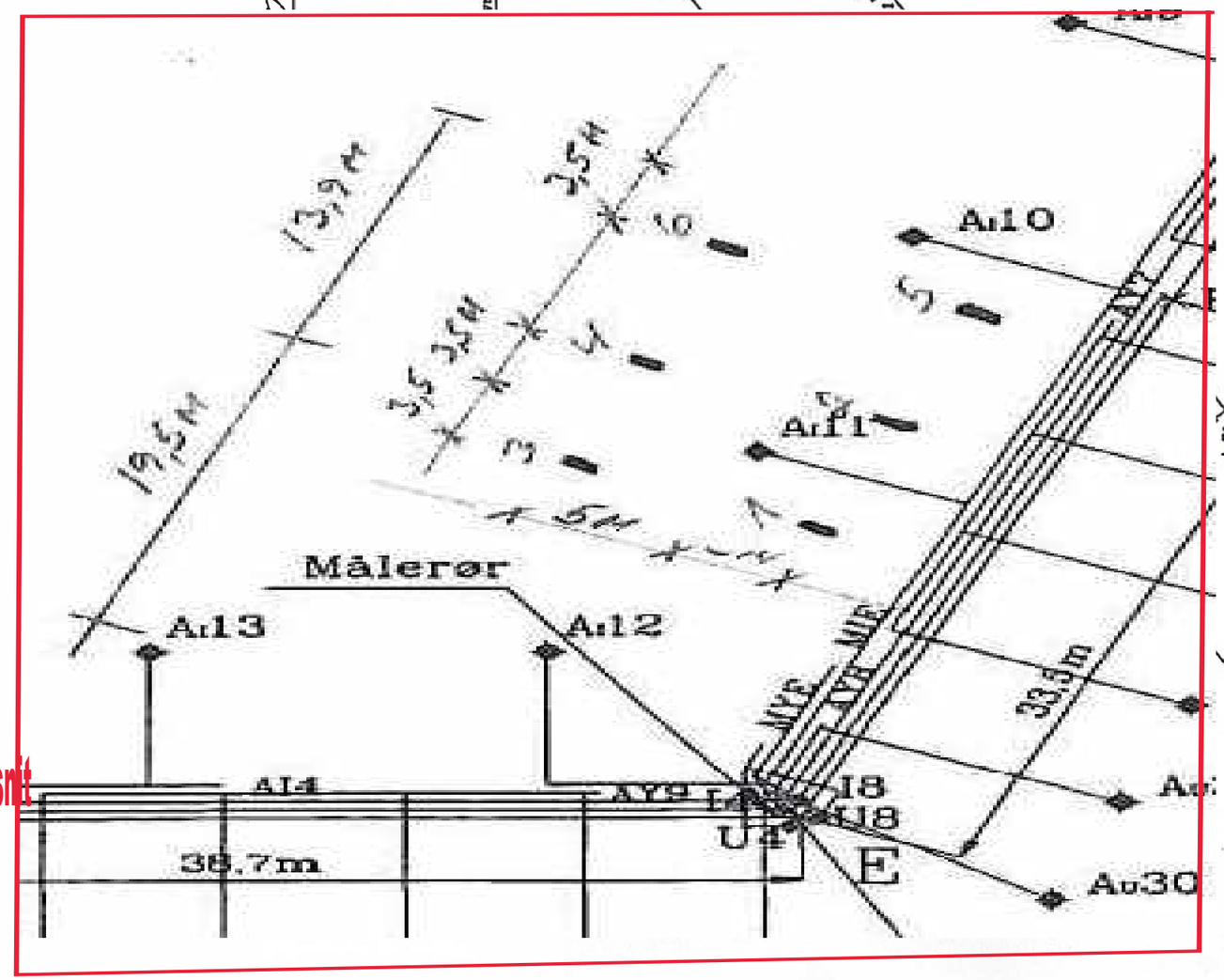
Tel +31 342 42 63 00
Fax +31 342 42 63 99
Email info-env@eurofins.nl
Site www.eurofins.nl

This certificate shall not be reproduced except in full without written approval by the laboratory.

GF Mr Bart Vandermosten
VAT/BTW No. NL804314883B01
Reg.No. 09088623
IBAN NL71BNPA0227924525
BIC BNPANL2A

BILAG 5

Plan. Referencespunsjern – katodebeskyttelse. Fra /1/.



NOTE:
Bilag fra /1/.

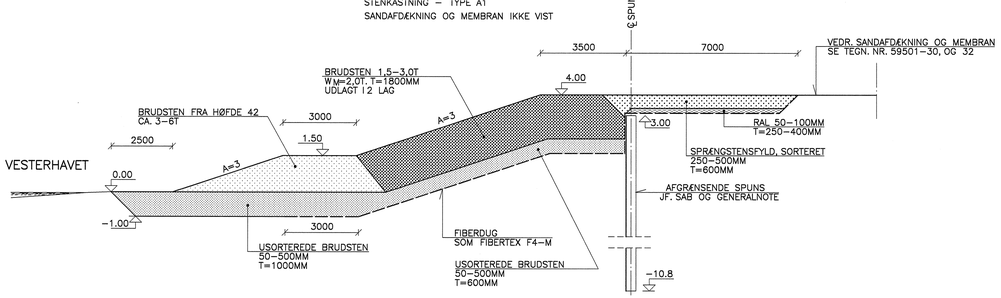
TEGNING

59501-20

Afgrænsende spuns og stenbeskyttelse. Plan og tværsnit.

