

Vurdering af særtransportrute over Tjæreborg til Esbjerg Havn



Forfatter

Maria Larsen

Gruppe

B7D-5-E13

Semester

7. Semester

Periode

14. oktober 2013 til 6. januar 2014

Samarbejdspartner

COWI Esbjerg

Afdeling

Transport Infrastructure

Hovedvejleder

Sven Krabbenhøft

Faglig vejleder

Per Fuglsang Birkelund

TITELBLAD

Projekttitel:	Vurdering af særtransportrute over Tjæreborg til Esbjerg Havn
Tema:	Bachelorprojekt
Gruppe:	B7D-5-E13
Forfatter:	Maria Larsen
Semester:	7. semester
Projektperiode:	14. oktober 2013 – 6. januar 2014
Samarbejdspartner:	COWI, Esbjerg
Afdeling:	Transport Infrastructure
Hovedvejleder:	Sven Krabbenhøft, Aalborg Universitet Esbjerg
Faglig vejleder	Per Fuglsang Birkelund, COWI Esbjerg

Synopsis:

Dette bachelorprojekt er skrevet i samarbejde med COWI Esbjerg hos afdelingen Transport Infrastructure.

Projektet omhandler planlægning og projektering af en adgangsvej til særtransporter for Esbjerg Kommune. Vejen, der ønskes projekteret, har en længde på knap 465 m.

I projektet er de nuværende forhold undersøgt i forhold til både trafik og planmæssige- og naturbeskyttelsesmæssige bindinger. Vejen er klassificeret på baggrund af nuværende og fremtidige forhold.

Efter fastlæggelse af de eksisterende forhold er vejen projekteret. Projekteringen af vejen indebærer fastlæggelse af vejens linjeføring og længdeprofil, vejens tværsnit, afvandingsforhold, mængdeberegning samt afmærkning af adgangsvejen.

Projekteringen af vejen afsluttes med en trafiksikkerhedsrevision og et udbudsmateriale.

INDHOLD

1	FORORD.....	1
2	INDLEDNING.....	2
2.1	Formål med projektet	2
3	BAGGRUND FOR PROJEKTET	3
3.1	Den eksisterende rute	3
3.2	Alternative ruter.....	4
4	PLANLÆGNING AF ADGANGSVEJEN I DET ÅBNE LAND	7
4.1	Eksisterende forhold i området.....	7
4.2	Klassificering af adgangsvejen.....	14
5	FASTLÆGGELSE AF VEJENS TRACÉ	16
5.1	Fastlæggelse af linjeføring.....	16
5.2	Fastlæggelse af længdeprofil	19
6	BESTEMMELSE AF VEJBEFÆSTELSEN	22
6.1	Fastlæggelse af dimensioneringstrafikken.....	22
6.2	Geoteknisk vurdering	23
6.3	Dimensionering af vejbefæstelse ved katalogmetoden	23
6.4	Dimensionering af vejbefæstelse ved den analytisk/empiriske metode.....	24
6.5	Dimensionering af vejbefæstelse ved MMOPP	28
6.6	Valg af vejbefæstelse.....	29
7	VEJENS TVÆRSNIT	30
7.1	Vejens sikkerhedszone	30
7.2	Vejens hældning.....	31
8	AFVANDING AF ADGANGSVEJEN	33
8.1	Valg af afvanding for projektvejen	33
8.2	Fastlæggelse af dimensionsgivende vandmængder	34
9	MÆNGDEBEREGNING FOR ADGANGSVEJEN	35
9.1	Massekurven	35

9.2	Fastlæggelse af mængder ved prismemetoden.....	36
10	AFMÆRKNING AF ADGANGSVEJEN.....	37
10.1	Relevant eksisterende afmærkning i området.....	37
10.2	Ny afmærkning på adgangsvejen	39
11	TRAFIKSIKKERHEDSREVISION AF ADGANGSVEJEN	41
11.1	De fem hovedfaser i en sikkerhedsrevision	41
12	UDBUDSMATERIALE FOR ADGANGSVEJEN.....	42
12.1	SBB – Særlige beskrivelser og betingelser.....	42
13	OPSAMLING OG KONKLUSION	43
14	English summary	46
15	LITTERATURLISTE	48

1 FORORD

Denne rapport er udarbejdet af Maria Larsen ved Aalborg Universitet Esbjerg i forbindelse med bachelorprojektet på 7. semester. Projektet er baseret på erfaringer fra den forudgående praktikperiode hos COWI, som endvidere er samarbejdspartner i forbindelse med bachelorprojektet.

Bachelorprojektet henvender sig til medstuderende, vejledere og andre med interesse inden for samme felt.

Alle beregninger findes i bilag, og der er for så vidt muligt kun resultater at finde i rapporten. Der er i rapporten henvisninger til de enkelte bilag. Bilagene er nummereret og er navngivet Bilag X. Bilagene er at finde bagerst i rapporten.

Til projektet er der endvidere tilhørende tegninger. Der er henvist til tegninger i rapporten og udbudsmaterialet. Tegninger er nummeret og er navngivet Tegning xx.xx. Tegningerne er at finde efter udbudsmaterialet. En oversigt over tegningerne er at finde i Tegningslisten, der er placeret sammen med tegningerne.

Alle figurer, tabeller m.v. er eget materiale, med mindre andet er oplyst.

Litteraturhenvisninger er angivet i kantparenteser [X], som henviser til nummereringen i litteraturlisten.

Fodnoter er angivet med hævede araber tal.

Vedlagt rapporten er en cd-rom med følgende materiale:

Bachelorprojekt inkl. Bilag, Trafiksikkerhedsrevision og udbudsmateriale.

Tegninger

- Tegning 01.01 – Oversigtsplan
- Tegning 02.01 – Situationsplan
- Tegning 03.01 – Linjeføring
- Tegning 04.01 – Længdeprofil
- Tegning 05.01 – Normaltværsnit
- Tegning 06.01 – Belægningsplan
- Tegning 07.01 – Afmærkningsplan
- Tegning 08.01 – Kørekurveplan
- Tegning 09.01 – Ekspropriationsplan

Der skal i forbindelse med projektet rettes stor tak til COWI for et godt samarbejde og en god vejledning i forbindelse med dette bachelorprojekt.

2 INDLEDNING

Bachelorprojektet er skrevet i perioden d. 14. oktober 2013 til d. 6. januar 2014.

Projektet er skrevet i samarbejde med afdelingen Transport Infrastructure ved COWI i Esbjerg.

Grundlaget for projektet var den forud liggende praktikperiode, hvor valg af projekt blev taget.

2.1 Formål med projektet

Vindmølleindustrien er i de sidste år blevet vigtigere og vigtigere i Danmark og stadig støt stigende. I den forbindelse har der været en kraftig stigning af vindmølletransporter på det danske vejnet, og transporterne bliver samtidig større.

En af de havne, som vindmølletransporterne i dag anvender, er Esbjerg Havn. Transporterne kører i dag gennem tætbebyggede områder med smalle veje. Transporterne kører desuden gennem en lang række større og mindre kryds, hvoraf flere af disse ikke er dimensioneret til at kunne håndtere de store transporter.

I forbindelse med Regeringens beslutning om, at banestrækningen mellem Esbjerg og Lunderskov skal elektrificeres, skal nogle broer på strækningen ombygges, dette gælder bl.a. broen på Krosgårdsvej i Tjæreborg. En ombygning og udvidelse af denne bro åbner op for muligheden for at ændre den rute, som i dag benyttes af høje særtransporter til Esbjerg Havn.

Esbjerg Kommune har i denne forbindelse besluttet, at undersøge 5 alternative ruter til den eksisterende rute for særtransporter således, at fremkommeligheden for transporterne forbedres. Efter undersøgelsen har Esbjerg Kommune valgt at arbejde videre med alternativ rute 3, se *Afsnit 3 – Baggrund for projektet*.

Opgaven i forbindelse med dette bachelorprojekt er, at projektere en vej alene til særtransporter for det valgte alternativ 3. Vejen ønskes projekteret efter gældende lovgivning, og der ønskes derudover at finde en billig løsning.

Bachelorprojektet omhandler planlægning og projektering af vejen. Projektet munder ud i en udarbejdelse af udbudsmateriale. I projektet ses der alene på projekteringen af vejen for særtransporterne, mens resten af alternativ rute 3 ikke undersøges.

Projektet indeholder en planlægningsdel, hvor baggrunden for projektet beskrives.

Projekteringsdelen indeholder selve projekteringen af vejen, der udmunder i et udbudsmateriale samt en konklusion og opsamling for hele projektet.

3 BAGGRUND FOR PROJEKTET

Dette afsnit omhandler en beskrivelse af udgangspunktet for projektet. I afsnittet er den eksisterende rute for særtransporter beskrevet samt de alternative ruter. Afsnittet indeholder endvidere baggrunden for valget af den alternative rute der ønskes at arbejde videre med og en nærmere beskrivelse af denne.

3.1 Den eksisterende rute

Den eksisterende rute for særtransporter går i dag fra rute 30, Tingvejen via Korskro rundkørslen ned på motorvej E20. Ruten fortsætter op ad afkørsel 74 til lufthavnen, forbi lufthavnsbygningen og videre af Vestre Lufthavnsvej. Fra Vestre Lufthavnsvej fortsætter ruten via Tarp Byvej gennem rundkørslen i Tarp til Guldagervej og herfra videre til Tarphagevej. Fra Tarphagevej fortsætter ruten videre til Hjertingvej og herfra gennem rundkørslen på Strandby Plads og til havnen via Gl. Færgevej. Den eksisterende rute ses på Figur 1.



Figur 1: Den eksisterende rute, der er markeret med en stiplede blå linje. Derudover er broen på Krogsgårdsvej i Tjæreborg, der skal bygges om, markeret med en rød cirkel.

Den eksisterende rute går gennem mange tætbebyggede områder og passerer endvidere en lang række smalle veje, hvor bl.a. Vestre Lufthavnsvej, Tarp Byvej og Guldagervej kan nævnes. Der er ikke lavet særlige foranstaltninger på ruten til særtransporter, udover nogle jernplader i enkelte rundkørsler.

Ved fortsat at benytte den eksisterende rute, vil man i større grad genere de omkringliggende beboere og trafikanter. Det vil heller ikke være muligt for alle typer af særtransporter, at benytte den eksisterende rute, med mindre der foretages yderligere foranstaltninger for særtransporterne.

De 5 alternative ruter beskrives herunder, og det mest hensigtsmæssige alternativ vælges.

3.2 Alternative ruter

Esbjerg Kommune har som sagt besluttet at undersøge 5 alternative løsninger i forbindelse med elektrificeringen af jernbanen mellem Esbjerg og Lunderskov. De 5 alternative ruter ses på Figur 2.



Figur 2: Den eksisterende rute og de 5 alternative ruter. Den eksisterende rute er markeret stiptet blå, alternativ 1 er markeret blå, alternativ 2 stiptet lyseblå, alternativ 3 stiptet rød, alternativ 4 lyseblå og alternativ 5 grøn.

Alternativ 1

Alternativ rute 1 går fra Korsbro rundkørslen til rute 11, Lunde Hovedvej, og herfra fortsætter ruten til rute 191, Solbjergvej. Fra Solbjergvej går ruten til Nordre Strandvej og herfra videre ad Lindingvadvej til Krogsgårdsvej. Derfra fortsætter ruten til rute 24, Tjæreborgvej. Til sidst går ruten via E20 til Esbjerg Havn.

For at særtransporterne skal kunne benytte ruten, skal syv kryds/rundkørsler på ruten ombygges.

Alternativ 2

Alternativ 2 går fra Korsbro rundkørslen til rute 11, Lunde Hovedvej og videre til Saddeup Kirkevej. Fra Saddeup Kirkevej fortsætter ruten til Lundevej og herfra videre til Nordre Strandvej. Ruten fortsætter ad Lindingvadvej til Krogsgårdsvej og derfra til rute 24 Tjæreborgvej. Til sidst går ruten via E20 til Esbjerg Havn.

For at særtransporterne skal kunne benytte ruten, skal otte kryds/rundkørsler på ruten ombygges.

Alternativ 3

Alternativ 3 går fra Korsbro rundkørslen, ned på motorvej E20 og af ved afkørsel 74 til lufthavnen. Ruten fortsætter af John Tranums Vej til Skads Mosevej. Der skal imellem disse to veje etableres en adgangsvej for særtransporterne. Fra Skads Mosevej går ruten af Krogsgårdsvej til rute 24, Tjæreborgvej og videre på E20 til Esbjerg Havn

For at særtransporterne skal kunne benytte ruten, skal fem kryds/rundkørsler på ruten ombygges.

Alternativ 4

Alternativ 4 går fra Korsbro rundkørslen ned ad rampen mod Esbjerg og op igen ved Esbjerg Lufthavn. Ruten fortsætter ad den nye rampe ned på motorvej og op igen ved afkørsel 75, rundkørslen ved Esbjerg Nord, hvorfra der køres ned på motorvejen igen. Ruten fortsætter herefter op til Nordskrænten og herfra til Krogsgårdsvej til rute 24, Tjæreborgvej, gennem rundkørslen ved rute 24 og videre ad E20 til Esbjerg Havn.

For at særtransporterne skal kunne benytte ruten, skal otte kryds/rundkørsler på ruten ombygges. Endvidere skal der etableres nye ramper fra E20 til Nordskrænten. Der skal ligeledes laves en mindre shunt, hvor Andrup Byvej krydses.

Alternativ 5

Alternativ rute 5 går fra Korsbro rundkørslen ned ad rampen mod Esbjerg og op igen ved Esbjerg Lufthavn. Derefter ad John Tranums Vej ned ad rampen til motorvejen og herefter op ad rampen til rundkørslen ved Esbjerg Nord og videre ned af Andrupvej. Fra Andrupvej køres der til Solbjergvej, og ruten forløber derefter ad Skads Mosevej til Krogsgårdsvej. Fra Krogsgårdsvej fortsætter ruten til Tjæreborgvej gennem rundkørslen ved rute 24 og videre ad E20 til Esbjerg Havn.

For at særtransporterne skal kunne benytte ruten, skal ni kryds/rundkørsler på ruten ombygges.

Valg af alternativ rute

Som beskrevet tidligere går den eksisterende rute gennem byområder. Dette generer mange beboere langs ruten.

På den eksisterende rute skal der ligeledes gennemkøres mange kryds og rundkørsler, hvilket er problematisk i forhold til trafiksikkerhed og kapacitet.

Af de alternative ruter er alternativ 3, det alternativ, der er mest direkte, med færrest beboere langs ruten samt færrest kryds og rundkørsler, der skal gennemkøres. Rute 3 anbefales desuden af særtransportførerne¹ og af COWI, idet de har vurderet, at alternativ rute 3 er den bedste og mest fremtidssikre løsning. Rute 3 er dog en dyrere løsning, og det er endvidere nødvendigt at ekspropriere et areal, så der kan etableres en ny adgangsvej mellem John Tranums Vej og Skads Mosevej. Derudover skal der udlægges asfalt på Skads Mosevej, der i dag er en grusvej.

Hvis kommunen ønsker, at reducere udgifterne og acceptere de yderligere gener og ulemper for særtransportførerne, beboerne langs ruten samt trafikanterne, kan der peges på alternativ rute 2, der er en billigere løsning for Esbjerg Kommune.

Der vælges i dette projekt at arbejde videre med den alternative rute 3, der endvidere er det alternativ som kommunen også har valgt. Der vil i denne forbindelse ses på adgangsvejen, der skal projekteres mellem John Tranums Vej og Skads Mosevej.

Den første del af rapporten indeholder en analyse af forholdene omkring planlægningen af adgangsvejen, mens den anden del af rapporten indeholder en projektering af adgangsvejen.

¹ Repræsenteret ved Frank Segall

4 PLANLÆGNING AF ADGANGSVEJEN I DET ÅBNE LAND

Formålet med dette afsnit er at beskrive planlægningen for adgangsvejen.

Det skal med planlægningen opnås, at adgangsvejen skaber fremkommelighed, og at der samtidig opnås trafiksikkerhed og tilpasning til omgivelserne. Der skal endvidere tages højde for miljø og natur.