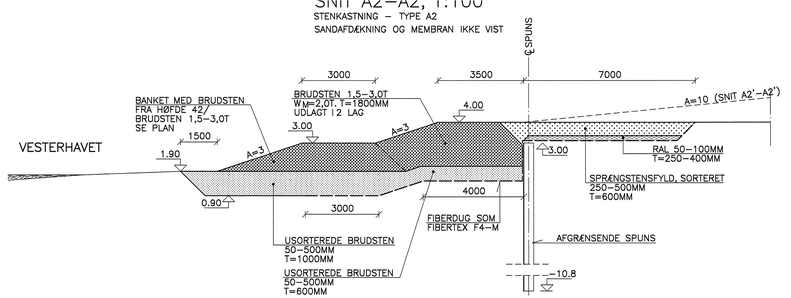
SNIT A1–A1, 1:100

STENKASTNING – TYPE A1
SANDAFDÆKNING OG MEMBRAN IKKE VIST

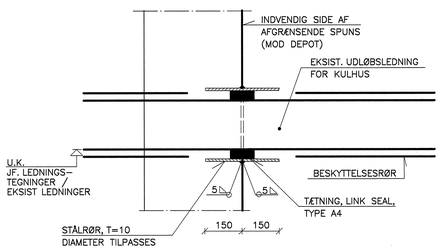


SNIT A2–A2, 1:100

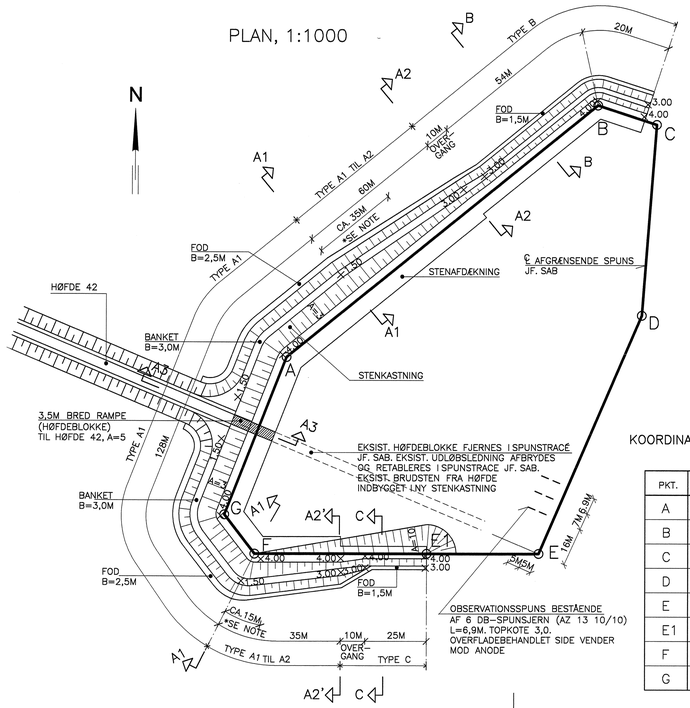
STENKASTNING – TYPE A2
SANDAFDÆKNING OG MEMBRAN IKKE VIST



GENNEMFØRING EKSIST. UDLØBSLEDNING



PLAN, 1:1000



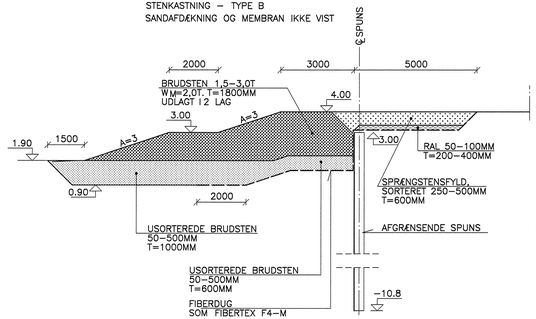
NOTE:
*BANKET MED BRUDSTEN FRA HØFDE 42

KOORDINATER OG KOTER TIL ℄ AFGRÆNSENDE SPUNS

PKT.	X	Y	TOPKOTE	SPIDSKOTE
A	449087.82	6279853.31	3.00	–10.80
B	449214.58	6279956.23	3.00	–10.80
C	449239.08	6279947.81	3.00	–10.80
D	449232.36	6279870.20	3.00	–10.80
E	449190.26	6279771.62	3.00	–10.80
E1			3.00	–10.80
F	449074.49	6279772.34	3.00	–10.80
G	449062.03	6279789.01	3.00	–10.80

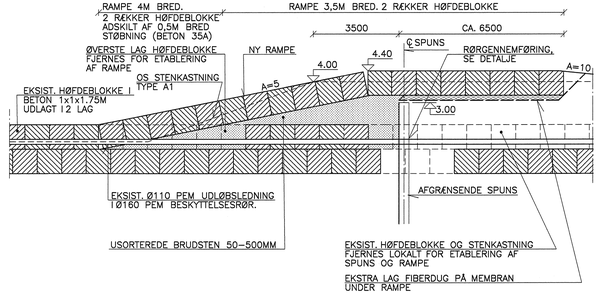
SNIT B–B, 1:100

STENKASTNING – TYPE B
SANDAFDÆKNING OG MEMBRAN IKKE VIST



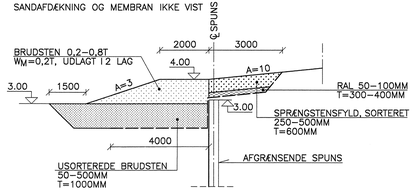
SNIT A3–A3, 1:100

RAMPE TIL HØFDE 42
FIBERDUG IKKE VIST



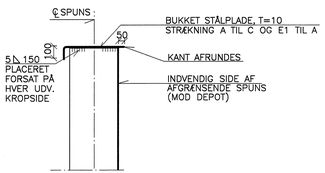
SNIT C–C, 1:100

STENKASTNING – TYPE C
SANDAFDÆKNING OG MEMBRAN IKKE VIST



TVÆRSNIT, 1:20

STÅLSPUNS – KABELBAKKE OG AFDÆKNINGSPLADE
KLEMSKINNE FOR PLASTMEMBRAN IKKE VIST



NOTER:

MÅL: UBENÆVNTE MÅL I MM. KOTER I M. (DVR90). KOORDINATER I M (UTM ZONE 32 (EUREF89)) SPUNSHJØRNER INDMÅLT AF ARKIL DER MÅ IKKE MÅLES PÅ TEGNINGEN

MATERIALER: SE SAB OG GENERALNOTE

UDFØRELSE: SE SAB OG GENERALNOTE

REFERENCER: SE TEGN. NR. 59501–30 OG 31

TEGNINGSOVERSIGT: SE TEGN. NR. 59501–1, GENERALNOTE

Rev.	Dato	Bemærkninger	Tegn./Udarb.	Kontr.	Godk.
4	JAN 07	SOM UDFØRT	LMI/CQN		CQN
3	30 AUG 06	AFD/ØKNINGSPLADE, RAMPE TIL HØFDE 42, RØRGENNEMFØRING	LMI/CQN		CQN
2	4 AUG 06	STENKASTNING ÆNDRET, OMFANGSDRÆN UDGÅR	LMI/CQN		CQN
1	27 JUN 06	TOPKOTE OG KOORDINATER FOR AFGR. SPUNS ÆNDRET.	LMI/CQN		CQN
		UNF FOR LEDNINGSFØRING UDGÅR			

RINGKJØBING AMT
HØFDEDEPOT PÅ HARBOØRE TANGE, AFVÆRGEFORANSTALTNING

AFGRÆNSENDE SPUNS OG STENBESKYTTELSE
PLAN OG TVÆRSNIT

Bemærkninger

WBS-nr.	59501
Tegn./Udarb.	KSR / CQN
Kontr.	JRE
Godk.	CQN
Mål	1:10,1:100, 1:1000
Dato	JANUAR 2006
Dokument nr.	59501-20
Rev.	4

COWI
COWI A/S
Thulebakken 34
9000 Aalborg
Telefon 99 36 77 00
Telefax 99 36 77 01
www.cowi.dk

TEGNINGER

HØFDE 42. NOTAT 2.1A DEL-2

Tegningsliste
Tegning 59501 Generalnote
Tegning 59501-20 Afgrænsendes spuns og stenbeskyttelse, plan og snit
Tegning 59501-25A Katodisk beskyttelse, anode- og komponentplacering
Tegning 59501-100 Oversigtsplan. Reparation af kystsikring
Tegning 59501-110 Tværsnit. Reparation af kystsikring
Tegning KS-Høfde-42 Arkil 23-04-2007
Tegning F1_K10_H1_001 Oversigt forsyningsledninger generelt.

BEREGNINGSGRUNDLAG (AFGRÆNSENDE STÅLSPUNS)

DS 409 NORM FOR SIKKERHEDSBESTEMMELSER FOR KONSTRUKTIONER
DS 410 NORM FOR LAST PÅ KONSTRUKTIONER
DS 412 NORM FOR STÅLKONSTRUKTIONER
DS 415 NORM FOR FUNDERING
NORMAL SIKKERHEDSKLASSE (STÅL OG FUNDERING)

BELASTNINGER

AFGRÆNSENDE STÅLSPUNS:
MAKS. DIFFERENSVANDTRYK: 2,25M

LASTKOMBINATION 1:
OVERFLADELAST (KARAKTERISTISK): 20 kN/M^2
MAKS. TERRÆNFORSKEL MELLEM FOR– OG BAGSIDE SPUNS: 1,0M.

LASTKOMBINATION 2:
OVERFLADELAST BAG SPUNS: 0 kN/M^2
MAKS. TERRÆNFORSKEL MELLEM FOR– OG BAGSIDE SPUNS: 2,25M.

STÅLKONSTRUKTIONER

AFGRÆNSENDE STÅLSPUNS:
SPUNSPROFIL, ARCELOR AZ 13 10/10, STÅLKVALITET S355 GP

ØVRIGE STÅLELEMENTER:
STÅLKVALITET S235 JF. DS/EN 10025

PROJEKTTEGNINGER:

NR.	BETEGNELSE
59501–1 –3	GENERALNOTE
59501–10–3	OVERSIGTSPLAN
59501–11–1	OVERSIGTSPLAN, AFGRÆNSNING AF DEPOT
59501–12–3	TVÆRSNIT, AFGRÆNSNING AF DEPOT
59501–15–1	OVERSIGTSPLAN, OPMÅLING
59501–20–4	AFGRÆNSENDE SPUNS OG STENBESKYTTELSE, PLAN OG TVÆRSNIT
59501–25A–2	KATODISK BESKYTTELSE, ANODE– OG KOMPONENTPLACERING
59501–25B	KATODISK BESKYTTELSE–SUPPLERENDE ANLÆG, ANODE– OG KOMPONENTPLACERING
59501–26–2	KATODISK BESKYTTELSE–ANODE INSTALLATION, SNIT
59501–27–2	KATODISK BESKYTTELSE, REFERENCE, ELEKTRODE I MÅLERØR, SNIT
59501–28	KATODISK BESKYTTELSE, ANODE INSTALLATION, KABELSAMLING
59501–29A	KATODISK BESKYTTELSE, ENSRETTERSTATION, KABELTILSLUTNINGER
59501–29B	KATODISK BESKYTTELSE–SUPPLERENDE ANLÆG, ENSRETTERSTATION, KABELTILSLUTNINGER
59501–30–2	MEMBRAN OG AFDÆKNING, PLAN
59501–32–2	PLASTMEMBRAN OG AFDÆKNING, SNIT OG DETALJER
59501–33	PLASTMEMBRAN OG AFDÆKNING, GENNEMFØRINGER I MEMBRAN

EKSIST. TEGNINGER:

14450/88–2d	CHEMINOVAHULLET 1988, DRÆNINGSPLAN
14450/88–8	CHEMINOVAHULLET 1988, OVERSIGTSTEGNING
14450/88–9	CHEMINOVAHULLET 1988, UDLØBSLEDNING, PLAN OG DETALJER
14450/88–20b	CHEMINOVAHULLET 1988, ELINSTALLATION, OVERSIGTSPLAN
14450/88–21b	CHEMINOVAHULLET 1988, ELINSTALLATION, PLAN AF BYGNING
0778.005A1R1	CHEMINIVA A/S, AFLØBSLEDNINGER, PLACERING AF EKSISTERENDE OG NYE AFLØBSLEDNINGER I TERRÆN OG I HAV MELLEM FABRIK OG UDLØBSHOVED, PLAN– OG PROFILTEGNING, 29. AUG. 1979

Rev.	Dato	Bemærkninger	Tegn./Udarb.	Kontr.	Godk.
3	JAN 07	SOM UDFØRT	LMI/CQN		CQN /CQN
2	30 AUG 06	TEGNINGSOVERSIGT	LMI/CQN		CQN
1	26 JUN 06	SPUNSPROFIL FOR AFGR. SPUNS OG TEGNINGSOVERSIGT	LMI/CQN		CQN

RINGKJØBING AMT
HØFDEDEPOT PÅ HARBOØRE TANGE, AFVÆRGEFORANSTALTNING

GENERALNOTE

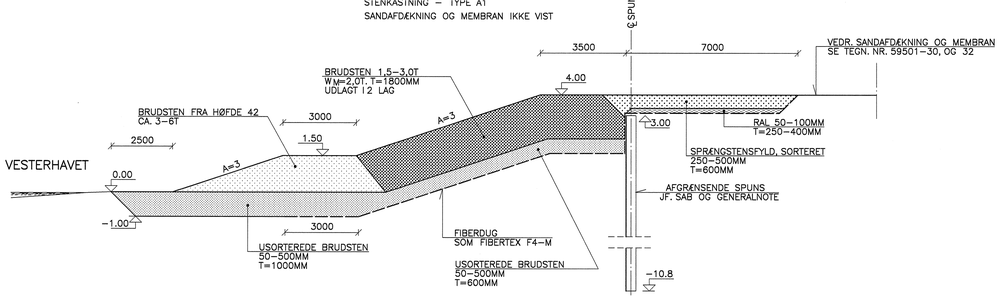
Bemærkninger

WBS-nr.	59501
Tegn./Udarb.	KSR / CQN
Kontr.	JRE
Godk.	CQN
Mål	-
Dato	JANUAR 2006
Dokument nr.	Rev.
59501-1	3

COWI
COWI A/S
Thulebakken 34
9000 Aalborg
Telefon 99 36 77 00
Telefax 99 36 77 01
www.cowi.dk