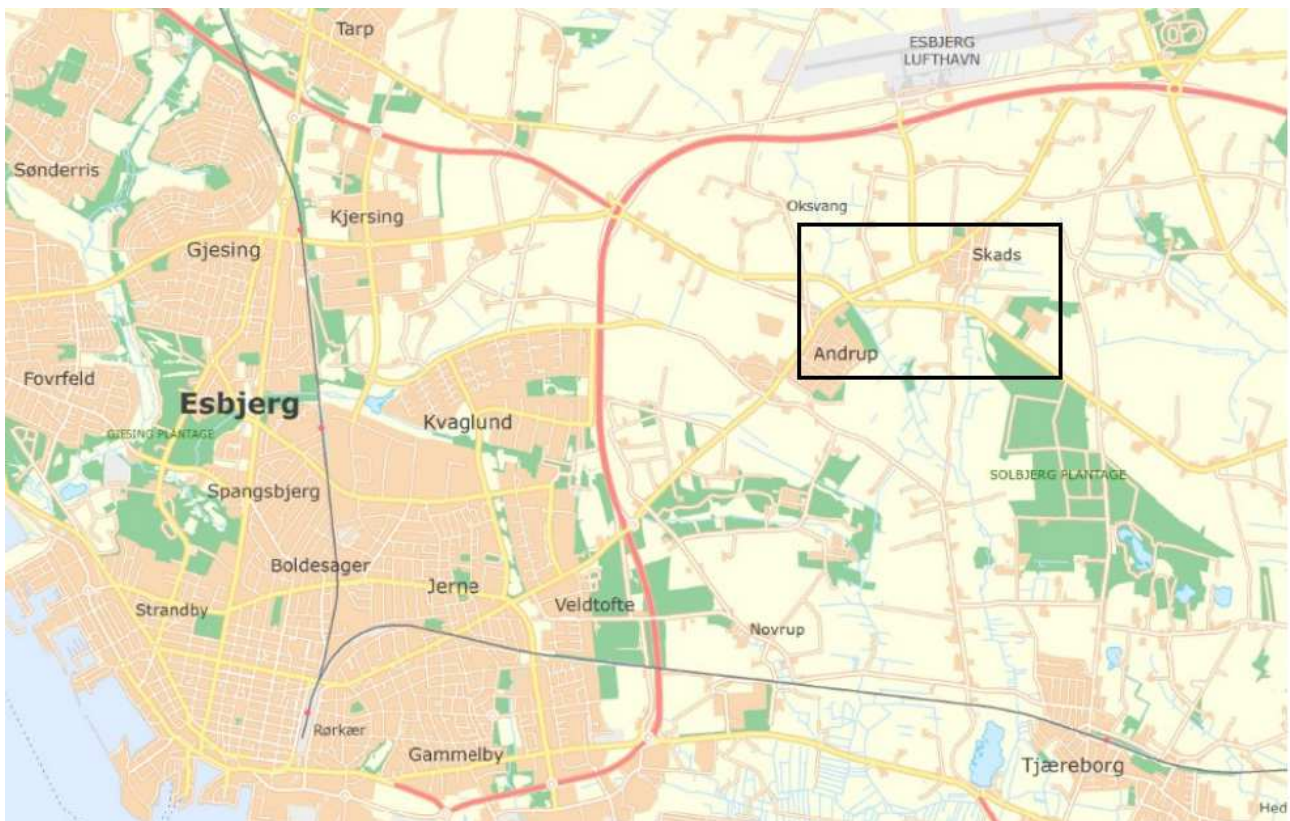
I nedenstående afsnit undersøges først de eksisterende forhold, herunder en foreløbig fastlæggelse af vejens placering og den eksisterende trafik. Herudover fastsættes bindinger i området, både planmæssige og naturbeskyttelsesmæssige.

Efter undersøgelse af de eksisterende forhold, foretages en klassificering af adgangsvejen.

4.1 Eksisterende forhold i området

For at kunne planlægge og projektere en ny vej, bør de eksisterende forhold i området fastlægges, og vejens placering bestemmes.

Adgangsvejen er beliggende i Esbjerg Kommune mellem de to byer Andrup og Skads, se Figur 3.



Figur 3: Oversigtskort over områdets placering.^[1a]

Adgangsvejens ønskede placering ses på Figur 4.

De eksisterende veje med betydning for adgangsvejen ses endvidere på Figur 4.



Figur 4: Placeringen af veje og byer i området omkring adgangsvejen, hvor adgangsvejen ønskes placeret mellem John Tranums Vej og Skads Mosevej.

De eksisterende veje med betydning for adgangsvejen er alle placeret udenfor tættere bebygget område og har en fastsat hastighedsgrænse på 80 km/t.

Idet Skads Mosevej er en mindre grusvej, antages det, at den reelle hastighed på denne vej er en del mindre end den tilladte hastighed på 80 km/t, se Figur 5.



Figur 5: Skads Mosevej. Det ses på billedet at vejen er en mindre grusvej.

Krydset mellem John Tranums Vej og Skads Byvej er placeret umiddelbart udenfor tættere bebyggede område, se Figur 6, og det antages derfor, at hastigheden i dette kryds er forholdsvis lav.



Figur 6: Afstanden fra krydset mellem John Tranums Vej og Skads Byvej til byzone tavlerne.

Der er ingen hindringer for, at holde hastigheden på Solbjergvej, hvorfor det antages, at hastigheden på denne vej er 80 km/t eller højere.

Der er langs Skads Byvej placeret en dobbeltrettet cykelsti i eget tracé, se Figur 7. Det kan ses på Figur 4, at adgangsvejen kommer til at krydse den dobbeltrettede cykelsti og der bør derfor tages højde for dette, hvilken gennemgås senere i rapporten.



Figur 7: Placeringen af den dobbeltrettede cykelsti langs Skads Byvej.

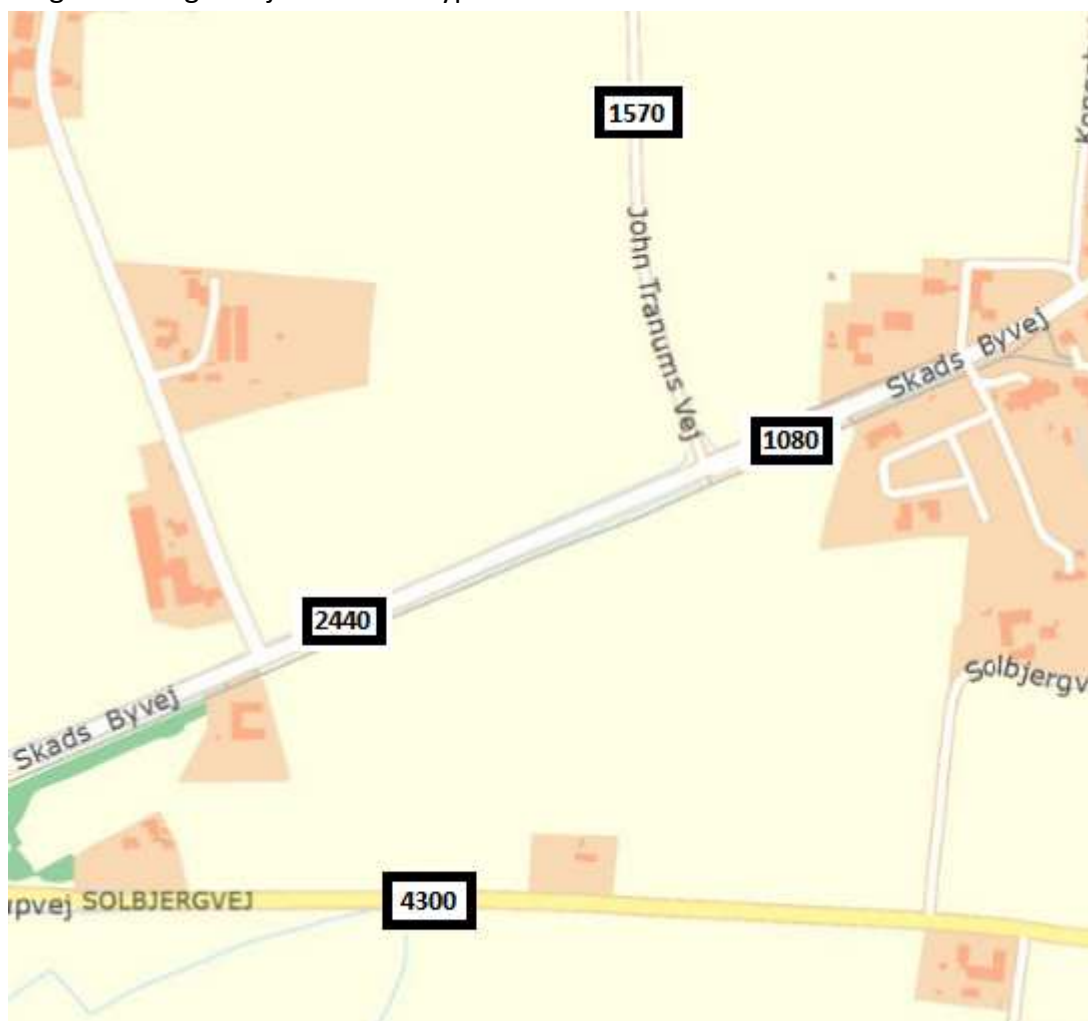
Det ønskes ikke at cyklister skal kunne benytte adgangsvejen.

Eksisterende trafik på omkringliggende veje

Når en ny vej anlægges, bør trafikmængden på de eksisterende veje fastlægges i forhold til både sikkerhed og fremtidig trafik.

En fastlæggelse af trafikken bør ske ved en trafiktælling, hvor der tages højde for forskellige trafiktyper, hastigheder, tidsintervaller og rutemønstre.

Det er i dette projekt valgt at bruge Esbjerg Kommunes trafiktællinger, se Figur 8. Der er i disse trafiktællinger ikke taget højde for trafiktyper m.v.



Figur 8: Trafiktællinger for området foretaget af Esbjerg Kommune. Årsdøgntrafikken for de pågældende veje ses i de sorte firkanter. ^[1b]

Det ses af Figur 8, at Solbjergvej er den mest trafikerede vej, og det må derfor antages, at både sikkerhed og fremkommelighed her vil påvirkes i højere grad.

For at sikre særtransporternes fremkommelighed er det valgt ikke at ændre krydstypen, på trods af den mindskede sikkerhed. Det antages, at kapaciteten på vejen ikke ændres mærkbart, idet

vejen kun benyttes af særtransporter, og en ændring af krydstypen er derfor ikke nødvendig. Det kan endvidere antages, at sikkerheden ikke nedsættes betydeligt, idet særtransporterne, som minimum har to følgebiler med.

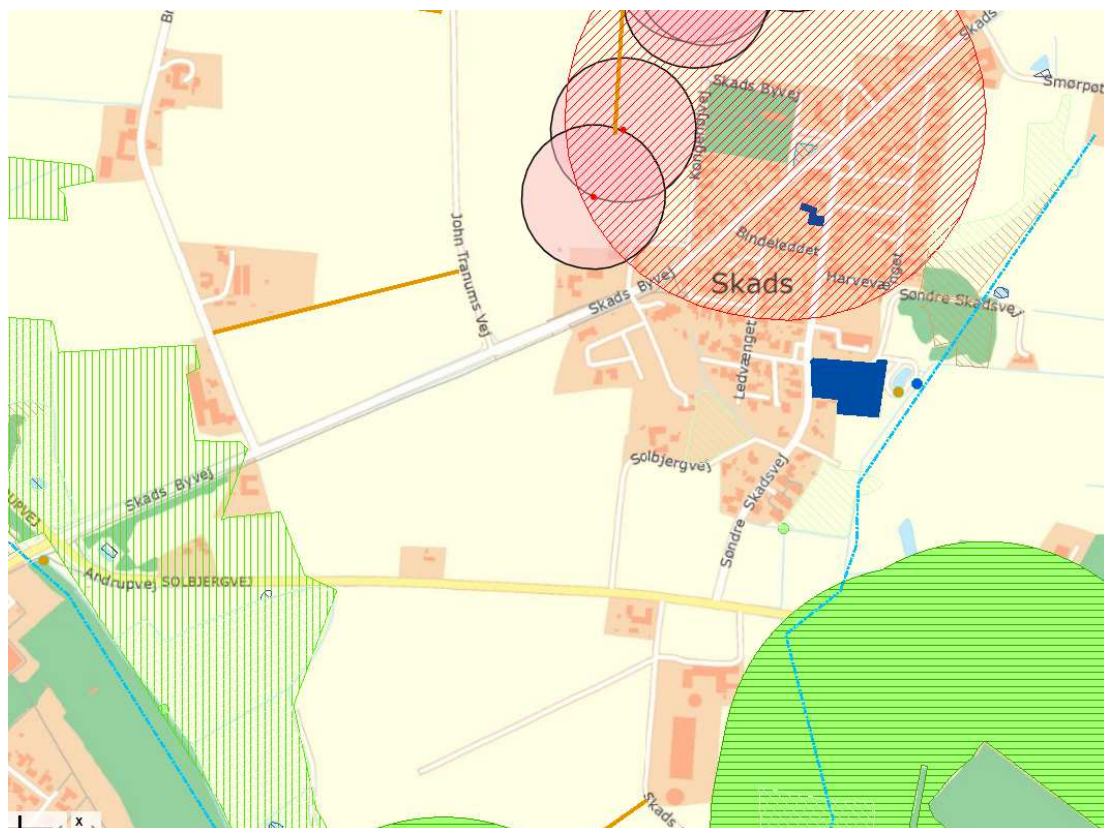
Trafikken på John Tranums Vej og Skads Byvej er ikke speciel høj, se Figur 8. Det kan derfor antages, at sikkerheden og fremkommeligheden i dette kryds kun vil påvirkes i mindre grad. Sikkerheden i forhold til den dobbeltrettede cykelsti bør dog undersøges. Det er heller ikke for dette kryds valgt at ændre krydstypen.

Planmæssige og naturbeskyttelsesmæssige bindinger

Bindingerne i forhold til både plan og naturbeskyttelse skal fastlægges, før vejens placering fastlægges endeligt.

Indenfor de naturbeskyttelsesmæssige bindinger kan der nævnes natura2000 områder, § 3 områder, fredede områder m.v.

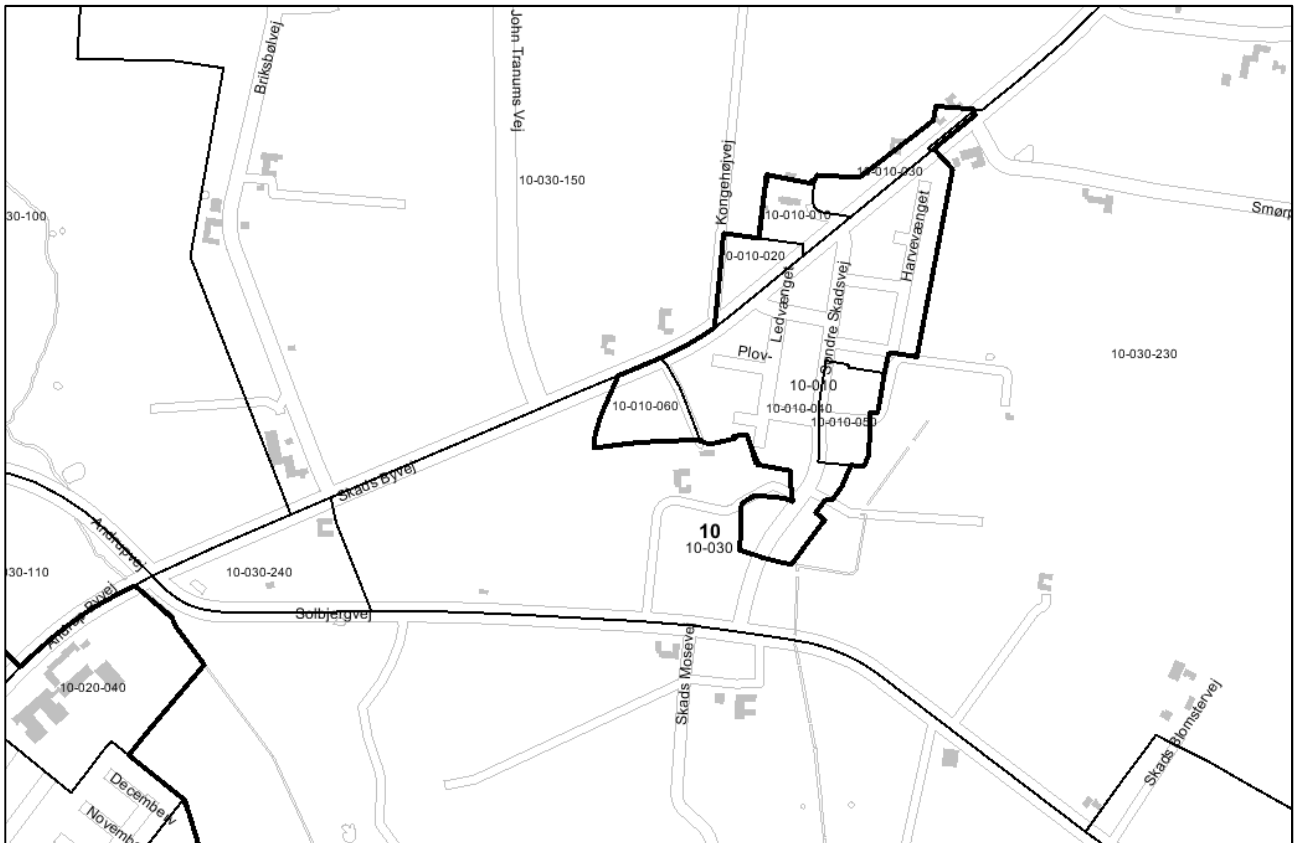
Der er i området omkring adgangsvejen ikke fundet naturbeskyttelsesmæssige bindinger udover drikkevandsinteresser, se Figur 9.



Figur 9: Arealinformation for det pågældende område. ^[1a] Figuren viser ikke drikkevandsinteresserne, da disse dækker hele det pågældende område.

I forhold til drikkevandsinteresser skal der evt. tages hensyn til nedsivning af regnvand, og der skal evt. søges om nedsivningstilladelse, hvis det vælges at vejvandet skal nedsive. Der bør tages kontakt til respektive miljømyndigheder for at fastsætte vigtigheden af området med drikkevandsinteresser.

I forhold til planmæssige bindinger ses der på rammedelen i kommuneplanen for det pågældende område. Den gældende rammedel for området er 10-03-230^[1c], se Figur 10.



Figur 10: Området, som rammedelen er gældende for. ^[1c]

Det er i rammedelen oplyst, at området er beliggende i en landzone, hvor hensigten med området er at fremme erhverv, skovbrug og lignende.