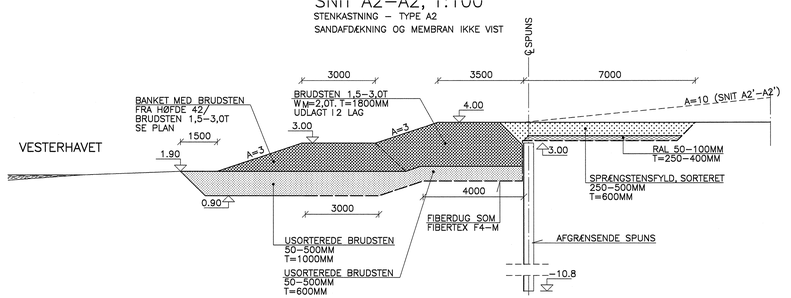
SNIT A1–A1, 1:100

STENKASTNING – TYPE A1
SANDAFDÆKNING OG MEMBRAN IKKE VIST

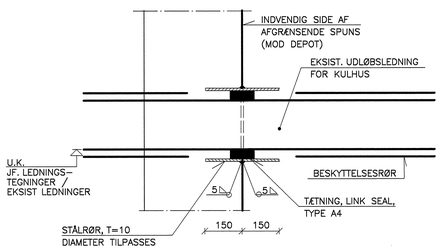


SNIT A2–A2, 1:100

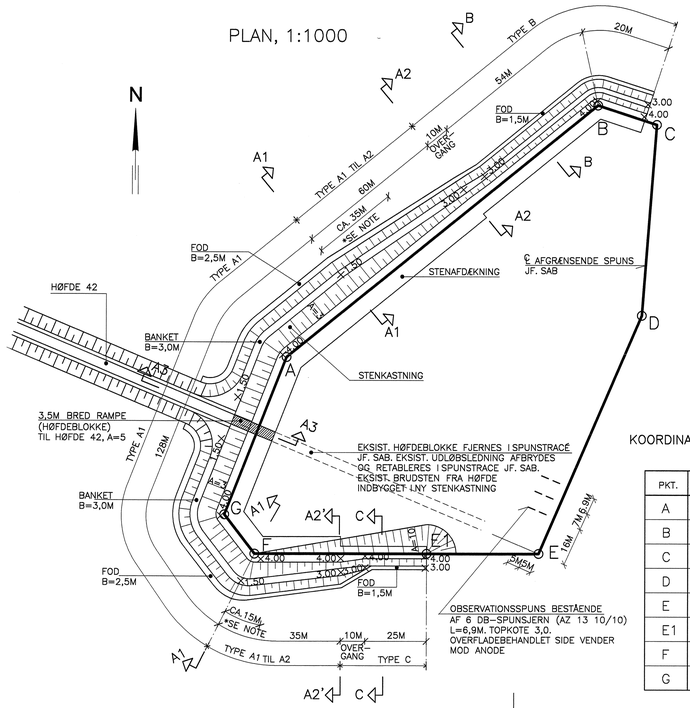
STENKASTNING – TYPE A2
SANDAFDÆKNING OG MEMBRAN IKKE VIST



GENNEMFØRING EKSIST. UDLØBSLEDNING



PLAN, 1:1000



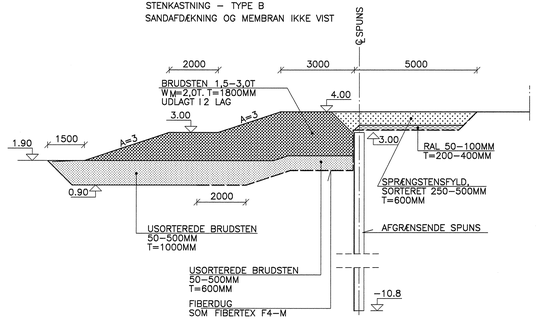
NOTE:
*BANKET MED BRUDSTEN FRA HØFDE 42

KOORDINATER OG KOTER TIL ℄ AFGRÆNSENDE SPUNS

PKT.	X	Y	TOPKOTE	SPIDSKOTE
A	449087.82	6279853.31	3.00	–10.80
B	449214.58	6279956.23	3.00	–10.80
C	449239.08	6279947.81	3.00	–10.80
D	449232.36	6279870.20	3.00	–10.80
E	449190.26	6279771.62	3.00	–10.80
E1			3.00	–10.80
F	449074.49	6279772.34	3.00	–10.80
G	449062.03	6279789.01	3.00	–10.80

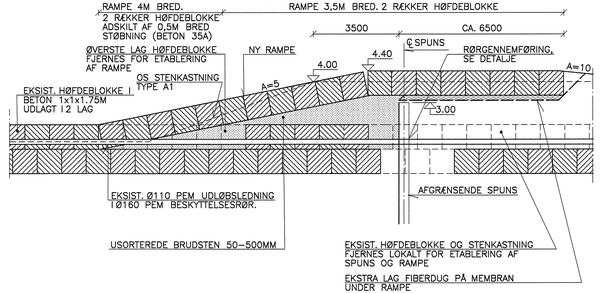
SNIT B–B, 1:100

STENKASTNING – TYPE B
SANDAFDÆKNING OG MEMBRAN IKKE VIST



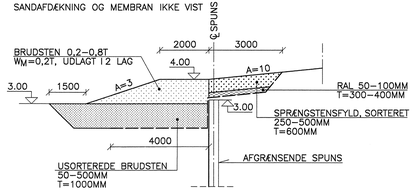
SNIT A3–A3, 1:100

RAMPE TIL HØFDE 42
FIBERDUG IKKE VIST



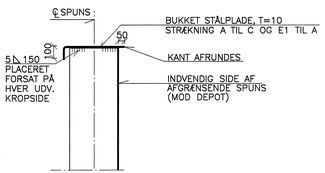
SNIT C–C, 1:100

STENKASTNING – TYPE C
SANDAFDÆKNING OG MEMBRAN IKKE VIST



TVÆRSNIT, 1:20

STÅLSPUNS – KABELBAKKE OG AFDÆKNINGSPLADE
KLEMSKINNE FOR PLASTMEMBRAN IKKE VIST



NOTER:

MÅL: UBENÆVNTE MÅL I MM. KOTER I M. (DVR90). KOORDINATER I M (UTM ZONE 32 (EUREF89)) SPUNSHJØRNER INDMÅLT AF ARKIL DER MÅ IKKE MÅLES PÅ TEGNINGEN

MATERIALER: SE SAB OG GENERALNOTE

UDFØRELSE: SE SAB OG GENERALNOTE

REFERENCER: SE TEGN. NR. 59501–30 OG 31

TEGNINGSOVERSIGT: SE TEGN. NR. 59501–1, GENERALNOTE

Rev.	Dato	Bemærkninger	Tegn./Udarb.	Kontr.	Godk.
4	JAN 07	SOM UDFØRT	LMI/CQN		CQN
3	30 AUG 06	AFD/ØKNINGSPLADE, RAMPE TIL HØFDE 42, RØRGENNEMFØRING	LMI/CQN		CQN
2	4 AUG 06	STENKASTNING ÆNDRET, OMFANGSDRÆN UDGÅR	LMI/CQN		CQN
1	27 JUN 06	TOPKOTE OG KOORDINATER FOR AFGR. SPUNS ÆNDRET.	LMI/CQN		CQN
		UNF FOR LEDNINGSFØRING UDGÅR			