Hvis det for området og områdets drift findes nødvendigt at etablere et anlæg, eksempelvis en vej, kan dette godkendes, så længe anlægget udformes og placeres således, at det tilpasses landskabet bedst muligt.

Hvis det ønskes at benytte eksisterende vandløb i området, er der fastsat en række kvalitetskrav, der sætter grænser for, i hvor høj grad vandløbene må påvirkes.

Det skal tilstræbes at følge de ovenstående retningslinjer i den videre projektering. Hvis det vurderes, at anlæggelse af adgangsvejen strider imod bestemmelserne fastsat i kommuneplanen, skal der laves et kommuneplantillæg.

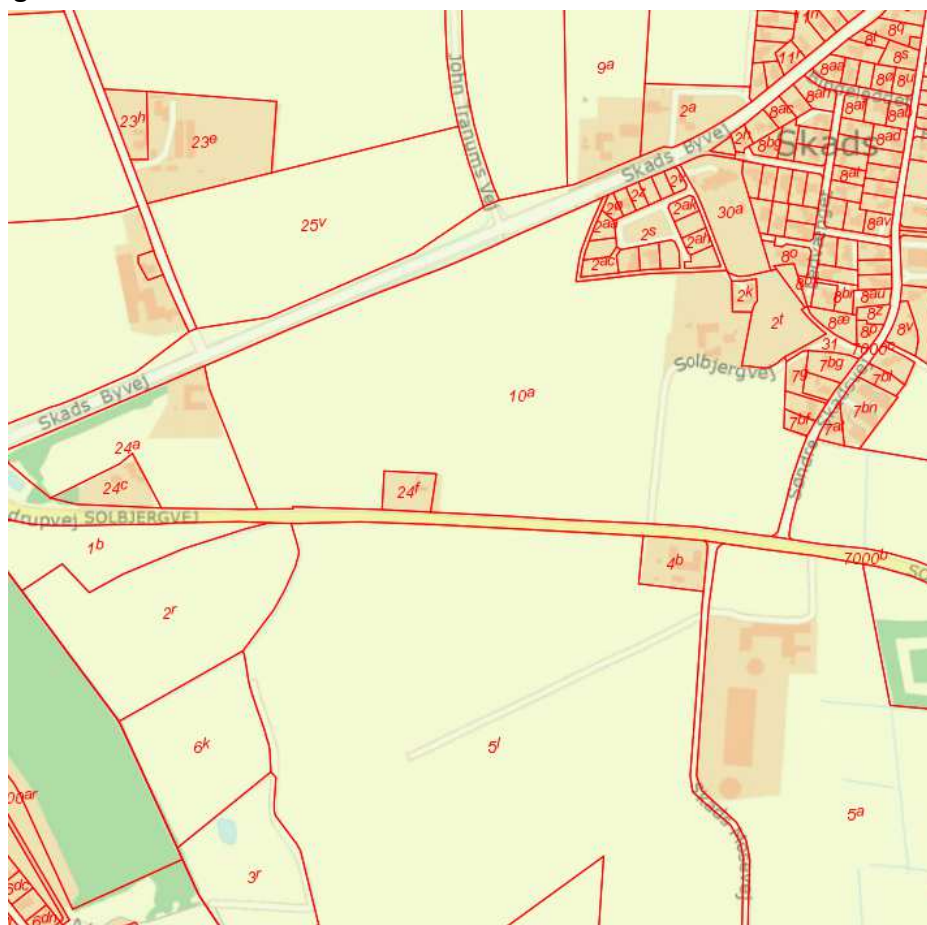
Der skal endvidere laves et kommuneplantillæg med tilhørende VVM-redegørelse, såfremt det viser sig, at vejen er VVM-pligtig.

Der bør i forbindelse med projektet laves en VVM-screening, hvor det skal undersøges, om vejen vil have så store indvirkninger på miljøet, at den bliver VVM-pligtig. Screeningen laves på baggrund af en række oplysninger om den pågældende vej. Der ses ikke yderligere på VVM-screening i projektet.

Ekspropriation af arealer til brug ved etablering af adgangsvejen

I forbindelse med etablering af adgangsvejen skal der eksproprieres landbrugsjord. Der skal eksproprieres et passende areal, men det ønskes opnået at arealet er så lille som muligt. Arealet, der ønskes eksproprieret, er vist på *Tegning 09.01 – Ekspropriationsplan*.

Alle arealer, der skal eksproprieres, hører under samme matrikel, og er alle ejet af Solbjergvej 18, se Figur 11. Ejeren har i forbindelse med ekspropriationen ret til erstatning for det berørte område. Hvis der i forbindelse med arbejdet lånes arealer af lodsejeren, skal disse som minimum afleveres tilbage i samme stand.



Figur 11: Opdeling af matrikler i området.^[1a]

Det skal i fællesskab med lodsejeren vurderes, om der i forbindelse med etablering af adgangsvejen skal etableres nye overkørsler til de enkelte marker, såfremt det vurderes, at etableringen af adgangsvejen gør, at de eksisterende overkørsler ikke længere er tilstrækkelige. Det skal undgås, at adgangsvejen benyttes som overkørsel til markerne, og det ønskes endvidere ikke, at adgangsvejen benyttes af landsbrugsmaskiner.

Det kan overvejes, om privatvejen, Solbjergvej, bør flyttes, således at denne placeres ved siden af adgangsvejen.

4.2 Klassificering af adgangsvejen

I dette afsnit klassificeres vejen, herunder fastlægges den fremtidige trafik, hastighed på anlægsvejen, antal spor m.v.

Trafikprognose for adgangsvejen

Den fremtidige trafik er fundet ud fra en vurdering^[1] om, at vindmølleindustrien i øjeblikket har 2.300 transporter til Esbjerg Havn årligt. De fleste af disse transporter er under 4,63 m i højden, og de kan dermed benytte motorvej E20 hele vejen frem til Esbjerg Havn. Det er skønnet, at 10 % af de 2.300 transporter er høje transporter, og at disse dermed vil benytte adgangsvejen. Til de 10 % lægges eventuelle transporter fra andre erhvervsområder uden relation til vindmølleindustrien. Det giver højt sat 5-10 transporter om dagen.

Hvis vejen senere åbnes for andet trafik, kan det forventes, at en del af den trafik, der kører på det eksisterende vejnet, flyttes til adgangsvejen. Det antages, at etableringen af adgangsvejen kun vil skabe en fordel for ganske få trafikanter, som vil komme hurtigere eller nemmere frem ved at benytte adgangsvejen.

Det er på baggrund af ovenstående samt den eksisterende trafik vurderet, at der højt sat vil være 2.500 bilister, der vil benytte adgangsvejen årligt, hvis vejen åbnes for alt trafik.

Valg til klassificering

Det er valgt at etablere adgangsvejen som en 1-sporet vej, idet det antages ud fra ovenstående, at dette er tilstrækkeligt til at kunne håndtere den forventede trafik, og det vil endvidere være en billig løsning.

Det er tidligere antaget, at hastigheden på Skads Mosevej samt i krydset ved Skads Byvej og John Tranums Vej er forholdsvis lav. Da det endvidere er bestemt at etablere en 1-sporet vej, der alene benyttes til særtransporter, bør der vælges en forholdsvis lav hastighed, både i forhold til at skabe ensartethed og i forhold til sikkerheden i området. Ved Skads Byvej er der, som sagt, placeret en

dobbeltrettet cykelsti, hvorfor der i forhold til sikkerheden bør anvendes en forholdsvis lav hastighed på adgangsvejen.

Det vælges på baggrund af ovenstående, at planlægningshastigheden for vejen fastsættes til 30 km/t, idet det forventes, at denne hastighed vil skabe både ensartethed og sikkerhed.

Idet der er valgt en planlægningshastighed på 30 km/t og en 1-sporet vej, kan vejens elementer fastsættes som vist i Tabel 1.

Type nr.	Betegnelse	Ønsket hastighed	Antal kørespor	Elementbredder				
					Vejbredde	Kørespor	Ydre kantbane	Yderrabat
		Km/t		m				
18	1L (1-sporet vej)	30	1	vejl. min.	5,0	3,0 3,0	1,0 0,90	1,50 1,0

Tabel 1: Normaltværsnit fastsat efter antallet af spor og planlægningshastigheden.^[2]

Idet vejen alene benyttes af særtransporter, vælges det at fastlægge vejen uden kantbane, men med en kantlinje placeres 0,5 m inde på vejen.

Efter fastlæggelse af de eksisterende forhold og klassificeringen af vejen kan detailprojektering påbegyndes, dette sker i de følgende afsnit.

5 FASTLÆGGELSE AF VEJENS TRACÉ

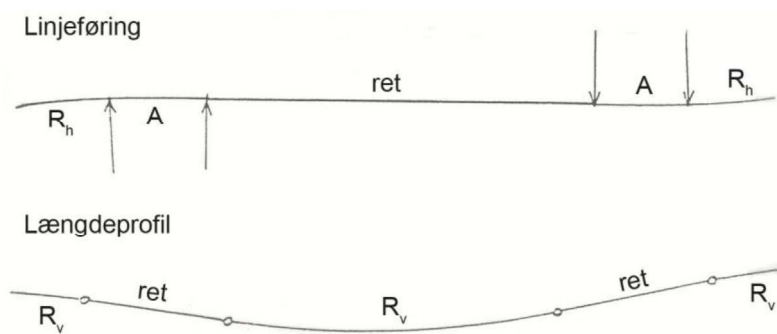
I dette afsnit fastlægges og beskrives vejens tracé, der er det rummelige forløb, der opstår, når linjeføringen og længdeprofilen kombineres. Det skal sikres, at sammenhængen mellem længdeprofil og linjeføring opnås, således at der fås god komfort og æstetik.

Vejens tracé fastlægges ud fra kørselsdynamik, oversigtskrav og æstetiske hensyn.

Tracéet opdeles i en indre og en ydre harmoni. Den ydre harmoni omhandler hvordan tracéet tilpasses til det omkringliggende terræn og den omkringliggende natur. Den indre harmoni er kombinationen af længdeprofilen og linjeføringen.

For at den indre harmoni bliver mest hensigtsmæssig er der herunder opstillet tre vejledende grundregler^[3]:

- Længdeprofilets konkave vertikalkurve dækker $\frac{3}{4}$ af linjeføringens rette linje
- Længdeprofilen er retlinet hen over klotoider
- Horisontalkurverne overlejrer vertikalkurverne



Figur 12: Viser den ovenstående omtalte sammenhæng mellem længdeprofil og linjeføring.^[3]

Fastlæggelse af linjeføringen og længdeprofiler er beskrevet i de følgende afsnit.

5.1 Fastlæggelse af linjeføring

Linjeføringen viser vejen i det horisontale plan og består af rette linjer, cirkelbuer og overgangskurver. Valget af linjeføring afhænger af vejens funktion og type samt placeringen af kryds og det landskab, vejen kommer igennem.

Eksisterende veje i området

Linjeføringen fastlægges under hensyntagen til eksisterende veje i området, og der fastsættes derfor tvangspunkter.

Tvangspunkterne, i dette projekt, er tilslutningen ved Skads Byvej overfor John Tranums Vej og tilslutningen til Solbjergvej overfor Skads Mosevej, se Figur 13.

Krydsene er placeret efter rette linjestykker, for at gøre udsynet til krydsene bedre.

Det er ved krydset ved John Tranums Vej, valgt at placere vejen forskudt i forhold til krydset, for ikke at indbyde andre trafikanter til at benytte vejen som gennemkørselsvej. Hellen ved John Tranums Vej gøres i denne forbindelse overkørbar.

Den nye vej krydser den mindre vej Solbjergvej, se Figur 13.



Figur 13: Placeringen af Solbjergvej og tilslutningen ved Skads Byvej og ved Solbjergvej. ^[1a]

Der er ikke lavet særlige foranstaltninger i forhold til Solbjergvej, idet vejen alene benyttes af beboerne og er kategoriseret som en privat vej. Det er derfor vurderet, at det med den generelt lave trafik på de to veje ikke vil være nødvendigt med særlig hensyntagen.

Bestemmelse af radius i horisontalkurver

For at sikre gode sigtforhold, god komfort, trafiksikkerhed og æstetik på vejen, skal der findes en minimum radius. Denne kan beregnes ud fra følgende formel^[3].

$$R_h = \frac{L_{sigt}^2}{8 \cdot d_{sh}}$$

hvor

R_h er kurvens radius [m]

L_{sigt} er sigtlængden, der er baseret på V_d [m]

d_{sh} er afstand til sigthindrende genstand [m]

Da der haves en 1-sporet vej, dimensioneres vejen kun for stopsigt^[6]. Der skal tages hensyn til trafikanternes hastighedsadfærd, hvilket betyder at der ved stopsigt anvendes et hastighedstillæg på 20 km/t. På denne måde kan uheld, som følge af højere hastigheder end dimensioneringshastigheden, mindskes. Der kunne argumenteres for, at denne sikkerhedsforanstaltning er unødvendig, idet vejen kun anvendes af særtransporter. Da den fastsatte planlægningshastighed er lav og særtransporterne og ikke mindst deres følgebiler kan køre hurtigere, vælges det i dette tilfælde at have den ekstra sikkerhed i form af hastighedstillægget på 20 km/t. Derved bliver dimensioneringshastigheden ved stopsigt fastsat til 50 km/t.

Vejens geometri, som beskrives i *Afsnit 4.2 – Klassificering af adgangsvejen*, er fastsat for en 1-sporet vej til en køresporsbredde på 5,0 m og en rabat på 1,5 m i hver side. Dette giver en afstand til sigthindrende genstande d_{sh} på 3 m ved beregning af stopsigt over rabat. Denne afstand er bestående af en afstand på 1,5 m fra køresporskant til køresporsmidte^[6] og en rabatbredde på 1,5 m. Herudfra kan minimumsradius for horisontalkurven findes, se Tabel 2.

Sigt	Hastighed	L_{sigt}	d_{sh}	R_{min}
Stopsigt (over rabat)	$V_d = 50 \text{ km/t}$	54 m	3 m	125 m

Tabel 2: Størrelsen af minimumsradius i horisontalkurven for stopsigt.

Bestemmelse af overgangskurver

For at vejen er både sikker og komfortabel at køre på anvendes der overgangskurver, som i dette projekt benyttes til at forbinde retlinjede strækninger med cirkelbuer eller cirkelbuer med forskellige radier.

Som overgangskurve anvendes klotoider. Bestemmelse af klotoideparametre gøres i forhold til cirkelbuens radius^[3], se Tabel 3.

Cirkelbuens radius R_h [m]	Vejledende klotoidestørrelsen
$R_h < 300 - 400$	$\frac{1}{2}R_h < A < \frac{2}{3}R_h$
$300 - 400 < R_h < 4000 - 5000$	$\frac{1}{3}R_h < A < \frac{1}{2}R_h$
Ensvendte cirkelbuer (den mindste R_h benyttes)	$\frac{1}{2}R_h < A < R_h$

Tabel 3: De vejledende størrelse for klotoideparametre i forhold til cirkelbuens radius.

Minimumsværdier for klotoideparametrene i dette projekt ses i Tabel 4.

Cirkelbuens radius R_h	$\frac{1}{2}R_h$	$\frac{2}{3}R_h$	$\frac{1}{3}R_h$
125	62,50	83,33	-
250	125	166,67	-
400	200	266,67	133,33
500	-	333,33	166,67

Tabel 4: Minimumsværdierne for klotoideparametrene i forhold til de radier der benyttes i projektet.

Projektets linjeføring

Ud fra de fastsatte minimumsradier og klotoideparametre er linjeføringselementerne for adgangsvejen fastsat, se Tabel 5.

Station [m]	Elementtype	Radius [m]	Parameter	Retning
0 - 6,88	Linje			
6,88 – 86,44	Cirkelbue	125		Højre
86,44 – 112,04	Klotoide		80	
112,004 – 124,29	Cirkelbue	250		Højre
124,29 – 186,79	Klotoide		125	
186,79 – 225,85	Klotoide		125	
225,85 – 303,84	Cirkelbue	400		Venstre
303,84 – 323,84	Klotoide		200	
323,84 – 370,30	Cirkelbue	500		Venstre
370,30 – 450,30	Klotoide		200	
450,30 – 462,87	Linje			

Tabel 5: De valgte elementtyper, radius, længde, parameter samt hvilken retning kurverne går for linjeføringen i projektet.

Linjeføringen kan ses på *Tegning 03.01 - Linjeføring*.

Det ses af Tabel 5 at det i st. 6,88 ikke er muligt at anvende en klotoide mellem linjen og cirkelbuen. Da der haves en planlægningshastighed på 30 km/t, er det acceptabelt^[3]. Det er valgt at benytte klotoider på resten af strækningen for at opnå god kørselskomfort og sikkerhed. Ved de to modsatrettede cirkelbuer anvendes en vendeklotoide^[3].

5.2 Fastlæggelse af længdeprofil

Længdeprofilet viser vejens vertikale forløb og er meget afhængig af den valgte linjeføring, og det terræn vejen gennemløber. Længdeprofilet består af rette linjestykker og cirkelbuer.

Det er ikke ønskeligt, at faldet på vejen overstiger 35 ‰ i forhold til særtransporterne. Det er ligeledes ikke ønskeligt, at faldet kommer under 5 ‰, da det vil besværliggøre afvandingen af vejen.

Frem mod kryds bør stigningerne ikke overstige 25 ‰.

Fastsættelse af radius i vertikalkurver

Til vertikalkurver anvendes cirkelbuer. Disse fastsættes efter oversigt, komfort og æstetik.

For at sikre god komfort, og at bilernes lygter oplyser vejen, skal minimumradius i konvekse og konkave vertikalkurver findes.

Minimumsradius for konvekse kurve kan beregnes ud fra nedenstående formel^[3]:

$$R_{v,min} = \frac{L_{sigt}^2}{2 \cdot \left(\sqrt{h_{\emptyset je}} + \sqrt{h_{obj}} \right)^2}$$

hvor

$R_{v,min}$ er kurvens minimumsradius [m]

L_{sigt} er sigtlængden, der er baseret på V_d [m]

$h_{\emptyset je}$ er øjepunktshøjden [m]

h_{obj} er objektpunkthøjden [m]

Beregningen af radius i konvekse vertikalkurver i projektet foretages ud fra hastigheden på 50 km/t og ud fra, at der dimensioneres for stopsigt. Herudfra kan minimumsradius for den konvekse vertikalkurve findes, se Tabel 6.

Sigt	Hastighed	$L_{sigt}^{[4]}$	$h_{\emptyset je}$	h_{obj}	R_{min}
Stopsigt	$v_d = 50 \text{ km/t}$	54 m	1,0 m	0,25 m	700 m

Tabel 6: Minimumsradius for stopsigt på vandret og retlinet vej. Afrundet op til nærmeste 100 m.^[3]

Minimumsradius for den konvekse kurve kan beregnes ud fra nedenstående formel^[6]:

$$R_{v,min} = \frac{L_{sigt}^2}{2 \cdot \left(\sqrt{h_{fri} - h_{\emptyset je}} + \sqrt{h_{fri} - h_{obj}} \right)^2}$$

hvor

$R_{v,min}$ er kurvens minimums radius [m]

L_{sigt} er sigtlængden der er baseret på V_d [m]

$h_{\emptyset je}$ er frihøjden [m]

$h_{\emptyset je}$ er øjepunktshøjden [m]

h_{obj} er objektpunkthøjden [m]

Beregningen af radius i konvekse vertikalkurver i projektet foretages ud fra hastigheden på 50 km/t og ud fra, at der dimensioneres for stopsigt. Herudfra kan minimumsradius for den konvekse vertikalkurve findes, se Tabel 7.

Sigt	Hastighed	$L_{sigt}^{[4]}$	$h_{\emptyset je}$	h_{obj}	h_{fri}	R_{min}
Stopsigt	$v_d = 50 \text{ km/t}$	54 m	1,0 m	0,25 m	4,5	100 m

Tabel 7: Minimumsradius for stopsigt på vandret og retlinet vej. Afrundet op til nærmeste 100 m.^[3]

Fastlæggelse af tvangspunkter

Ligesom ved linjeføringen bør længdeprofilet anlægges efter tvangspunkter. For længdeprofilet i projektet er tvangspunkterne; Solbjergvej i st. 0, hvor adgangsvejen skal ramme i kote 24,28, Solbjergvej i st. 153,455 over kote 26,06 og Skads Byvej i st. 462,87 kote 29,31. Det skal tilstræbes, at ramme tvangspunkterne i de nævnte koter for at gøre det muligt at tilslutte de tre veje.

Projektets længdeprofil

Længdeprofilet kan ses på *Tegning 04.01 - Længdeprofil* og elementerne i længdeprofilet ses i Tabel 8.

Station [m]	Element	Hældning	Radius [m]
0 – 4,42	Ret linje	÷ 25,0 ‰	-
4,42 – 43,49	Konkav kurve	-	850
43,49 – 113,61	Ret linje	21,0 ‰	-
113,61 – 122,47	Konveks kurve	-	1000
122,47 – 224,11	Ret linje	12,1 ‰	-
224,11 – 291,42	Konveks kurve	-	2800
291,42 – 325,10	Ret linje	÷ 11,9 ‰	-
325,10 – 362,01	Konkav kurve	-	1000
362,01 – 462,87	Ret linje	25 ‰	-

Tabel 8: Viser elementer for længdeprofilet i projektet.

Det ses af Tabel 5 og Tabel 8, at der er opnået sammenhæng mellem linjeføringen, og længdeprofilet der er vist på Figur 12 er opnået. Sammenhængen ses endvidere på Tegning 04.01 – Længdeprofil.

Længdeprofilet rammer tvangspunkterne Solbjergvej i st. 0 kote 24,28 og Skads Byvej i st. 462,87 kote 29,31, samt Solbjergvej i st. 153,455 i kote 26,085.

Der er endvidere opnået jordbalance, se *Afsnit 9 – Mængdeberegning for adgangsvejen*.

I praksis ville klotoiderne i linjeføringen kunne undlades, idet der haves en 1-sporet vej med en hastighed på 30 km/t. Hvis det var valgt at undlade klotoider, kunne det gøres muligt at lade længdeprofilet følge terrænet. Der er i dette projekt valgt at benytte klotoider for at opnå kørselskomfort, og da vejen under disse forudsætninger rammer alle tvangspunkter, og der samtidig opnås jordbalance, se Afsnit 9, vurderes det, at længdeprofilet kan godtages.

På baggrund af dette vurderes det, at tracéet kan godtages.

Efter fastlæggelse af vejens tracé kan vejbefæstelsen bestemmes, dette gøres i det efterfølgende afsnit.

6 BESTEMMELSE AF VEJBEFÆSTELSEN

I det understående afsnit fastsættes vejbefæstelsen.

Hovedformålet med en vejbefæstelse er, at optage trafikens belastninger og overføre belastningerne til vejens underbund, uden at der opstår skadelige deformationer i vejbefæstelsen eller underbunden. Vejbefæstelsen er opdelt i forskellige lag således, at spændingerne reduceres ned gennem befæstelsen og ender med at svare til jordens bæreevne.

Når en vejbefæstelse skal dimensioneres betyder det, at tykkelserne af de enkelte lag i vejbefæstelsen bestemmes. For at kunne gøre det, skal der være styr på trafikbelastningen, dimensioneringsperioden, hvilken type befæstelse der ønskes anvendt og den geotekniske vurdering.

I afsnittene i dette kapitel fastlægges dimensioneringstrafikken og E-modulerne, der skal anvendes til bestemmelse af vejbefæstelsen. E-modulerne fastsættes ud fra de geotekniske forhold. Vejbefæstelsen bestemmes herefter ved hjælp af katalogmetoden, den analytisk/empiriske metode og beregningsprogrammet MMOPP. Til sidst fastsættes den endelige vejbefæstelse.

Som forudsætning for beregningen er dimensionsperioden for vejen fastsat til 10 år.

6.1 Fastlæggelse af dimensioneringstrafikken

I dette afsnit fastlægges dimensioneringstrafikken for særtransporter.

Det blev i *Afsnit 4.2 – Klassificering af adgangsvejen* fastlagt, at der dagligt kommer til at køre mellem 5-10 transportere på adgangsvejen.

Det er i *Bilag 1 – Fastlæggelse af dimensioneringstrafikken*, valgt at fastlægge dimensioneringstrafikken efter både 5 og 10 transportere om dagen.

Det er endvidere valgt, at fastlægge dimensioneringstrafikken, hvis vejen åbnes for al trafik for at kunne vurdere en eventuel betydning af dette. Denne trafik er fastsat til en årsdøgntrafik på 2.500, se *Afsnit 4.2 – Klassificering af adgangsvejen*.

Det er ud fra beregningerne i *Bilag 1 – Fastlæggelse af dimensioneringstrafikken* valgt at dimensionere vejbefæstelsen ud fra en dimensioneringstrafik fastsat til $N_{E10} = 29.256$. Denne trafik er fastsat ud fra, at der kører 10 transportere dagligt.

Det vælges at fastlægge dimensioneringstrafikken på baggrund af de 10 transportere, idet det anses at dette er på den sikre side. Denne vurdering er taget ud fra, at særtransporter vil belaste vejen hårdere end anden trafik, se *Bilag 2 – Klassificeringsattest for tunge transportere*. Denne antagelse, samt antagelsen om antallet af særtransporter pr. dag, giver en høj dimensioneringstrafik. Det antages derfor, at vejen vil have kapacitet til at håndtere den yderligere trafik, hvis vejen åbnes for al trafik, idet der på det eksisterende vejnet ikke kører meget trafik, se *Afsnit 4.1 – Eksisterende forhold i området*. Det undlades at tage særlig højde for lastbiltrafik, da det vil give en urealistisk stor dimensioneringstrafik for projektvejen. Det antages endvidere, at

idet vejen er dimensioneret for særtransporter og beregningerne er på den sikre side, kan vejen holde til den ekstra belastning, som lastbilerne vil medføre.

6.2 Geoteknisk vurdering

For at kunne dimensionere vejbefæstelsen skal de geotekniske forhold kendes. Vejbefæstelsen dimensioneres efter jordbundsforholdene, idet de forskellige former for jordtyper ikke har samme styrkeegenskaber og deformationsegenskaber. I Tabel 9 ses E-modulerne for de jordtyper der er i området omkring vejen i dette projekt. Jordtyperne er fundet ud fra den geotekniske rapport der ses i *Bilag 3 – Geoteknisk rapport*.

Jordart	E-Modul (MPa)
Moræneler, kalkfrit	10 – 20
Moræneler, kalkholdigt	20 – 50
Moræneler, fedt, kalkholdigt	10 – 30
Sand, fint	40 – 70
Sand	70 – 150

Tabel 9: E-modulerne for jordbundsforhold.^[5]

Der optræder både kalkholdigt og kalkfrit, samt fedt og sandet moræneler i området, det er derudfra bestemt, at E-modulet for moræneler fastsættes til 20 MPa.

Moræneleret optræder i de fleste borerer længere nede, end hvad det forventes, der graves væk. Det vælges alligevel, at dimensionere vejbefæstelsen for moræneler frem for ler eller sand, da dette er på den sikre side. Da den geotekniske rapport ikke er udarbejdet for det pågældende område, men et område i nærheden, vides det ikke med sikkerhed, hvor højt moræneleret ligger i området omkring for projektvejen eller det præcise E-modul for moræneleret.

Det er vurderet i den geotekniske rapport, at jorden er frostfarlig, hvorfor det anbefales at der anvendes en koblingshøjde på minimum 700 mm. Det anbefales i vejreglerne, at der for frostfarlig jord anvendes en koblingshøjde på minimum 800 mm^[7].

6.3 Dimensionering af vejbefæstelse ved katalogmetoden

I dette afsnit dimensioneres vejbefæstelsen ved katalogmetoden.

For at kunne anvende katalogmetoden skal trafikklassen kendes. Trafikklassen angiver vejens trafikintensitet i 8 klasser; T0 til T7. Den laveste klasse er T0, der alene anvendes til veje med lette trafikanter, mens de resterende klasser er baseret på dagstrafikken, målt for antallet af lastbiler.

Ud fra den fundne $N_{A10} = 29.256$, ligger adgangsvejen indenfor trafikklasse T3^[5]. Ved hjælp af katalogmetoden^[5] kan vejbefæstelsen vælges. Den fundne vejbefæstelse ses i Tabel 10.

Lag	Materiale	Bitumenpenetration	Tykkelse
1	AB	160/220	25 mm
	GAB 0	70/100	50 mm
	GAB I	70/100	60 mm
2	SG II	-	150 mm
3	BL II	-	315 mm
4	Moræneler	-	-
Samlet tykkelse			600 mm

Tabel 10: Vejbefæstelsen fundet ved katalogmetoden.

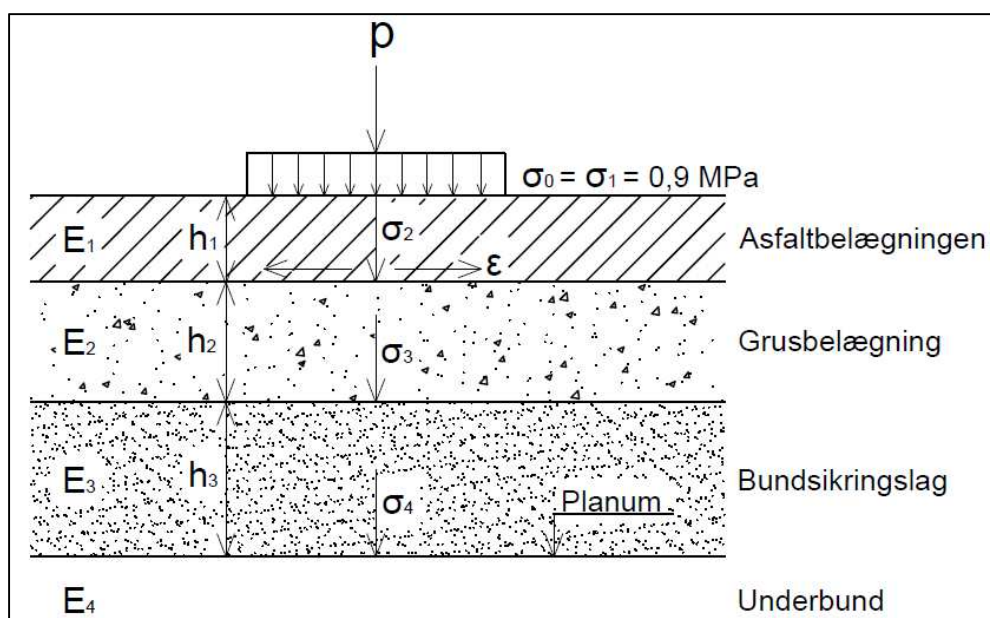
6.4 Dimensionering af vejbefæstelse ved den analytisk/empiriske metode

I dette afsnit dimensioneres vejbefæstelsen ved den analytisk/empiriske metode.

Den analytisk/empiriske metode er baseret på lineærelastiske beregninger med uendelig vandret udstræk i lagene.

Først bestemmes de tilladelige spændinger og tøjninger i de enkelte lag af befæstelsen. Her forstås de tilladelige spændinger og tøjninger, som medfører, at befæstelsen nedbrydes til et tilladeligt valgt niveau. Disse beregnes på baggrund af empiriske forhold mellem spændinger og tøjninger, antal belastninger og nedbrydningshastigheden.

Når de tilladelige tøjninger og spændinger er fundet, bestemmes de spændinger og tøjninger, som opstår i de enkelte lag, se Figur 14.



Figur 14: Tøjninger og spændinger i de enkelte lag i vejbefæstelsen. Det dimensionsgivende hjultryk er betegnet P . Det tilsvarende maksimale kontakttryk som dækket påvirker vejoverpladen med, er betegnet σ_0 . Dette forudsætter normalt at der haves et cirkulært kontaktareal med radius a . Spændingerne σ_2 , σ_3 og σ_4 er udtryk for trykspændingen og ϵ er udtryk for træktøjningen i undersiden af asfalletaget.

For at kunne bestemme spændinger og tøjninger, skal der som udgangspunkt vælges en tykkelse af de enkelte lag, så de aktuelle spændinger og tøjninger er mindre end de tilladelige.

$$\sigma_h \leq \sigma_{till}$$

$$\varepsilon_h \leq \varepsilon_{till}$$

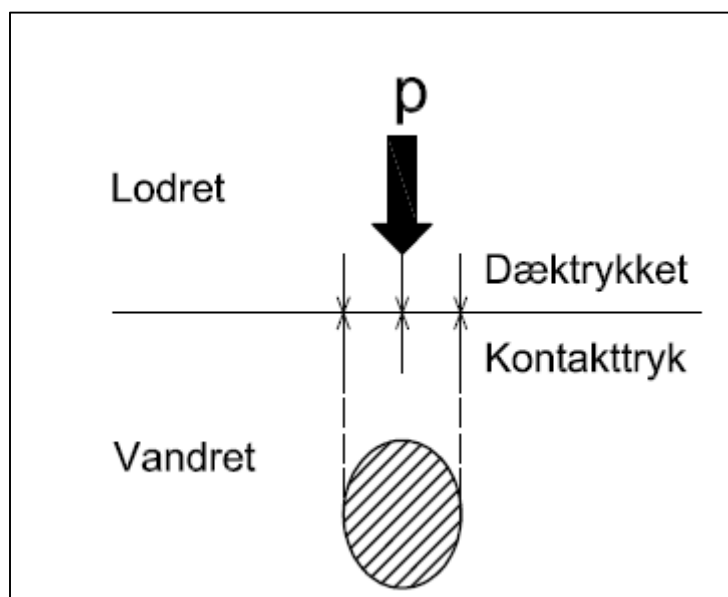
Til bestemmelse af de enkelte spændinger der ses på Figur 14 skal det dimensgivende hjultryk og det dimensionsgivende kontakttryk findes. Dette findes i afsnittet herunder.

Det dimensionsgivende hjultryk og kontakttryk

Det største forekomne hjultryk er med til at afgøre tykkelsen af de enkelte lag i vejbefæstelsen og bestemmes ved hjælp af akseltrykket. Akseltrykket er den samlede lodrette belastning, der overføres til vejen fra hjulene på en aksel. Dette er i følge EU-bestemmelser fastsat til 115 kN^[6]. Det dimensionsgivende hjultryk bestemmes som halvdelen af akseltrykket plus et stødtillæg på 20 %, hvilket giver:

$$P = \frac{1}{2} \cdot 115 \text{ kN} \cdot 1,2 = 69 \text{ kN}$$

Hjultrykket overføres til vejoverfladen gennem hjulet og overføres herfra til vejen gennem bilens dæk over en belastningsflade. Trykket pr. arealenhed på belastningsfladen kaldes kontakttrykket og er illustreret på Figur 15.