RINGKJØBING AMT
HØFDEDEPOT PÅ HARBOØRE TANGE, AFVÆRGEFORANSTALTNING

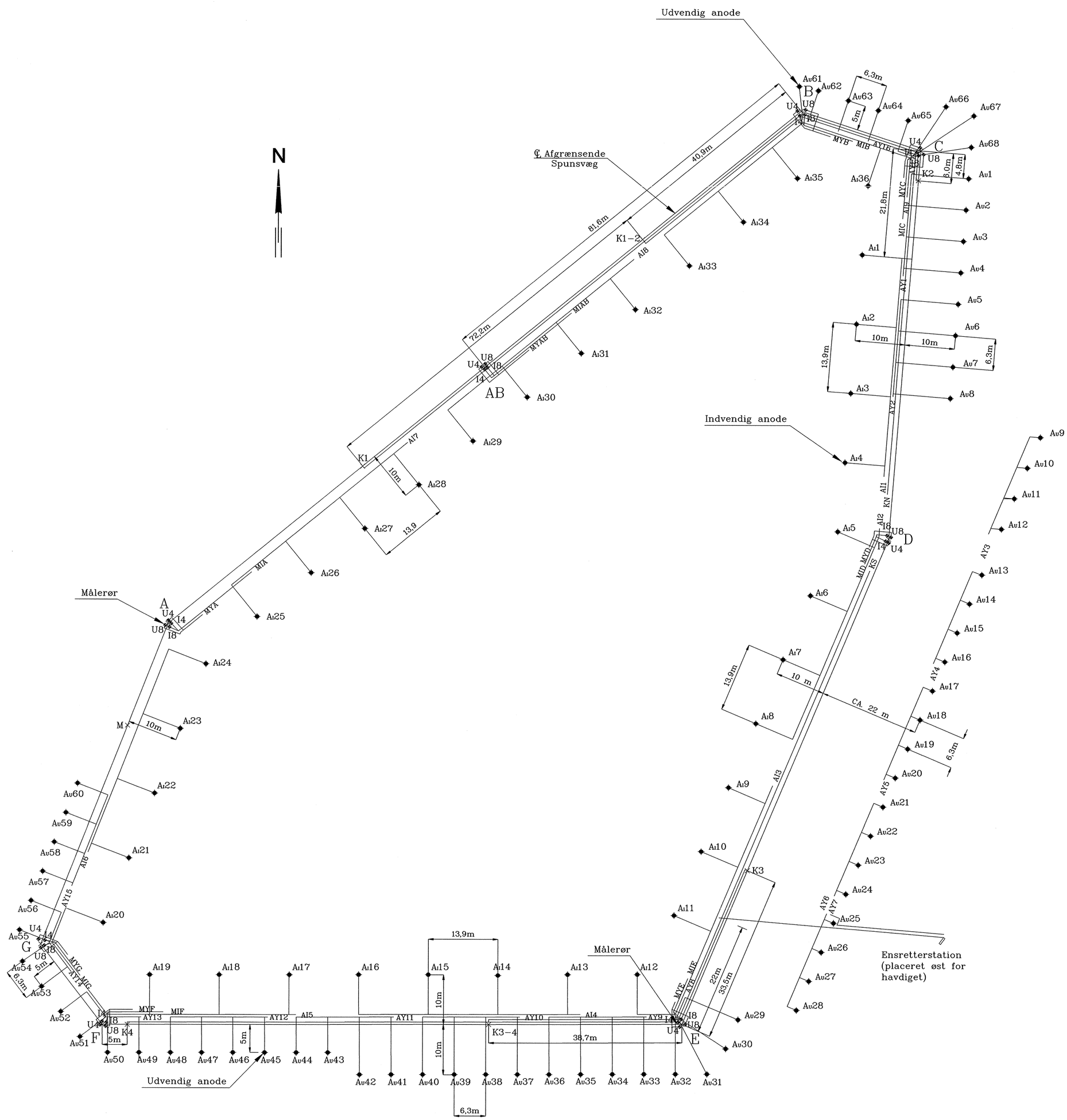
AFGRÆNSENDE SPUNS OG STENBESKYTTELSE
PLAN OG TVÆRSNIT

Bemærkninger

WBS-nr.	59501
Tegn./Udarb.	KSR / CQN
Kontr.	JRE
Godk.	CQN
Mål	1:10,1:100, 1:1000
Dato	JANUAR 2006
Dokument nr.	59501-20
Rev.	4

COWI
COWI A/S
Thulebakken 34
9000 Aalborg
Telefon 99 36 77 00
Telefax 99 36 77 01
www.cowi.dk

PLAN
PRINCIP



NOTER:

25A–2

MÅL:	DER MÅ IKKE MÅLES PÅ TEGNINGEN
SIGNATUR:	A KNÆKPKT. A I SPUNSVÆG
	K1 KATODEKABEL TILSLUTNINGSPUNKT TIL SPUNSVÆG
	KN KATODEKABEL FRA NORDLIG HALVDEL AF SPUNSVÆG
	Ai1 ANODE NR. 1 PÅ INDVENDIG SIDE AF SPUNSVÆG
	AI1 ANODEFØDEKABEL FRA ANODE NR. 1–4 PÅ INDVENDIG SIDE AF SPUNSVÆG
	Au1 ANODE NR. 1 PÅ UDVENDIG SIDE AF SPUNSVÆG
	AY1 ANODEFØDEKABEL FRA ANODE NR. 1–4 PÅ UDVENDIG SIDE AF SPUNSVÆG
	I4 MÅLERØR PÅ INDVENDIG SIDE AF SPUNSVÆG TIL 4M UNDER SPUNSTOP
	MI1 MÅLEKABEL FRA MÅLERØR PÅ INDVENDIG SIDE AF SPUNSVÆG I KNÆKPUNKT NR. 1
	U4 MÅLERØR PÅ UDVENDIG SIDE AF SPUNSVÆG TIL 4M UNDER SPUNSTOP
	MY1 MÅLEKABEL FRA MÅLERØR PÅ UDVENDIG SIDE AF SPUNSVÆG I KNÆKPUNKT NR. 1
MATERIALER OG UDFØRELSE:	Au9 TIL Au28 PLACERES VED FODEN AF HAVDIGET. KABLER FOR DISSE ANODER FØRES HER I LANGSGÅENDE LEDNINGSGRAV SE IØVRIGT SAB
REFERENCER:	TEGN. NR. 59501–20, AFGRÆNSENDE SPUNS OG STENBESKYTTELSE
TEGNINGSOVERSIGT:	SE TEGN. NR. 59501–1, GENERALNOTE

Rev.	Dato	Bemærkninger	Tegn./Udarb.	Kontr.	Godk.
2	JAN 07	SOM UDFØRT	LMI/CQN		CQN/CQN
1	26 JUN 06	PLACERING AF UDV. ANODER OG KABLER PÅ STRÆKNING C TIL E	LMI/CQN		CQN

RINGKJØBING AMT

HØFDEDEPOT PÅ HARBOØRE TANGE, AFVÆRGEFORANSTALTNING

KATODISK BESKYTTELSE
ANODE- OG KOMPONENT PLACERING

Bemærkninger

WBS-nr.	59501
Tegn./Udarb.	MDA / HRBXX
Kontr.	JRE
Godk.	CQN
Mål	1:500
Dato	JANUAR 2006
Dokument nr.	Rev.
59501-25A	2

COWI
COWI A/S
Thulebakken 34
9000 Aalborg
Telefon 99 36 77 00
Telefax 99 36 77 01
www.cowi.dk

lmi P:\59501\AI3_PDOC\CAD\59501_25A.dgn 13-FEB-2007 10:43

NOTE:
Koordinatsystem er i UTM32 Euref89

F1_K10_H1_001

SIGNATURER:

- Spildevandsledning, Cheminova
- Spildevandstrykledning, Cheminova
- Kabelrør, Cheminova
- Spildevandstrykledning, Lemvig Vand & Spildevand
- Vandledning, Lemvig Vand & Spildevand
- Foringsrør vand, Lemvig Vand & Spildevand
- Gasledning, Evida Nord
- Lavspænding 0,4 kV, NOE Net
- Mellemspænding 10 kV, NOE Net
- Højspænding 60 kV, Vestjyske Net
- El-kabel - dødt, NOE Net
- Fiberkabel, Jysk Energi Fibernet
- Telefonkabel, TDC
- Returledning fra vandbehandlingsanlæg
- Trykledning, ø110 til havet
- Dræn
- Samleledning dræn, gravitation
- Hav-dræn
- Trykledning, ø60mm
- Drænbrønd
- P P1 Pumpebrønd
- S Samlebrønd
- N744 Transformator

FORELØBIGT TRYK 2020.11.11

Udgave	Betegnelse/Revision	Dato	Udført	Kontrol	Godkendt

Sag: Region Midtjylland
Høfde 42 og Cheminovas gamle fabriksgrund

Projekt nr.: 10409136
Fase:

Emne: Plan med eksisterende ledninger og kabler

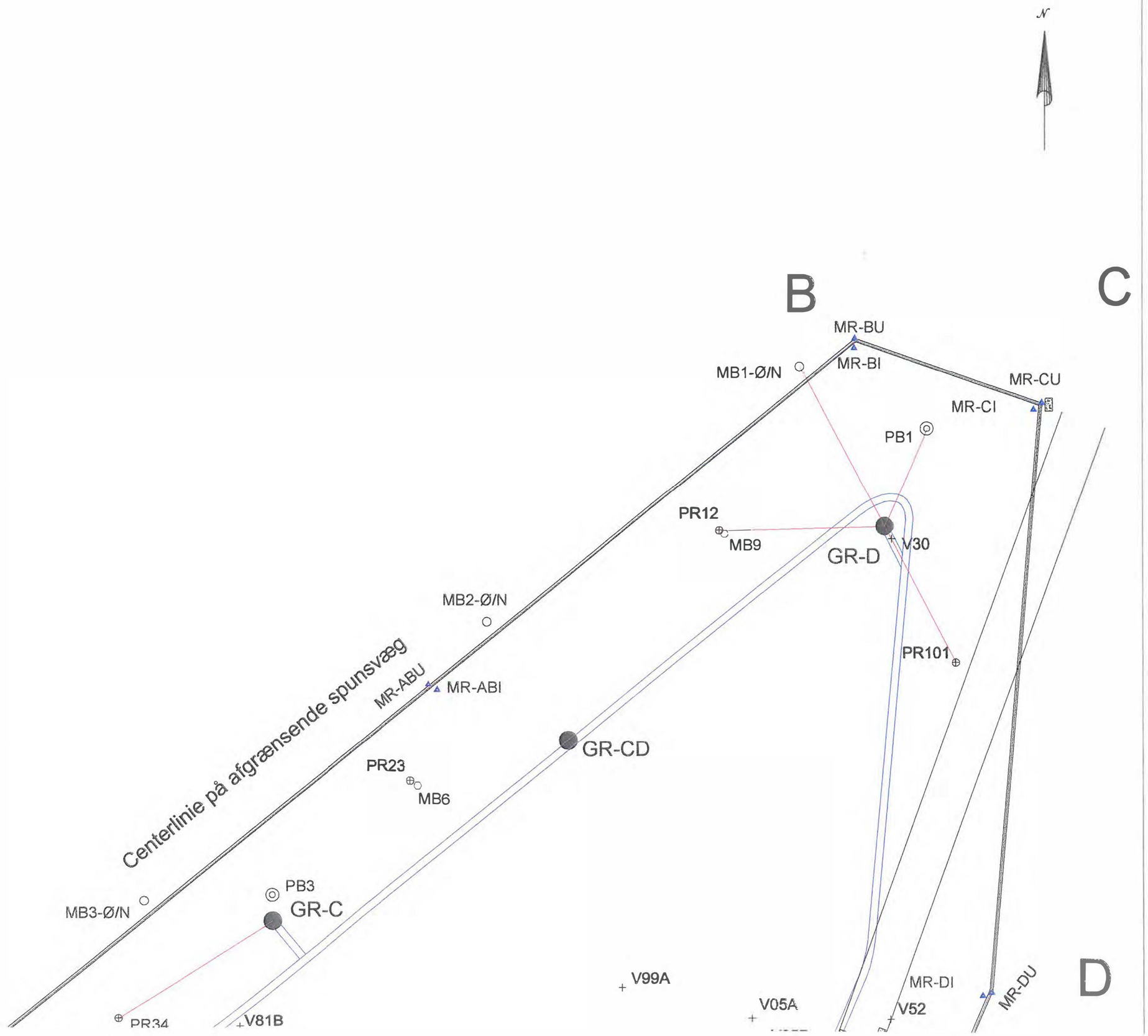
Tegn. nr.: F1_K10_H1_001
Rev.:

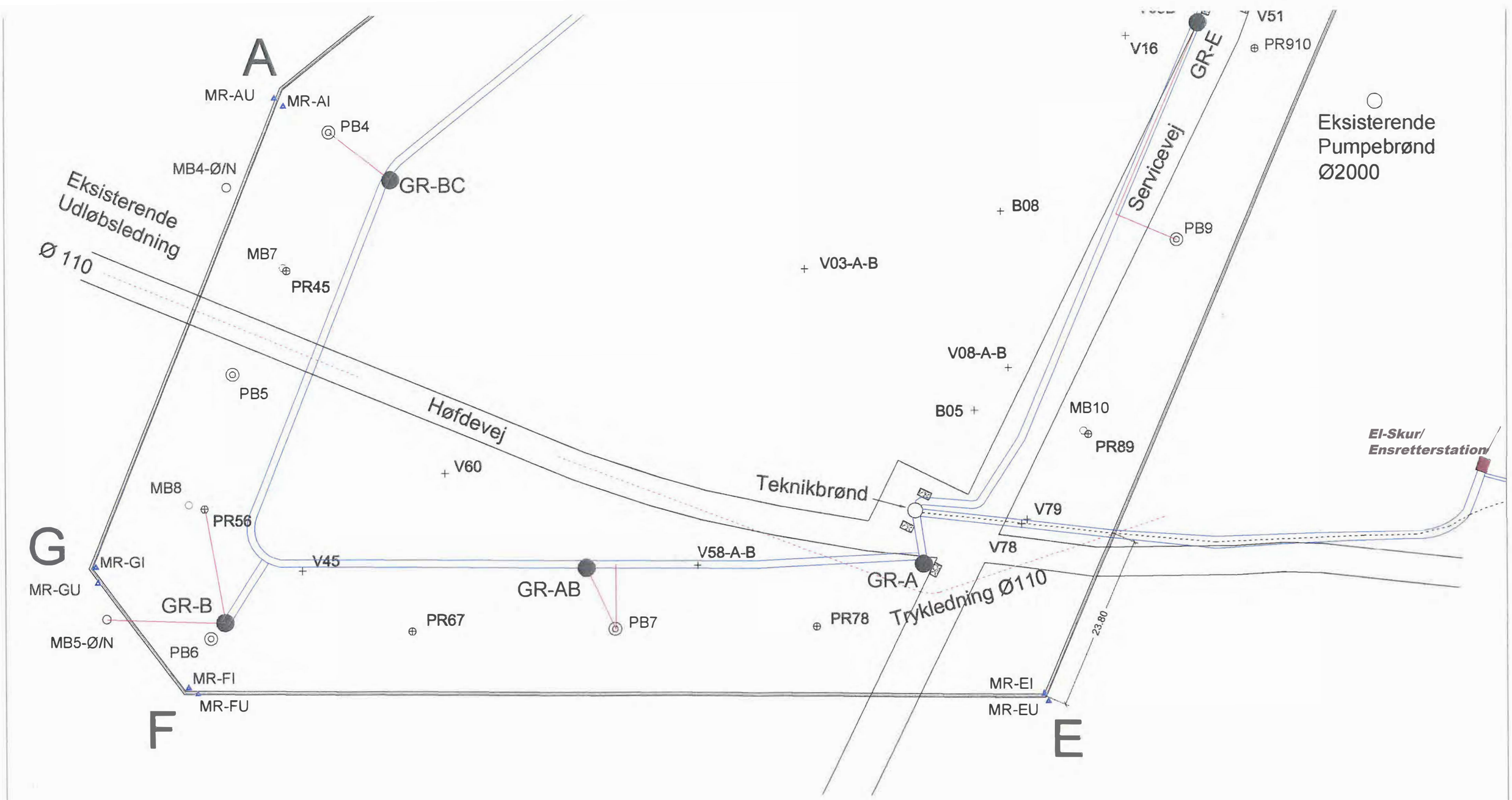
Dato: Udf.: MSK Kont.: Godk.: HES Skala: 1:2000

NIRAS

Ove Gjeddes vej 35, 5220 Odense SØ

\\Niras.Int\Root\PROJ\10\409\136\C07_Geometry\C07.01_Drawing\K10_Process And Supply\F1_K10_H1_001.Dgn
2020.11.11 19:13:20


N
B
C
D
MR-BU
MR-BI
MB1-Ø/N
MR-CU
MR-CI
PB1
PR12
MB9
GR-D
V30
MB2-Ø/N
PR101
MR-ABU
MR-ABI
Centerlinie på afgrænsende spunsvæg
GR-CD
PR23
MB6
PB3
MB3-Ø/N
GR-C
V99A
MR-DI
MR-DU
V05A
V52
PR34
V81B



Ø/N Øvre/Nedre Filter

Kabelrør Ø50 og Ø75

Ledningstracé - EL, Drikkevand, Forurenet grundvand, SRO, ny Ø90 Trykledning

Eksisterende trykledning Ø110

Ny Trykledning Ø90

Grædebrønd

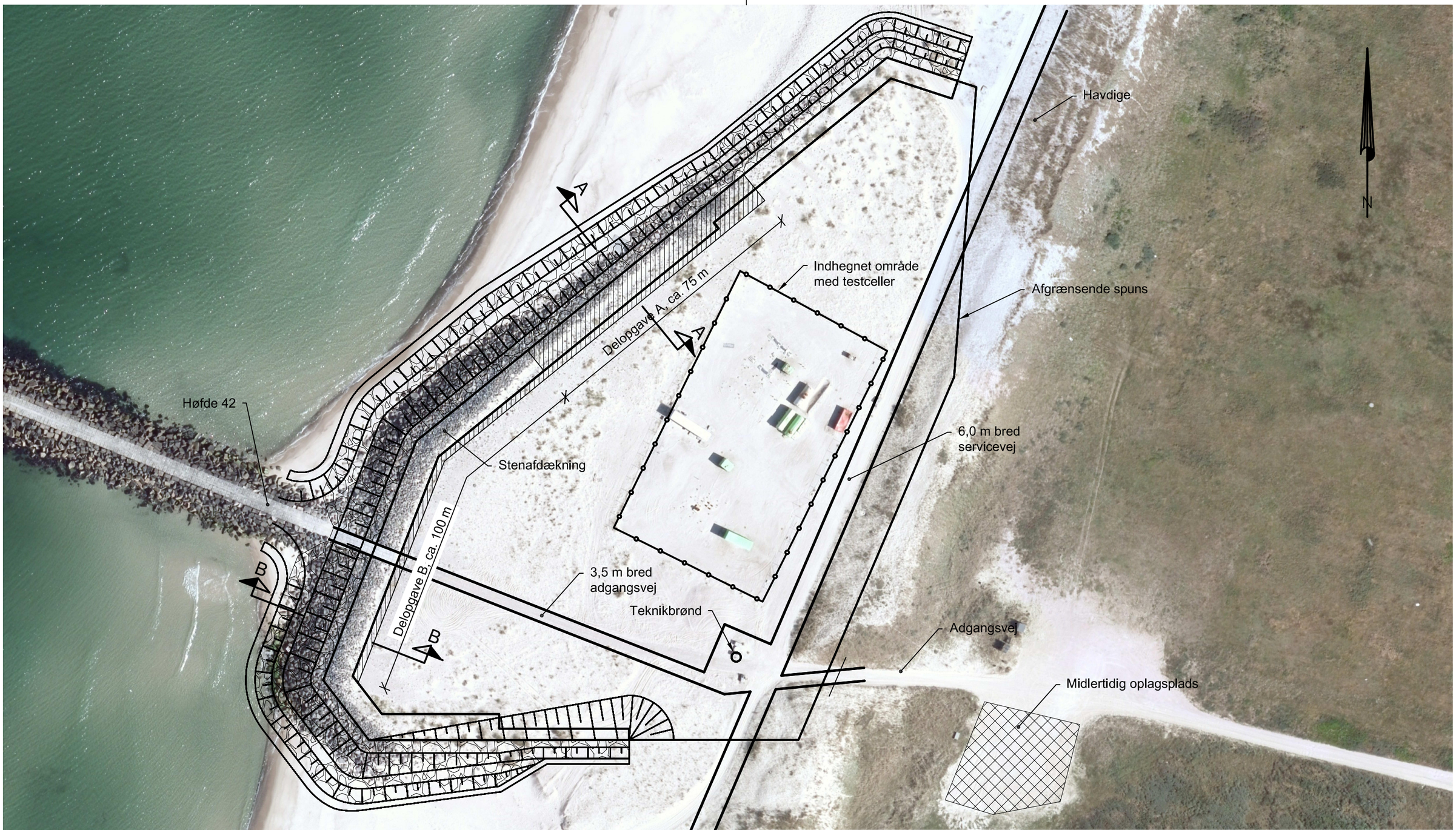
ARKIL

Arkil A/S
Hvidemøllevej 7
8900 Randers
Tlf: 87110070

Høfde 42 - Depotet

Knæk på ny trykledning, samt skæringspunkter med eksisterende ledninger

Ledningsplan		Tegnings nr. KS-Høfde42.dwg	Revision
		Målt.	Tegnet.	E - 23-04-2007
J.nr: 2006-035	Målestok	04-11-06	08-01-07	SYSTEM
	1:500	SL / SS	SL / SS	EUREF89, DVR90