Figur 15: Kontakttrykket og belastningsfladen.

Det dimensionsgivende kontakttryk fastsættes til 0,9 MPa, fordi det tilladelige akseltrykt er fastsat til 115 kN.

Belastningscirkels radius beregnes til:

$$a = \sqrt{\frac{P}{\sigma_0 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{69 \cdot 10^3 \text{ N}}{0,9 \text{ MPa} \cdot \pi}} = 0,156 \text{ m}$$

Der bruges den samme opbygning, som blev fundet under katalogmetoden, og E-modulerne findes i *Bilag 4 – Materialeparametre for asfaltlagene og de øvrige lag*.

Beregning af de tilladte vandrette tøjninger og trykspændinger

Til bestemmelse af tilladte påvirkninger i asfaltlaget anvendes vandrette tøjninger. De tilladte vandrette tøjninger i asfaltens underside afhænger af den dimensionsgivende trafikbelastning i dimensioneringsperioden og asfaltens bitumenindhold, der for danske asfaltmaterialer er fastsat til 10 %. Den tilladte påvirkning i asfaltlaget er beregnet i *Bilag 5 – Dimensionering af vejbefæstelse ved den analytisk/empiriske metode* og resultatet ses herunder.

$$\varepsilon_{r,till} = 365,627 \frac{\mu m}{m}$$

Til de resterende lag skal den tilladelige trykspænding i undersiden af de enkelte lag findes.

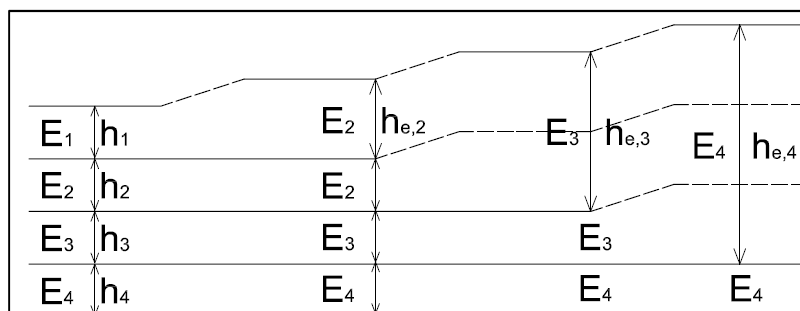
En oversigt over de tilladte trykspændinger findes i *Bilag 5 – Dimensionering af vejbefæstelse ved den analytisk/empiriske metode*, og er opført i Tabel 11 herunder.

Laget trykspændingen virker på	Materiale	Trykspænding $\sigma_{n,till}$ [MPa]
2	Stabiltgrus, SG II	0,405
3	Bundsikringssand, BL II	0,126
4	Moræneler	0,023

Tabel 11: Viser de tilladte trykspændinger i undersiden af de enkelte lag i befæstelse.

Transformation til ækvivalente lagtykkelser i et 4-lags system

Vejbefæstelser er opdelt i enkelte lag, hvor de største trykspændinger i ubundne materialer og i underbunden optræder i de enkelte lags oversider. For at finde de enkelte trykspændinger, benyttes ækvivalente tykkelsers metode. Metoden indebærer, at de lag der, ligger over en skilleflade, hvor trykspændingen ønskes beregnet, transformeres til et samlet lag med samme E-modul som laget under skillefladen, se Figur 16.



Figur 16: Transformation til ækvivalente lagtykkelser i et firelags-system. E er E-moduler, h er lagtykkelser og h^e er ækvivalente lagtykkelser. De stiplede linjer angiver de niveauer, hvor trykspændingen skal udregnes.

Metoden er baseret på, at det antages, at to forskellige lag med en højde på henholdsvis h_1 og h_2 og elasticitetsmodul henholdsvis E_1 og E_2 har samme stivhed:

$$h_1^3 \cdot E_1 = h_2^3 \cdot E_2$$

Ved denne metode begynder beregningen oppefra og ned. Der startes derfor med at finde den ækvivalente tykkelse i asfaltlaget.

Bestemmelse af kritiske påvirkninger i asfaltlaget

Ved asfaltlaget findes den vandrette tøjning i asfaltens underside ved at finde den lodrette tøjning. Denne beregning indebærer en ækvivalent tykkelse af asfaltlaget med stabilgruslaget nedenunder. Beregningerne ses i *Bilag 5 – Dimensionering af vejbefæstelse ved den analytisk/empiriske metode*, hvor det endvidere ses at tykkelsen på asfaltlaget findes til 140 mm.

Bestemmelse af kritiske påvirkninger i ubundne lag

Når tykkelsen af asfaltlaget er fundet, kan tykkelsen findes på stabilgruslaget. Herefter kan den kritiske trykspænding på stabilgruslaget $\sigma_{h_1+h_2}$ findes. Tykkelsen af stabilgruslaget er fundet til 160 mm, se *Bilag 5 – Dimensionering af vejbefæstelse ved den analytisk/empiriske metode*.

Da tykkelsen af stabilgruslaget er fundet, kan tykkelsen på bærelaget findes. Tykkelsen på bærelaget er fundet til 280 mm, se *Bilag 5 – Dimensionering af vejbefæstelse ved den analytisk/empiriske metode*.

Ved hjælp af den analytisk/empiriske metode blev vejbefæstelsen fastsat, se Tabel 12.

Lag	Materiale	Bitumenpenetration	Tykkelse
1	AB	160/220	25 mm
	GAB 0	70/100	50 mm
	GAB I	70/100	65 mm
2	SG II	-	160 mm
3	BL II	-	280 mm
4	Moræneler	-	-
Samlet tykkelse			580 mm

Tabel 12: Vejbefæstelsen bestemt ved den analytisk/empiriske metode.

Da det i den geotekniske rapport er vurderet at der haves frostfarligt underbund, skal den samlede tykkelse være 800 mm^[7]. For at opnå denne tykkelse, øges tykkelsen af bundsikringssandet, se Tabel 13.

Lag	Materiale	Bitumenpenetration	Tykkelse
1	AB	160/220	25 mm
	GAB 0	70/100	50 mm
	GAB I	70/100	65 mm
2	SG II	-	160 mm
3	BL II	-	500 mm
4	Moræneler	-	-
Samlet tykkelse			800 mm

Tabel 13: Den endelige vejbefæstelsen bestemt ved den analytisk/empiriske metode.

6.5 Dimensionering af vejbefæstelse ved MMOPP

I dette afsnit dimensioneres vejbefæstelsen ved MMOPP.

Dimensioneringsprogrammet MMOPP er et program udviklet af Vejdirektoratet til bestemmelse af vejbefæstelser. Programmet er bygget op med baggrund i vejregler og den analytiske metode. Udover bestemmelse af tykkelsen på befæstelsen, kan programmet simulere nedbrydningsforløbet for befæstelser.

Det er valgt at benytte MMOPP for at lave en analytisk dimensionering som standarddimensionering, til supplerende til de foregående beregninger.

Til beregninger anvendes oplysninger fra Tabel 14.

	Nødvendige oplysninger
Trafikklasse	T3
Slidlagstype	AB 160/220
Slidlagstykkelse	25 mm
Type af bundet bærelag	GAB 0 70/100
	GAB 1 70/100
Type af ubundet bærelag	SG II
	BL II
Type af underbund	Moræneler (frostfarligt)

Tabel 14: De nødvendige oplysninger for at kunne dimensionere vejbefæstelsen ved MMOPP.

Ud fra ovenstående data findes følgende resultater, se Tabel 15.

Lag	Materiale		Tykkelse [mm]	E-værdi [MPa]
1	AB 160/220		25	1573
	GAB 0 70/100		50	
	GAB 1 70/100		63	
2	SG II		190	300
3	BL II		572	100
4	Frosttvivlsom		-	20
Lag	E-værdi [MPa]	Kritiske påvirkninger	Tilladelige påvirkninger	Levetid
1	1573	308 MPa	311 MPa	10,4
2	300	0,222 MPa	0,223 MPa	10,1
3	100	0,068 MPa	0,069 MPa	11,0
4	40	0,010 MPa	0,013 MPa	23,9

Tabel 15: Resultaterne fra MMOPP

Ved hjælp af analytisk dimensionering blev en standarddimensionering for vejbefæstelsen i MMOPP fundet, se Tabel 16.

Lag	Materiale	Bitumenpenetration	Tykkelse
1	AB	160/220	25 mm
	GAB 0	70/100	50 mm
	GAB I	70/100	63 mm
2	SG II	-	190 mm
3	BL II	-	572 mm
4	Moræneler	-	-
Samlet tykkelse			900 mm

Tabel 16: Vejbefæstelsen bestemt ved MMOPP

6.6 Valg af vejbefæstelse

De tre beregningsmetoder giver næsten det samme resultat, se Tabel 10, Tabel 13 og Tabel 16, derfor vælges det at benytte vejbefæstelsen fundet ved den analytisk/empiriske metode og MMOPP, idet dette er på den sikre side.

Den valgte befæstelse ses i Tabel 17 og på *Tegning 05.01 - Normaltværsnit*.

Lag	Materiale	Bitumenpenetration	Tykkelse
1	AB	160/220	25 mm
	GAB 0	70/100	50 mm
	GAB I	70/100	65 mm
2	SG II	-	170 mm
3	BL II	-	590 mm
4	Moræneler	-	-
Samlet tykkelse			900 mm

Tabel 17: Viser den endelige vejbefæstelse for projektvejen.

Når vejbefæstelse er fastsat, kan vejens endelige tværsnit fastsættes, sikkerzonen kan bestemmes og hældningen kan vælges, dette gøres i det efterfølgende afsnit.

7 VEJENS TVÆRSNIT

I dette afsnit fastsættes sikkerhedszonen og hældningen for vejen. Dette gøres på baggrund af vejens tværsnit.

Vejens tværsnit er valgt til en køresporsbredde på 5 m og en rabatbredde på 1,5 m, se *Afsnit 4.2 – Klassificering af adgangsvejen*. De enkelte elementers placering kan ses på *Tegning 01.01 – Oversigtsplan* og *Tegning 05.01 – Normaltværsnit*.

7.1 Vejens sikkerhedszone

For at nedsætte antallet af uheld på strækningen, skal sikkerhedszonen overholdes. Sikkerhedszonen er et areal uden faste genstande, der sikrer, at trafikanter der, køre ud over køresporet kan nå at rette op eller kan bringe køretøjet til standsning.

Sikkerhedszonen overholdes idet der er valgt en rabatbredde på 1,5 m, se Tabel 18.

Hastighed [km/t]	Sikkerhedszone [m]	Kantbane og rabat [m]
30 km/t	1	2,0

Tabel 18: Sammenhængen mellem ønsket hastighed og sikkerhedszonen.

For at sikre en kantbane og rabat på 2 meter, vælges det at etablerer en kantlinje 0,5 m inde på kørebanen, se *Afsnit 10 – Afmærkning af adgangsvejen*.

Idet der haves en hastighed på 30 km/t, er størrelsen af sikkerhedszonen ens for hele strækningen, også i kurver.

Når sikkerhedszonen er overholdt, er det muligt at benytte grøfter, uden at disse skal afrundes og uden, at der skal opsættes autoværn^[5]. Valget af grøft som afvandingskonstruktion gennemgås i *Afsnit 8 – Afvanding af adgangsvejen*. Det er endvidere muligt at anvende anlæg 2 ned mod grøften på hele strækningen, og dermed gøre arealet, der skal eksproprieres mindre. Det skal ud fra jordbundsforholdene i området vurderes om det er muligt at anvende at anlæg 2.

Idet grøften ligger udenfor sikkerhedszonen, undersøges der ikke for nødvendigheden af opsætning af autoværn grundet lodrette spring, idet dette kun er gældende, hvis det forekommer indenfor sikkerhedszonen.^[7]

For at gøre arealet der skal eksproprieres mindre, vælges det at anlægge skråninger med anlæg 10, idet disse dermed kan benyttes som dyrkningsskråninger. For at kunne udlægge områderne til dyrkningsskråninger, skal områderne i første omgang eksproprieres, og det gør det dermed muligt at benytte arealerne til arbejdsarealer, se *Tegning 02.01 – Situationsplan*. Det er endvidere valgt at ekspropriere et areal midlertidigt til arbejdsplads og arbejdsareal, se *Tegning 02.01 – Situationsplan*.

Normaltværssnittet ses på *Tegning 05.01 - Normaltværsnit*, mens de reelle tværsnit for vejen ses i *Bilag 6 – Vejens Tværsnit*.

7.2 Vejens hældning

Sidehældningens opgave er at bortlede regnvand fra vejbanen og optage sidekraften på køretøjer ved kurvekørsel.

Det vælges at anlægge vejen med ensidig hældning på 25 ‰ på hele strækningen, da det er en 1-sporet vej. Dette valg medfører desuden, at der kun skal anlægges grøft i den ene side af vejen, hvilket er billigere og optager mindre plads.

Ensidigt fald

Det er valgt at hælde vejen, således at den følger terrænets hældning mest muligt. Dette stemmer overens med, at vejen hælder mod kurvens inderside i den kurve med den mindste radius, hvilket er mest hensigtsmæssigt.

Under normale forhold ville den optimale løsning være at have ensidig hældning mod kurvens inderside og lade afvandingen følge dette. Ved at etablere vejen således, at sidehældningen falder mod kurvens inderside vil centrifugalkraften optages.

En sammenhæng mellem radius, vejens sidehældning og sidekoefficienten ses i formlen herunder.

$$\mu_r + i_r = \frac{V_p^2}{127 \cdot R_h}$$

hvor

μ_r er vejens sidefriktionskoefficient, der er fastsat til 0,21 ved en hastighed på 30 km/t

i_r er vejens sidehældning

V_p er planlægningshastigheden

R_h er horisontal kurveradius

Formlen benyttes i dette projekt til at finde den nødvendige sidehældning for at se, om centrifugalkraften optages på trods af, at vejen ikke hælder mod kurvens inderside.

Hvis i_r er mindre end 0,025 betyder det, at R_h er tilstrækkelig stor i forhold til V_p , og sidekræftens optagelse af centrifugalkraften er unødvendig. Dette undersøges herunder for kurven med den mindste radius, da dette er på den sikre side.

$$i_r = \frac{(8,33 \text{ m/s})^2 - 0,21}{127 \cdot 125 \text{ m}} = 0,0031$$

Ud fra ovenstående kan det antages, at det ikke gør noget, at sidehældningen ikke hælder mod kurvens inderside. Yderligere er planlægningshastigheden fastsat til 30 km/t og det er en 1-sporet vej^[3], og det kan derfor yderligere vurderes, at vipning af vejbanen i dette projekt kan undlades.

Hvis det var valgt at følge vejreglerne, skulle vejens hældning som sagt vende mod kurvens inderside. Dette havde resulteret i, at grøften skulle skifte side på de strækninger, hvor kurven vendte, og vejbanen skulle vippes. Hvis vejbanen skulle vippes, ville det være valgt at gøre dette efter princippet om den vandrede højderyg/forskudt vipning.

Det resulterende fald

Det resulterende fald på strækningen bør endvidere undersøges, da sidehældningens maksimale værdi er afhængig af vejens længdefald, idet det resulterende fald ikke må overstige 70 ‰.

Det resulterende fald findes ved understående formel:

$$\text{Resulterende fald} = \sqrt{(i_r^2 + i_t^2)}$$

hvor

i_t er vejens længdefald

$$i_t = \sqrt{(0,070^2 - 0,025^2)} = 65,4‰$$

Da vejens længdefald ikke overstiger 65,4 ‰ på noget tidspunkt, kan det vurderes, at det resulterende fald på strækningen er passende.

I det efterfølgende afsnit fastlægges afvandingen på adgangsvejen.

8 AFVANDING AF ADGANGSVEJEN

Dette afsnit omhandler afvanding af vejen, herunder valg af afvandingskonstruktioner på de enkelte strækninger.

Afvanding af vejen kan opdeles i to typer; bortledning af overfladevand og dræning af vejkonstruktionen.

Overfladeafvanding har til formål at opfange og bortlede vand fra vejen og evt. oplandet således, at der ikke ligger for meget vand på kørebanen. Vand på kørebanen nedsætter sikkerheden i trafikken grundet muligheden for akvaplaning og dårligt udsyn og kan i ekstreme tilfælde umuliggøre færdslen på vejen.

Dræning af vejkonstruktionen har til formål at forhindre, at der kommer vand i bærelagene. Vand i bærelagene vil nedsætte lagenes deformationsmodstand og være med til at nedbryde vejen hurtigere. Ligeledes vil vandet i bærelagene kunne medføre islinser om vinteren, som vil medføre deformationer af vejbelægningen.

Det omkringliggende terræn kan i nogle tilfælde have indflydelse på afvandingskonstruktionens dimension. På en vej med mange skråninger hældende mod vejen vil vandet blive opfanget af vejens afvandingssystem, hvilket vil øge mængden af vand i afvandingssystemet og dermed dimensionerne på systemet.

8.1 Valg af afvanding for projektvejen

Det er valgt at benytte grøfter som afvandingskonstruktion for adgangsvejen. Dette valg er taget, fordi den eksisterende afvanding i området foregår med grøfter og der dermed opnås ensartethed. Grøfter har endvidere den fordel, at de kan opbevare meget vand, hvilket er nødvendigt, på baggrund af det ønskes at vandet skal nedsive. Nedsivning af regnvandet er en enkel og billig løsning og er derfor ønskelig i forbindelse med dette projekt, da vejen kun benyttes af særtransporter og kommunen ønsker en så billig løsning som mulig.

Der bør søges om nedsivningstilladelse, da det er valgt, at vandet skal nedsive.

I praksis ville man højst sandsynligt have valgt, at rabatten mod højre skulle udformes som et trug, således at vandet fra højre side kunne nedsive her. Ved at gøre dette undgås det, at alt vandet fra højre side skal løbe ned over vejbanen for at løbe i grøften i venstre side. Dette kan normalt kun gøres i exceptionelle situationer i forhold til vejreglerne^[4], derfor arbejdes der ikke videre med dette i projektet.

Da længdeprofilen hælder ned på Solbjergvej, og det skal undgås, at regnvandet løber derned og skaber oversvømmelse, er det valgt at lave brud i grøften pr. 50 m. Hvis denne foranstaltning viser sig ikke at være nok, skal der laves yderligere foranstaltninger på Solbjergvej til at optage vandet. Dette kan være i form af udvidelse af grøfterne langs vejen eller ved at anlægge et dræn under grøften og derefter føre vandet til nærmeste recipient eller til et regnvandsbassin.

Der, hvor de eksisterende grøfter afbrydes ved eksisterende veje, underføres grøften.

Grøftebunden er fastsat til 0,35 m og den er placeret 0,3 m nede i forhold til planum.

Udformningen af grøften ses på *Tegning 05.01 – Normaltværsnit* og *Bilag 6 – Vejens tværsnit*.

8.2 Fastlæggelse af dimensionsgivende vandmængder

Det skal undersøges, om grøften med den valgte udformning har kapacitet til de dimensionsgivende vandmængder.

Beregningen foretages for at sikre, at overflade- og drænvand kan bortledes. Når overflade- og drænvand bortledes begrænses omfanget af skader som følge af opstuvning i vejens bærelag, vejarealet eller omkringliggende arealer.

Beregningen til fastsættelse af dimensionsgivende vandmængder findes i *Bilag 7 – Fastlæggelse af grøftens dimension*.

På baggrund af forestående afsnit, hvor vejens enkelte elementer er fastlagt, kan mængdeberegningen foretages. Dette gøres i det efterfølgende afsnit.

9 MÆNGDEBEREGNING FOR ASDGANSGVEJEN

Dette afsnit omhandler mængdeberegning. Mængdeberegningen opgør hvor meget jord der skal graves af, flyttes og fyldes på ved jordarbejdet i projektet.

Fastsættelsen af jordmængderne sker på baggrund af længdeprofilet, hvor det er vejplanumets placering i forhold til terræn, der bestemmer, hvorvidt de bliver jordoverskud eller -underskud.

Til bestemmelse af mængderne benyttes programmet Novapoint, der bestemmer mængderne ud fra tværsnittene, se *Bilag 6 – Vejens tværsnit*.

Råjordsmængderne og muldmængderne beregnes hver for sig, idet muldet anvendes på skråninger, grøfter m.v. Muldjord er derudover ikke egnet til at etablere vej på. Der graves 400 mm muld af over hele strækningen. Denne mængde er fastsat ud fra den geotekniske rapport, se *Bilag 3 – Geoteknisk rapport*.

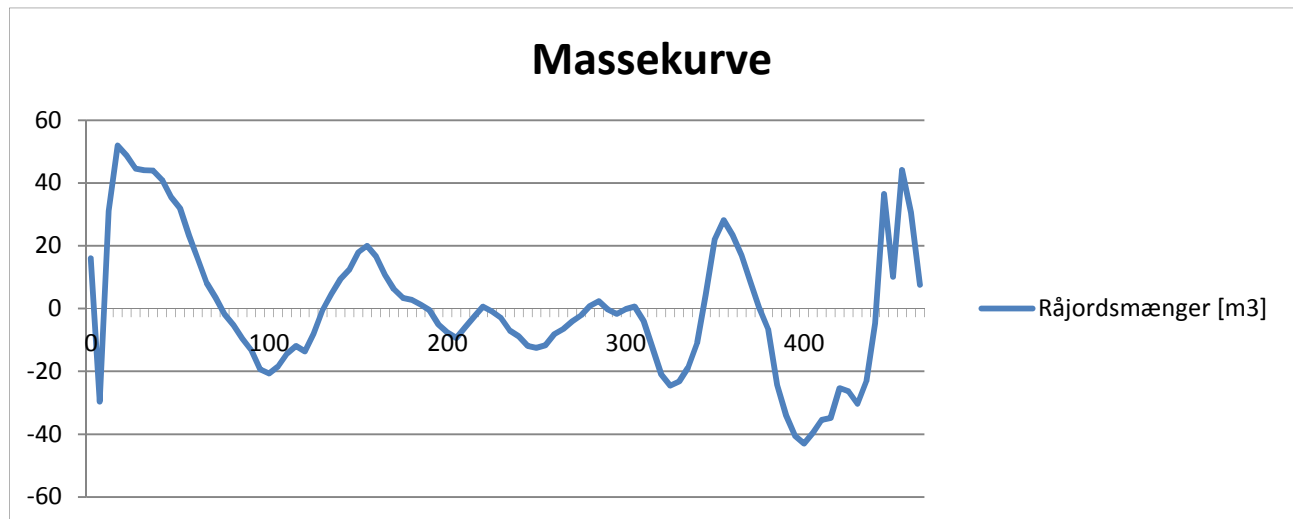
Det antages, at alt jorden, der afgraves kan benyttes, som indbygningsjord.

Resultaterne fra beregningerne af jordmængderne ses i *Bilag 8 – Mængdeberegning af råjord og muld*. Det ses ud fra bilaget, at der næsten haves jordbalance for råjorden, idet der haves et overskud på 23 m³.

9.1 Massekurven

For at gøre masseberegningen mere overskuelig optegnes den i en massekurve, hvor summeringen af afgravning- og påfyldningsmængderne optegnes på en graf. Massekurven viser i hver station, om der haves jordoverskud eller jordunderskud til venstre for stationen. Følgende er gældende for massekurven der ses på Figur 17.

- $M > 0$ betyder jordoverskud til venstre for stationeringen
- $M < 0$ betyder jordunderskud til venstre for stationeringen
- $M = 0$ betyder jordbalance til vestre for stationen



Figur 17: Viser massekurven for adgangsvejen fundet ud fra længdeprofil

Den ideelle massekurve har mange udligningspunkter langs kurven, således at der opnås korte flytteafstande, og således at kun små jordmængder skal flyttes. Dette er tilfældet ved denne massekurve. Dette vil gøre massedisponeringen billigere og mere enkel.

9.2 Fastlæggelse af mængder ved prismemetoden

For at kontrollere om beregninger i Novapoint er korrekte, vælges det at udføre beregninger ved hjælp af prismemetoden fra st. 140 til st. 200. Beregninger er vist i *Bilag 9 – Mængdeberegning ved prismemetoden*.

Beregninger ved prismemetoden ligger meget tæt op af resultaterne fundet ud fra Novapoint og det kan herudfra vurderes, at mængdeberegningerne fra Novapoint er nøjagtige. Denne vurdering er understøttet af tværsnittene, se *Bilag 6 – Vejens tværsnit*. Der arbejdes videre med værdierne fra Novapoint.

Med ovenstående afsnit er vejen projekteret færdig. Afmærkningen på og langs vejen kan derfor fastsættes. Dette gøres i det efterfølgende afsnit.

10 AFMÆRKNING AF ADGANGSVEJEN

I dette afsnit fastsættes afmærkningen på adgangsvejen, herunder forstås både skiltning langs vejen og afmærkning på kørebanen.

Afmærkningen på og ved vejen er med til at øge sikkerheden, lette orienteringen og gøre at trafikken samtidig afvikles så effektivt som muligt. Det er vigtigt, at afmærkningen er tydelig, og at trafikanterne kan nå at reagere på den.

Først fastsættes eksisterende afmærkning i området og herefter fastsættes ny afmærkning der vises på *Tegning 07.01 - Afmærkningsplan*.

10.1 Relevant eksisterende afmærkning i området

Den eksisterende skiltning i området ses på Figur 18 og ses endvidere på *Tegning 07.01 – Afmærkningsplan*.



Figur 18: De eksisterende skilte i området.

De eksisterende skilte er vist på tegningen markeret med "eksisterende" og skal kun benyttes som orienterende, idet disse skilte ikke flyttes eller fjernes med mindre dette er anført på tegningen eller i Tabel 19. Der kan endvidere ses en oversigt over skiltene i Tabel 19.

Tavle	Beskrivelse	Antal	Placering	Bemærkninger
B11	Ubetinget vigepligt	2 stk.	Placeret ved John Tranums Vej og Skads Mosevej	
F11	Pilvejviser	3 stk.	Placeret ved John Tranums Vej og Skads Byvej	
D15,3	Påbudt passage	1 stk.	Placeret ved John Tranums Vej	Gøres flytbar
F13	Pilevejviser	1 stk.	Placeret ved John Tranums Vej	
	Vejnavneskilte	3 stk.	Placeret ved John Tranums Vej, Skads Mosevej og Skads Byvej	
D21	Cykelsti	1 stk.	Placeret ved Skads Byvej	Flyttes
UD21,1	Undertavle	1 stk.	Placeret ved Skads Byvej	Flyttes
O42	Retningspile	1 stk.	Placeret ved Skads Byvej	Fjernes

Tabel 19: En oversigt over eksisterende tavler i området og deres placering.

Ændringen af den eksisterende afmærkning på kørebanen kan ses på *Tegning 07.01 – Afmærkningsplan*. Den eksisterende afmærkning på kørebanen er ikke optegnet, men kan ses på det bagvedliggende oversigtskort.

Det er valgt at cyklisterne skal have vigepligt. Dette er valgt ud fra, at der er en dobbeltrettet cykelsti^[8], samt at der er få særtransporter dagligt. Det antages endvidere, at særtransporterne og deres følgebiler er mere synlige for cyklisterne end omvendt. Da der højst kører ti særtransporter på adgangsvejen dagligt, kan det endvidere vurderes, at cyklisternes fremkommelighed ikke ændres mærkbart.

For at synliggøre for cyklisterne at de har vigepligt, markeres dette med både skiltning og afmærkning.

Det er valgt at tydeliggøre cykelstien for særtransportførerne ved at markere cykelstien med blått hen over adgangsvejen og lave en markering med V21, se *Tegning 07.01 – Afmærkningsplan*. Denne ændring vil endvidere gøre cyklisterne opmærksomme på, at der sker en ændring i forløbet og dermed gøre dem mere opmærksomme på, at der kommer en vigepligt.

Det er valgt at sætte undertavlen UB11.2 op, se *Tegning 07.01 – Afmærkningsplan*, der oplyser om, at der kommer en dobbeltrettet cykelsti.

Adgangsvejen placeres delvist ovenpå den eksisterende tilslutning for cyklister til John Tranums Vej. Det er derfor besluttet at lave to tilslutninger; en på hver side af adgangsvejen, se *Tegning 06.01 – Belægningsplan* og *Tegning 07.01 – Afmærkningsplan*.

Det er valgt ikke at gøre cykelstien tilbagetrukket, da det er vurderet ud fra ovenstående, at dette er unødvendigt. Hvis det senere vurderes, at der på trods af sikkerhedsforanstaltninger sker for mange uheld med cyklister i krydset, kan det vælges at gøre cykelstien tilbagetrukket alligevel.

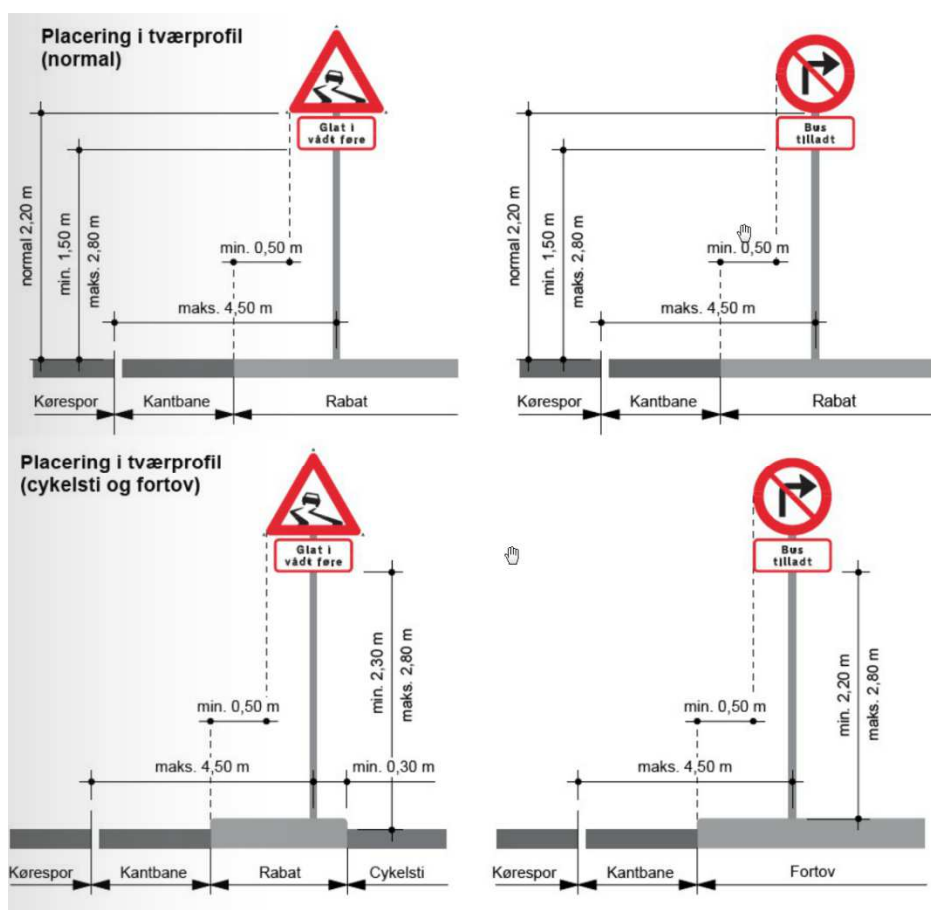
10.2 Ny afmærkning på adgangsvejen

Den nye afmærkning i området er vist på *Tegning 07.01 – Afmærkningsplan* og en oversigt over tavler er vist i Tabel 20.

Tavle	Beskrivelse	Antal	Dimension	Opstillingshøjde	Bemærkning
B11	Ubetinget vigepligt	4 stk.	90 cm	220 cm	Placeret max. 20 m fra krydset.
UB11,2	Undertavle	1 stk.	50 x 70 cm	Min. 150 cm	
C21	Kørsel i begge retninger forbudt	2 stk.	70 cm	220 cm	
UC20,1	Undertavle	2 stk.	30 x 70 cm	Min. 150 cm	
C55	Lokal hastighedsbegrænsning	2 stk.	70 cm	220 cm	
	Vejnavneskilte	2 stk.			
D21	Cykelsti	1 stk.	50 cm	220 cm	
UD21,1	Undertavle	1 stk.	25 x 50 cm	Min. 150 cm	

Tabel 20: Oversigt over de nye tavler i området og deres placering.

En uddybning af placeringen af tavler ses på Figur 19.

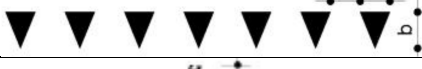


Figur 19: Placeringen af tavler.^[12]

Skiltene bør i dette projekt placeres således, at særtransporterne ikke rammer dem. Det areal, der skal friholdes for faste genstande, ses på *Tegning 08.01 – Kørekurve*.

Hvis skiltene er placeret efter hinanden, bør der være mindst 50 m imellem de enkelte skilte.

En oversigt over udformningen af afmærkning på kørebanen er vist i Tabel 21 og kan yderligere ses på *Tegning 07.01 - Situationsplan*.

Betegnelse	Linjetype	Beskrivelse	Mål [m]		
			l	m	B
Q46.2		Smal ubrudt kantlinje			0,1
Q47.2		Smal punkteret kantlinje	1	1	0,1
Q48		Ubrudt linje til opdeling af stier			0,1
S11		Vigelinje	0,5	0,3	0,6
V21		Cykelsymbol	1		

Tabel 21: Dimensioner på valgt afmærkning på kørebanen.

Vejen er nu projekteret færdig, og det bør undersøges, om vejen er trafiksikker. Det foretages derfor en trafiksikkerhedsrevision i efterfølgende afsnit.

11 TRAFIKSIKKERHEDSREVISION AF ADGANGSVEJEN

Det er i forbindelse med projektet valgt at lave en trafiksikkerhedsrevision for at sikre, at de tiltag, der er lavet for at fremme sikkerheden, er acceptable, også på længere sigt.

En sikkerhedsrevision er en uafhængig sikkerhedsgranskning af vej- og trafikprojekter og foretages af sikkerhedsrevisorer. Ved en trafiksikkerhedsrevision vurderes og optimeres et projekts trafiksikkerhed ud fra viden og erfaring. Det kan med en trafiksikkerhedsrevision sikres, at nyanlæg ikke allerede efter få år er præget af uheld.

11.1 De fem hovedfaser i en sikkerhedsrevision

For at opnå den bedste sikkerhed skal der foretages sikkerhedsrevisioner flere gange i projektforløbet alt efter projektets størrelse. For at efterkomme dette er sikkerhedsrevisionen inddelt i fem forskellige trin.

Trin 1 er forprojektet, hvor sikkerhedsrevisionen er med til at vurdere valg af hastighed, placering af kryds og valg af tværsnit m.v.