NOTER:

Mål: Ubenævnte mål i m

Referencer: Snit A-A og B-B se tegn. nr. 59501-110

SOM UDFØRT

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
1.0	Aug. 2015	Første udgave	FNFU / CQN	KRRU	CQN

Region Midtjylland, Miljø

Høfdedepot på Harboøre Tange, Reparation af kystsikring

Oversigtsplan, Som udført

UDARB. CQN/FNFU PROJEKTNR. 59501

KONTR. CQN MÅL 1:1000

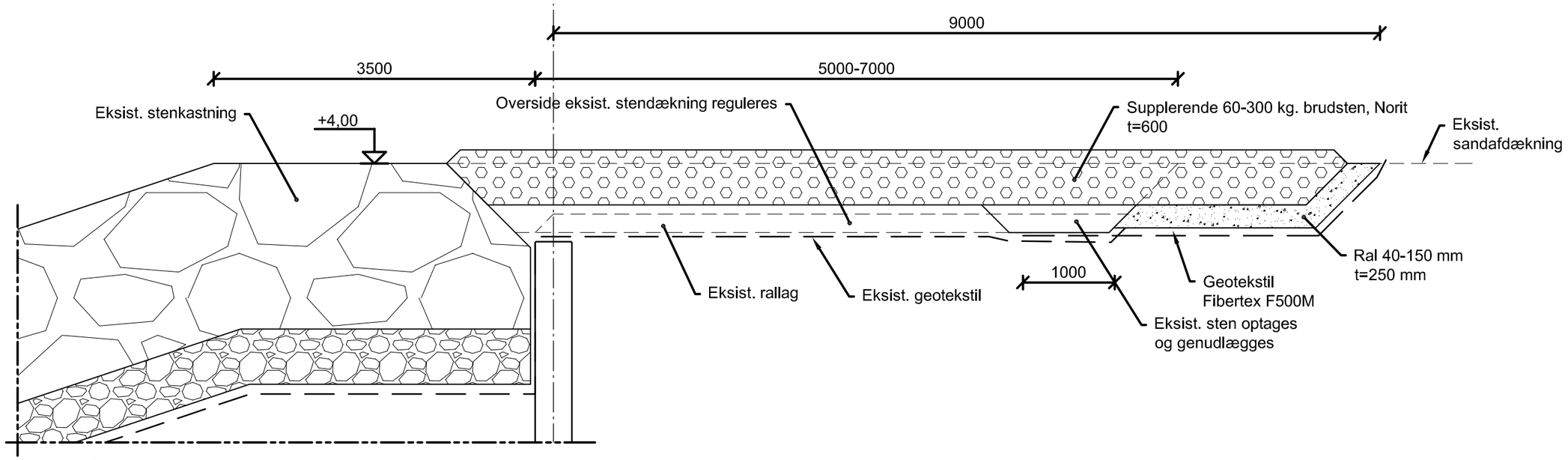
GODK. CQN DATO 13.01.2015

COWI A/S
Visionsvej 53
9000 Aalborg
Danmark

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

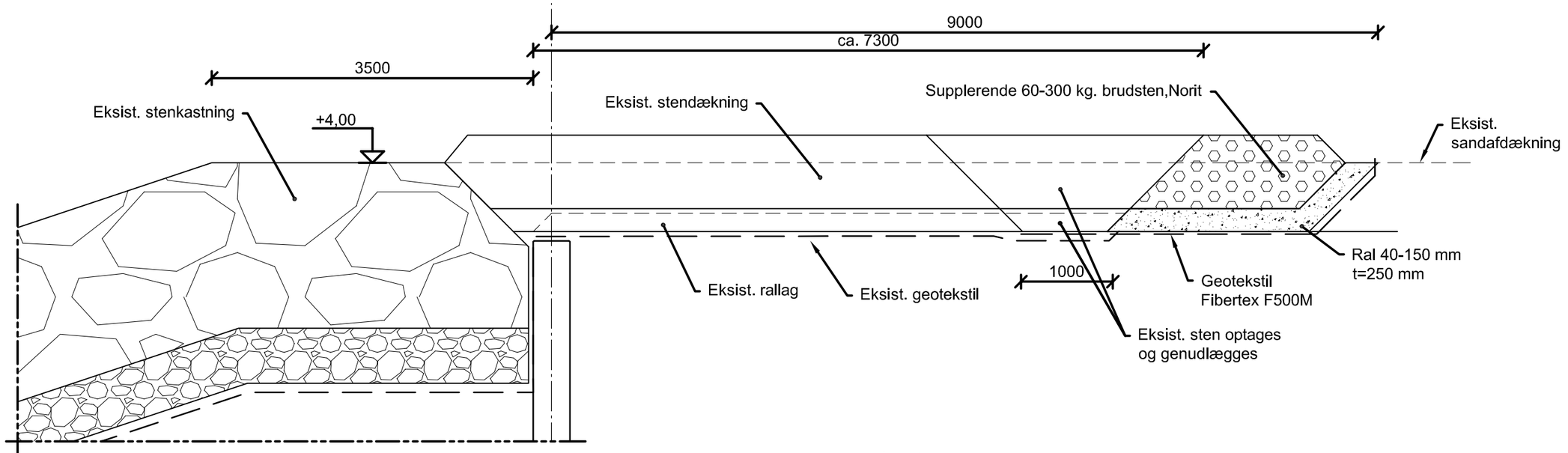
DOKUMENTNR.	VERSION
59501-100	2.0

fnfu P:\59501A\3_PDOC\CAD\59501_100.dwg 14-08-2015 10:50:10



Snit A-A, 1:50

Delopgave A - Supplerende sten og sandtæt kantafslutning



Snit B-B, 1:50

Delopgave B - Sandtæt kantafslutning

NOTER:

Mål: Ubenævnte mål i mm
Materialer og udførelse: Se SAB.

SOM UDFØRT

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
1.0	Aug. 2015	Første udgave	FNFU / CQN	KRRU	CQN

Region Midtjylland, Miljø
Høfdedepot på Harboøre Tange, Reparation af kystsikring
Tværsnit, Som udført

UDARB. CQN/FNFU
KONTR. CQN
GODK. CQN
PROJEKTNR. 59501
MÅL 1:50
DATO 13.01.2015

COWI A/S
Visionsvej 53
9000 Aalborg
Danmark
Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

DOKUMENTNR. 59501-110
VERSION 2.0

fnfu P:\59501A\3_PDOC\CAD\59501_110.dwg 14-08-2015 10:50:10