Trin 2 er skitseprojektet, der indbefatter en granskning af skitseprojektet. Der foretages her en vurdering af de valg, der er foretaget siden trin 1. Vurderingen kan her være i forhold til tracéet, oversigtsforhold og krydsretninger m.v.

Trin 3 er detailprojektet, hvor der foretages gennemgang af de ændringer, der er sket siden trin 2. Sikkerhedsrevision sker her efter færdiggørelse af detailprojektet, men før færdiggørelse af udbudsmaterialet, og før projektet sendes i udbud. De ændringer, der ses på her, er i forhold til afmærkning, tværfald, lette trafikanter m.v.

Trin 4 er ibrugtagningen, hvor sikkerhedsrevisorerne ser på sikkerheden før vejen tages i brug.

Trin 5 er overvågning, hvilket finder sted omkring et år efter ibrugtagning af vejen.

Det er i dette projekt valgt at lave en sikkerhedsrevision alene for trin 3.

Det skal i denne forbindelse nævnes at, trafiksikkerhedsrevisionen ikke er foretaget af en uafhængig person, og at den er foretaget uden den nødvendige uddannelse og erfaring.

Trafiksikkerhedsrevisionen er at finde i den særskilte rapport, benævnt Trafiksikkerhedsrevision.

12 UDBUDSMATERIALE FOR ADGANGSVEJEN

I dette afsnit fastlægges kriterierne i forbindelse med udbudsmaterialet. Selve udbudsmaterialet er at finde i en særskilt rapport ved benævnt Udbudsmateriale.

12.1 SBB – Særlige beskrivelser og betingelser

Det er valgt at samle udbudsmaterialet i et samlet dokument, kaldet SBB – Særlige betingelser og beskrivelser, der indeholder

- Bestemmelser om udbud og tilbud (BUT)
- Særlige betingelser (SB)
- Særlige arbejdsbeskrivelser (SAB)
- Tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG)

Efter de Særlige betingelser og beskrivelser, er Tilbudslisten (TBL) at finde. Det er endvidere valgt, at lave et overslag til tilbudslisten, denne er at finde efter tilbudslisten. Beregningerne til tilbudslisten og overslaget er at finde i *Bilag 10 – Beregninger til Tilbudslisten*.

Formålet med udbudsmaterialet er at sikre et ens grundlag for alle de bydende og samtidig sikre en bedre mulighed for at sammenligne de enkelte tilbud. Det er vigtigt, at udbudsmaterialet er fyldestgørende således, at der ikke opstår misforståelser mellem de enkelte parter, og der på den måde opnås et godt samarbejde mellem de enkelte parter på længere sigt. I værste fald vil et dårligt udarbejdet udbudsmateriale føre til, at udbuddet må annulleres, eller at det bliver dyrt.

Et udbudsmateriale indeholder udover tegninger også arbejdsbeskrivelser og tilbudslistes.

Det er valgt at udbyde projektet som et begrænset udbud efter laveste pris. Dette giver nødvendigvis ikke den billigste løsning, men det kan sikres, at der alene gives tilbud fra egnede tilbudsgivere, og der mellem disse findes den billigste løsning. Arbejdet i forhold til udvælgelsen af det vindende projekt mindskes endvidere, idet der er et begrænset antal ansøgere.

13 OPSAMLING OG KONKLUSION

Dette afsnit har til formål at opsamle og konkludere på de valgte løsninger i projekter og konsekvenserne af disse løsninger samt eventuelle alternative løsninger.

Esbjerg Kommune har i forbindelse med ombygningen af en bro i Tjæreborg valgt at lade COWI undersøge fem alternative ruter til den eksisterende rute for særtransporter til Esbjerg Havn.

Ud fra COWIs vurdering af de fem alternative ruter er det valgt at arbejde videre med alternativ 3. Alternativ 3 er det mest hensigtsmæssigt alternativ, da denne rute skaber færrest gener for beboere, særtransportførere og trafikanter langs ruten.

Ved alternativ rute 3 skal der anlægges en adgangsvej mellem John Tranums Vej og Skads Mosevej. Det er den omtalte adgangsvej, der er projekteret i dette projekt. Da alternativ rute 3 er en forholdsvis dyr løsning, ønskes det fra kommunens side, at omkostninger til etablering af vejen mindskes, hvilket er forsøgt opnået i dette projekt samtidig med, at gældende lovgivning og vejledning er forsøgt overholdt.

Der blev i første del af rapporten set på eksisterende forhold i området, hvor den eksisterende trafik blev analyseret, og de planmæssige og naturbeskyttelsesmæssige bindinger i området blev undersøgt.

I planlægningsdelen blev vejen klassificeret ud fra de eksisterende forhold, hvorfor det blev valgt, at planlægningshastigheden på vejen skulle være 30 km/t for, at opnå både ensartethed og sikkerhed. En hastighed på 30 km/t er en forholdsvis lav hastighed og det kunne overvejes at anvende en højere hastighed for at øge fremkommeligheden. En højere hastighed, ville dog sænke sikkerheden og vejbredden skulle eventuelt øges. Der skulle endvidere foretages nogle foranstaltninger for at muliggøre en højere hastighed. At øge hastigheden, ville medføre en dyrere løsning og en mindsket sikkerhed, hvilket ikke er ønskeligt.

Det blev valgt, at vejen skulle være en 1-sporet vej med en vejbredde på 5 meter og en rabatbredde på 1,5 m. Det, at vejen vælges, som en 1-sporet vej med en hastighed på 30 km/t, gør, at vejen kan projekteres forholdsvis billigt samtidig med, at der stadig opnås sikkerhed og komfort, da der er valgt en forholdsvis bred vej- og rabatbredde. Det kan diskuteres om en 1-sporet vej med en hastighed på 30 km/t er en fremtidssikker løsning, i forhold til hvis vejen åbnes for anden trafik. Det vælges i dette tilfælde at fokusere på særtransporterne.

Linjeføringen er lavet ud fra, at de største registrerede særtransporter skal kunne benytte adgangsvejen med den ønskede hastighed uden, at der skal anlægges ekstra overkørbare arealer.

Det har samtidig været ønskeligt, at vejen anlægges således, at der samtidig opnås god sikkerhed og komfort på vejen.

Ud fra ønsket om god sikkerhed og komfort er det valgt, at projektore linjeføringen med overgangskurver i form af klotoider. Da planlægningshastigheden er fastsat til 30 km/t, er det muligt at projektore vejen uden overgangskurver. Hvis det i projektet var valgt ikke at benytte overgangskurver, ville det have gjort det lettere at lade længdeprofilet følge terrænet, og det havde gjort, at vejen generelt kunne tilpasses landskabet bedre. Valget om ikke at benytte overgangskurver kunne betyde, at komforten og sikkerheden på vejen blev forringet. Da det ved at benytte overgangskurver kan opnås, at alle veje bliver tilsluttet, og der opnås jordbalance samtidig med, at det ikke sker på bekostning af hverken komfort eller sikkerhed, er det vurderet, at denne løsning i dette projekt er acceptabel. I praksis ville det muligvis være undladt at anvende overgangskurver.

Ved bestemmelse af vejbefæstelsen er det valgt at dimensionere vejbefæstelsen ved hjælp af katalogmetoden, den analytisk/empiriske metode og ved dimensioneringsprogrammet MMOPP.

Vejens befæstelse er dimensioneret ud fra en dimensionsgivende trafik på 29.256, der er fastsat ud fra, at 10 særtransporter benytter vejen dagligt. Dimensioneringstrafikken er fastsat på baggrund af, at det er på den sikre side, idet 10 transporter dagligt er højt sat. Ved at vælge en høj dimensioneringstrafik er det vurderet, at vejbefæstelsen fortsat kan benyttes, hvis vejen åbnes for anden trafik end særtransporter.

De tre metoder giver alle forskellige resultater, og det er derfor valgt at fastlægge den endelige vejbefæstelse ud fra den analytisk/empiriske metode og MMOPP, da dette er på den sikre side. Det er valgt at anvende koblingshøjden fra MMOPP, da denne er fastsat højere end ved de andre metoder. Den valgte vejbefæstelse ses i Tabel 22.

Lag	Materiale	Bitumenpenetration	Tykkelse
1	AB	160/220	25 mm
	GAB 0	70/100	50 mm
	GAB I	70/100	65 mm
2	SG II	-	170 mm
3	BL II	-	590 mm
4	Moræneler	-	-
Samlet tykkelse			900 mm

Tabel 22: Den valgte vejbefæstelse for adgangsvejen.

Da der haves en 1-sporet vej er det valgt at anlægge vejen med ensidig hældning. Vejens hældning er fastlagt ud fra et ønske om, at følge terrænets hældning på det meste af strækningen, hvilket endvidere stemmer overens med, at vejen hælder mod kurvens inderside ved kurven med den mindste radius.

Det er ikke valgt at projektere vejen med vipning af vejbanen, hvilket medfører at hældningen ikke følger kurvens inderside ved de resterende kurver. Denne beslutning gør, at anlæggelse af vejen bliver både billigere og nemmere. Det er antaget, at sikkerheden på vejen ikke vil ændres på baggrund af denne beslutning, da hastigheden på vejen er lav, og vejen alene benyttes af særtransporter. Hvis vejen senere anvendes af anden trafik end særtransporter, bør det overvejes om denne løsning stadig er acceptabel.

Ved ikke at vippe vejbanen bliver afvandning af vejen simplere og eventuelt mere effektiv, idet det undgås, at grøften skal skifte side.

Det er valgt at benytte grøfter som afvandingskonstruktion. Dette valgt skaber ensartethed i området og er samtidig en billigere løsning end trug med dræn. Det er endvidere vist, at grøfterne uden problemer kan håndtere de fundne vandmængder for området.

Det kunne alternativt være valgt, at benytte trug som afvandingskonstruktion, hvilket eventuelt ville være en mere trafikikker løsning. Ved at vælge trug ville det samtidig opnås, at vejen kunne følge terrænet bedre og ikke ville efterlade så synlige ar i landskabet. Anvendelsen af trug som afvandingskonstruktion kan dog blive nødvendigt, hvis det viser sig at det ikke muligt eller tilladt at nedsive i området.

Det bør overvejes, om rabatten i højre side kan anlægges som trug for at undgå at vandet fra højre side skal løbe i grøften i venstre side. Hvis dette ikke er en mulighed, bør det overvejes om en anden løsning er mulig.

Ved afmærkning af adgangsvejen er det forsøgt at skabe en overskuelig afmærkning, der forstås af de fleste trafikanter og samtidig skaber sikkerhed og er overskuelige.

I trafikikkerhedsrevisionen er det vurderet, at skiltet C21 ikke er forståeligt for alle trafikanter. Det vælges i projektet at bibeholde skiltet, da det vurderes, at alternativet ikke vil kunne overskues, da der her bør anvendes mere end et skilt, f.eks. C22,1 og C25,1 m.fl.

Det blev endvidere nævnt i trafikikkerhedsrevisionen, at krydset ved Skads Byvej og krydset ved Solbjergvej kunne signalreguleres. Da trafikken på disse veje og specielt på adgangsvejen ikke er særlig høj og det endvidere vil nedsætte fremkommeligheden, vælges det at undlade at følge dette råd.

Ved krydsene har det endvidere ikke været muligt at opnå en længere oversigtslængde, da det skulle opnås, at alle særtransporter skulle kunne benytte adgangsvejen uden, at der skulle etableres overkørbare arealer. Det er anset som acceptabelt grundet at særtransporter i denne størrelsesklasse anvender følgebiler.

Rapporten blev afsluttet med udarbejdelse af et udbudsmateriale, hvor entreprisensummen ud fra overslaget blev fastsat til 1,6 mio. kr.

14 English summary

This project is written by Maria Larsen on Aalborg University in Esbjerg in connection to the bachelor thesis on 7. Semester. The assignment of the project is based on the previous internship. This bachelor thesis is written in collaboration with COWI Esbjerg at the department of Transport Infrastructure.

Background for the project

The industry for wind turbines are the last years become more and more important in Denmark and are still a growing business. In the connection has there been an increase of transport of wind turbines on the Danish roads and the transports are at the same time getting bigger.

One of the ports that the transports drive to today is the port in Esbjerg.

The transports are today driving through densely populated areas with narrow roads. The transports are also driving through a number of roundabouts and intersections, where several of these aren't design to the transporter, and especially the larger transports cause's problems.

To ease this problem there has been chosen an alternative route for special transport. Out of 5 alternatives, the Municipality has decided to go with alternative 3.

Alternative 3 would improve the traffic flow for special transport and reduce inconvenience to motorist and residents along the route.

The road intended to be designed, having a length of almost 465 m.

In the project current conditions is examined in relation to traffic and planning and nature conservation constrains. The road is classified on the basis of current and future conditions.

After determining the current situation is the road planned. The design of the road involves determining the road's horizontal and vertical alignments, the cross-section of the road, drainage conditions, amount of soil and marking of the road.

The design of the road finishes with a road safety audit and tender documents.

The first part of the project deals with planning. In this part it has been decided that the road should be a 1-lane road with a lane width of 5 m and a verges width of 1,5 m. The speed in the road has been selected on the base of safety and uniformity in the area around the road. The road is designed after these decisions.

In order to ensure that the roadbed could handle loads from the transportation, construction was chosen to be able to handle 10 transports daily. 10 transports a day are many and it was therefore considered that the roadbed also would be able to manage the congestion if this were to rise.

To protect the roadbed from rainwater, it was chosen to establish ditches. Ditches design is an inexpensive solution and is also the solution used in the existing roads in the area.

After the roadbed, the ditches etc. where set, could the amount of land be calculated. It turned out here with the choices that were made and the many assumptions there was, was the road in soil balance.

The project resulted in a tender where an estimate showed that the cost of the road was 1,6 million.

15 LITTERATURLISTE

Bøger, Rapporter, Notater m.v.

- [1]: Særtransportrute til vindmølleelementer ved Esbjerg - Baggrundsnotat for VVM-screening, Vej og Park, Esbjerg Kommune.
- [2]: Madsen, Erik Birk m.fl.: *Tværfiler i åbent land, Vejreglerådet, 2013*. Håndbog – Gældende.
- [3]: Madsen, Erik Birk m.fl.: *Tracering i åbent land, Vejreglerådet, 2012*. Håndbog – Gældende.
- [4]: Madsen, Erik Birk m.fl.: *Grundlag for udformning af trafikarealer, Vejreglerådet, 2012*. Håndbog – Gældende.
- [5]: Gregers Hildebrand m.fl.: *Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægnings, Vejreglerådet, 2011*. Håndbog – Gældende.
- [6]: Bent Thagesen, *Veje og stier, Polyteknik, 2009*. Bog.
- [7]: Peter Andersen m.fl.: *Opsætning af vejautoværn og påkørselsdæmpere i åbent land, Vejreglerådet, 2007*. Håndbog – Gældende.
- [8]: Madsen, Erik Birk m.fl.: *Planlægning af vejkryds i åbent land, Vejreglerådet, 2012*. Håndbog – Gældende.
- [9]: Ole Jensen m.fl.: *Afvandingskonstruktioner, Vejreglerådet, 2009*. Håndbog – Gældende.

Websider – Links

- [1a] <http://arealinformation.miljoportal.dk/distribution/>
- [1b] <http://www.esbjergkommune.dk/borger/vej-og-trafik/trafikplanl%C3%A6gning/trafik-og-mobilitetsplan-for-esbjerg.aspx>
- [1c] <http://ims02.esbjergkommune.dk/website/ekpviewer/default.cfm>
- [1d] <http://ipaper.ipapercms.dk/Daluiso/Katalog2013/>

Programmer

Microsoft office
AutoCAD Map 3D 2012
Novapoint 18.20
AutoTURN 8
MMOPP2011
COWI kort

Vejregler der er brugt i projektet

Færdselsregulering:

BEK nr. 801 af 4. juli 2012 Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning

BEK nr. 802 af 4. juli 2012 Bekendtgørelse om vejafmærkning

Færdselstavler:

Hæfte 0 – Generelt om færdselstavler

Hæfte 1 – Advarselstavler

Hæfte 2 – Vigepligtstavler

Hæfte 3 – Forbudstavler

Hæfte 4 – Påbudstavler

Hæfte 6 – Undertavler

Hæfte 8 – Tavleoversigt

Afmærkning på kørebanen:

Hæfte 0 – Generelt om afmærkning på kørebanen

Hæfte 1 – Længdeafmærkning

Hæfte 3 – Tværafmærkning

Hæfte 6 – Dimensioner

Hæfte 7 – Eksempler

Vejekonstruktioner:

Hæfte 2 – Konstruktion og vedligeholdelse af veje og stier, afvandingskonstruktion

Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger

Brugervejledning til MMOPP2011

Trafikarealer, land:

Hæfte 0 - Planlægning af veje og stier i åbent land

Hæfte 1 – Grundlag for udformning af trafikarealer

Hæfte 2 – Tracéring i åbent land

Hæfte 3 – Tværprofiler i åbent land

Hæfte 4 – Planlægning af vejkrøds i åbent land

Indhold – Bilag

Bilag 1 – Fastlæggelse af dimensioneringstrafikken	B-2
Bilag 2 – Klassificeringsattest for tunge transporter	B-8
Bilag 3 – Geoteknisk rapport.....	B-10
Bilag 4 – Materialeparametre for asfalthagene og de øvrige lag	B-23
Bilag 5 – Dimensionering af vejbefæstelsen ved den analytiske/empiriske metode	B-24
Bilag 6 – Vejens tværsnit.....	B-29
Bilag 7 – Fastlæggelse af grøftens dimensioner	B-54
Bilag 8 – Mængdeberegning af råjord og muld	B-57
Bilag 9 – Mængdeberegning ved prismemetoden	B-65
Bilag 10 – Beregninger til tilbudslisten	B-70

BILAG 1 – FASTLÆGGELSE AF DIMENSIONERINGSTRAFIKKEN

I dette bilag fastsættes dimensioneringstrafikken i henhold til vejreglerne^[5].

Dimensioneringstrafikken fastsættes for 4 alternativer; Alternativ 1 er for en daglig trafik på 5 særtransporter, alternativ 2 er med en daglig trafik på 10 særtransporter, alternativ 3 med en årsdøgntrafik på 2.500 uden hensyntagen til lastbiler og alternativ 4 med en årsdøgntrafik på 2.500 med hensyntagen til lastbiler.

Trafikbelastningen udtrykkes ved $N_{\text{Æ}10}$, der er antal ækvivalente 10 t akseltryk (Æ10) pr. kørespor i dimensioneringsperioden. $N_{\text{Æ}10}$ beregnes ud fra understående formel.

$$N_{\text{Æ}10} = P \cdot K_F \cdot K_K \cdot K_R \cdot F_{SS} \cdot \sum (F_{\text{Æ}10} \cdot L)$$

1.1 Bestemmelse af vækstfaktoren P

Vækstfaktoren P tager højde for trafikstigningen gennem dimensioneringsperioden og beregnes efter følgende formel.

$$P = \frac{(1 + \alpha)^n - 1}{\alpha}$$

hvor

α er stigningen der er fastsat til 2 % årligt^[8]

n er dimensioneringsperioden, der er fastsat til 10 år

$$P = \frac{(1 + 0,02)^{10} - 1}{0,02}$$

↓

$$P = \underline{\underline{10,95}}$$

1.2 Bestemmelse af korrektionsfaktoren K_F

Korrektionsfaktoren K_F tager højde for transporternes fordeling over tværsnittet og er angivet i Tabel 1.

Vejbredde	K_F
Smalle veje, hvor trafikken forventes at køre i et spor	1,0
2-sporede veje	0,5
Veje med 4 eller flere spor	0,45

Tabel 1: Korrektionsfaktoren for fordelingen.

K_F fastsættes til 1,0 idet der haves en 1-sporet vej og størstedelen af vejbredden derfor benyttes.

1.3 Bestemmelse af korrektionsfaktoren K_K

Korrektionsfaktoren K_K tager højde for kanaliseringen af trafikken og er angivet i Tabel 2.

Kanaliseringsgrad	K_K
Opmarchfelter, kanaliserede kryds med kantsten	2,0
Miljøprioriterede gennemfart og lignende	1,5
Normal køresporsbredde	1,0

Tabel 2: Korrektionsfaktoren for kanalisering.

K_K fastsættes til 1,0 da der ikke er nogen kanalisering på projektvejen.

1.4 Bestemmelse af korrektionsfaktoren K_R

Korrektionsfaktoren K_R tager højde for særlige forhold, som f.eks. vridning der vil forekomme i en rundkørsel. K_R er angivet i Tabel 3.

Rundkørselstype	K_R
Lige vej	1,0
Rundkørsel med enkelt kørespor	2,0
Rundkørsel med 2 eller flere kørespor	1,0

Tabel 3: Korrektionsfaktoren for rundkørsler.

K_R fastsættes til 1,0 idet der i dette projekt ikke er rundkørsler.

1.5 Bestemmelse af korrektionsfaktoren F_{SS}

Korrektionsfaktoren F_{SS} tager højde for dækmonteringen, idet der skal korrigeres for supersingledæk. F_{SS} er angivet i Tabel 4.

Vejtype	F_{SS}
Motorvej	1,5
Øvrige hovedlandeveje og landeveje	1,3
Kommuneveje	1,0 - 1,2

Tabel 4: Korrektionsfaktor for supersingledæk.

F_{SS} fastsættes til 1,2 idet det er en kommunevej udenfor tættere bebygget område.

1.6 Bestemmelse af korrektionsfaktoren $F_{\text{Æ}10}$

Korrektionsfaktoren $F_{\text{Æ}10}$ tager højde for køretøjsart og antallet af køretøjer og er angivet i Tabel 5.

	Længdegruppe	Standard	Bygader
Ved opdelingen af lastbiler i 2 længdegrupper	5,8 – 12,5 m	0,30	0,25
	Over 12,5 m	1,25	0,70
Uden opdeling af lastgrupper i længdegrupper	Over 5,8 m	0,80	0,30

Tabel 5: Korrektionsfaktoren $F_{\text{Æ}10}$ opdelt efter køretøjslængde.

$F_{\text{Æ10}}$ opgøres normalt ved trafiktællinger, hvor typekøretøjer fastsættes. Der er i dette projekt ikke foretaget en trafiktælling hvor der er taget højde for typekøretøjer og derfor fastsættes $F_{\text{Æ10}}$ til 0,8 ved alternativ 4. Ved alternativ 3, hvor der ikke tages højde for lastbiltrafik, fastsættes $F_{\text{Æ10}}$ til 1,0. Ved alternativ 1 og 2 benyttes vejen alene af særtransporter og derfor fastsættes $F_{\text{Æ10}}$ for alternativ 1 og 2 herunder.

Akseltrykket for de særtransporter der forventes at benytte adgangsvejen ses i Bilag 2 – Klasseficeringsattest for tunge transportere. Det er blevet bevist med forsøg, at den nedbrydning, der forårsages ved passage af en vognaksel, vokser omkring 4. potens af akseltrykket^[6], vist ved formelen herunder.

$$N = \left(\frac{P_i}{P}\right)^4 \cdot N_i$$

hvor

N er akselpassager

N_i er belastninger

P_i er akseltryk

P er det ækvivalente tryk

En beregning af vejslidet $F_{\text{Æ10}}$ for alternativ 1 og 2 ses i Tabel 6.

Aksel	Akseltryk [t]	Vejslid Æ10
1	9,00	0,66
2	8,00	0,41
3	12,00	2,07
4	12,00	2,07
6	13,50	3,32
7	13,50	3,32
8	13,50	3,32
9	13,50	3,32
10	13,50	3,32
11	13,50	3,32
12	13,50	3,32
13	13,50	3,32
14	13,50	3,32
15	13,50	3,32
16	13,50	3,32
17	13,50	3,32
18	13,50	3,32
I alt		51,7

Tabel 6: Vejens vejslid når vejen benyttes af særtransporter.

Resultat af den dimensionerende trafik der vil fremkomme ved en $F_{\text{Æ}10}$ på 51,7 er ikke realistisk. Der er ved dette vejslid ikke taget højde for akselafstande, dækafstande, antallet af dæk pr. aksel m.v. Hvis der tages højde for disse afstande m.v., kan der findes et vejslid $F_{\text{Æ}10}$ på 6,1^[1d], se Bilag 2. Dette vejslid benyttes i de efterfølgende beregninger.

1.7 Alternativ 1

Antallet af særtransporter der benytter projektvejen pr. år er fastsat til 1.825, hvis 5 transporter benytter vejen dagligt. Det er fastsat at særtransporterne køre alle årets 365 dage. Dette er højt sat, men beslutningen er taget på baggrund af at der ikke er fastsat spærretider for særtransporterne og de må derfor køre alle dage.

Bestemmelse af dimensioneringstrafikken for alternativ 1

$$\begin{aligned} N_{\text{Æ}10} &= 10,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot (6,1 \cdot 1.825) \\ &\Downarrow \\ N_{\text{Æ}10} &= 146.282 \end{aligned}$$

$N_{\text{Æ}10}$ er antallet af ækvivalent 10 tons akseltryk i dimensioneringsperioden der er fastsat til 10 år. Da den gennemsnitlige værdi pr. år ønsket fundet, udføres beregningen herunder.

$$\begin{aligned} N_{\text{Æ}10.pr.\text{år}} &= 146.282 \cdot \frac{1}{10} \\ &\Downarrow \\ N_{\text{Æ}10.pr.\text{år}} &= \underline{14.628} \end{aligned}$$

Dimensioneringstrafikken for alternativ 1 fastsættes herudfra til 14.628 årligt.

1.8 Alternativ 2

Antallet af særtransporter der benytter projektvejen pr. år er fastsat til 3.650, hvis 10 transporter benytter vejen dagligt.

Bestemmelse af dimensioneringstrafikken for alternativ 2

$$\begin{aligned} N_{\text{Æ}10} &= 10,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot (6,1 \cdot 3650) \\ &\Downarrow \\ N_{\text{Æ}10} &= 146.282 \end{aligned}$$

Da den gennemsnitlige værdi pr. år ønsket fundet, udføres beregningen herunder.

$$N_{\text{Æ}10.pr.\text{år}} = 292.562 \cdot \frac{1}{10}$$

↓

$$N_{\text{Æ10.pr.år}} = \underline{\underline{29.256}}$$

Dimensioneringstrafikken for alternativ 2 fastsættes herudfra til 29.256 årligt.

1.9 Alternativ 3

Årsdøgntrafikken ved alternativ 3 er bestemt til 2.500.

Bestemmelse af dimensioneringstrafikken for alternativ 3

$$N_{\text{Æ10}} = 10,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 2.500$$

↓

$$N_{\text{Æ10}} = 32.850$$

Da den gennemsnitlige værdi ønsket fundet, udføres beregningen herunder.

$$N_{\text{Æ10.pr.år}} = 32.850 \cdot \frac{1}{10}$$

↓

$$N_{\text{Æ10.pr.år}} = \underline{\underline{3.285}}$$

Der er her ikke taget højde for hvis vejen benyttes af lastbiler. Dimensioneringstrafikken fastsættes til 3.285 årligt.

1.10 Alternativ 4

Årsdøgntrafikken er bestemt til 2.500.

Bestemmelse af dimensioneringstrafikken for alternativ 4

Det vurderes at vejen vil benyttes af 2 % lastbiler, hvor en lastbil er et køretøj over 3,5 ton. Herudfra findes antallet af lastbiler L.

$$L = \text{Årsdøgntrafik} \cdot 365 \cdot \left(\frac{\text{lastbilprocent}}{100} \right) \cdot 0,86$$

hvor lastbilprocenten angiver procenten i hverdage mellem 6-18, mens korrektionsfaktoren 0,86 tager højde for at der er mindre lastbiltrafik på hverdage mellem kl. 18-6 og i weekender.

$$L = 2500 \cdot 365 \cdot \left(\frac{2}{100} \right) \cdot 0,86$$

↓

$$L = 15.695$$

Andelen af lastbiler er i dette projekt ikke sat højt, idet det antages at vejen ikke vil være en genvej for lastbilerne. For at kunne lave en reel vurdering af dette, bør der laves en trafiktælling i området og derefter en vurdering af procentdelen af lastbiler der vil benytte adgangsvejen.

$$\begin{aligned} N_{\text{Æ10}} &= 10,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot (15.695 \cdot 0,86) \\ &\Downarrow \\ N_{\text{Æ10}} &= 177.359 \end{aligned}$$

Da den gennemsnitlige værdi ønsket fundet, udføres beregningen herunder.

$$\begin{aligned} N_{\text{Æ10.pr.år}} &= 177.359 \cdot \frac{1}{10} \\ &\Downarrow \\ N_{\text{Æ10.pr.år}} &= \underline{17.736} \end{aligned}$$

Der er her taget højde for at vejen benyttes af lastbiler. Dimensioneringstrafikken fastsættes til 17.736 årligt.

Bilag 2 - Klassificeringsattest for tunge transporter

Ansøger:

Mammoet Wind Brande A/S
Att.: Mogens Laugesen
permits@bmtas.dk
Borupvej 4
7330 Brande

Tlf.: 97181346
Fax: 97183735

**Vejdirektoratet**

Evt. henvendelse vedr. attest:

COWI A/S

Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

Telefon +45 56 40 27 02

Telefax +45 56 40 12 30

Email: tungtrans@cowi.dk

Dato: 11-12-2012

WEB nr.: **2012120119**

Klassificeringsattest - Tunge transporter

Attesten er udstedt på grundlag af ansøgerens inddaterede oplysninger

Transportens beregnede klasse for broer: 223 for veje: 57	Den største af de angivne klasser er transportens klasse og skal anvendes ved politiets behandling af ansøgning om transporttilladelse
--	--

Klassificeringsattesten er gyldig i fem år fra udstedelsesdatoen.

Klassificeringsattesten er kun gyldig, for den aktuelle transports aksel- og hjulkonfiguration i overensstemmelse med oplysningerne på attestens side to.

Klassificeringsattesten skal vedlægges ansøgningen til politiet om transporttilladelse til gennemførelse af tung særtransport.

Klassificering af tunge særtransporter sker på grundlag af Vejdirektoratets klassificeringssystem og herunder det udpegede Tungvogns-Vejnettet, som vises på www.vejdirektoratet.dk/erhverv.

Transportens beregnede klasse er større end 200.

Der kræves en direkte vurdering af samtlige veje og bygværker, der skal passeres. Politiet skal derfor på grundlag af ansøgerens og evt. supplerende oplysninger indhente en sådan vurdering hos samtlige berørte vej- og brobestyrelser, inden sagen kan færdigbehandles. Udgiften til den direktevurdering påhviler ansøgeren.

De angivne akseltryk og totalvægten skal opfattes som maksimale værdier, der ikke må overskrides for den aktuelle transport.

Klassificeringen gælder følgende transport:

Køretøj	Registreringsnummer/Stelnummer
Lastbil	VG 2-19-50-71-72-73
Blokvogn	14 aksler Nicolas

Alle akselafstande, der på klassificeringsattesten er angivet større end eller lig med 1,9 m, må på den aktuelle transport gerne være større end angivet, men ikke mindre.

Totalvægt (t):	230,00
Max. oppumpningstryk (bar):	9,00

Konfiguration af aksler for den samlede transport:

Aksel	Akseltryk (t)	Sporvidde (m)	Dæk pr. aksel	Dækafstand (m)	Akselafstand (m)	Dækbredde (mm)	Affjedringssystem
1	9,00	2,05	2	2,05	2,55	385	Bladfjedre
2	8,00	2,05	2	2,05	1,35	385	Luft
3	12,00	2,14	4	0,35	1,35	315	Bladfjedre
4	12,00	2,14	4	0,35	2,90	315	Bladfjedre
5	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
6	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
7	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
8	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
9	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
10	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
11	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
12	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
13	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
14	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
15	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
16	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
17	13,50	2,89	8	0,37	1,55	215	Hydraulik
18	13,50	2,89	8	0,37	0,00	215	Hydraulik

Spændviddeklasser:

Spændvidde (m)	Max. klasse
2,00	67
4,00	70
6,00	79
8,00	87
10,00	101
15,00	118
20,00	139
25,00	160
30,00	179
40,00	194
50,00	202
60,00	207
80,00	213
100,00	217
200,00	223

Vejslid:

Æ10:	6,1
-------------	-----

Bilag 3 - Geoteknisk rapport



Esbjerg Kommune
Teknik & Miljø
Att: Finn Hjermov
Torvegade 74
6700 Esbjerg

Dato: 13. maj 2008
Sag nr.: 08.3401.02

Side: 1/4

Geoteknisk rapport

Sag

Til- og frakørselsrampe til motorvejsstrækningen ved Esbjerg Lufthavn.

*Indledende/- orienterende jordbundsundersøgelse for udførelse af til- og frakørselsrampe til motorvej.

*Note: Med påtrufne jordbundsforhold og den givne afstand borerne imellem (op til 200 meter) anses det at undersøgelsen må betragtes som indledende/- orienterende.

Formål

Formålet med undersøgelsen er orienterende at belyse funderings- og grundvandsforholdene i forbindelse med udførelse af til- og frakørselsrampe til motorvej.

Arealets historie

Området har hidtil været udlagt som landbrugsjord.

Markarbejder

Der er den 17. april 2008 udført 4 undersøgelsesboringer (6"tør).

Boringerne er udført til 6 meter under terræn med prøveudtagning pr. halve meter (samt i mellemliggende afvigende jordlag). Boringer er afsluttet i glacielle moræneleraflejringer.

Boringernes placering fremgår af vedlagte situationsplan, - bilag nr. 1.

I forbindelse med markarbejdets udførelse er der udført in'situ forsøg i form af vingeforsøg (B-vinge) for bestemmelse af aflejringeres styrkeegenskaber.

Alle borer er udbygget med et 25 mm PEL-pejlrør (til niveauet 6 m.u.t.).

- Efter endt borearbejde er der udført en pejling af grundvandsspejlet.

Laboratoriearbejder

Der er efterfølgende udført jordartsbeskrivelse på hjemtagne prøver, - ligesom der er udført vandindholdsbestemmelser på samtlige prøver (jævnfør appendiks nr. 1).

Vandspejlsforhold

Efter endt borearbejde (17.04.2008) er der ved pejling af grundvandsspejlet konstateret et frit vandspejl i følgende niveauer:

Boring nr.:	Vandspejlsniveau m. under terræn
R1	2,2* ¹
R2	3,0* ¹
R3	5,8* ¹
R4	TØR / 6,0* ¹

*¹ Note: Pejlingen er udført umiddelbart efter borearbejdets udførelse. – med konstaterede moræneler i filterniveau anses vandspejlet, grundet aflejringeres permeabilitet, ikke stabiliseret ved den udførte pejling. Desværre er pejlrør, i henholdt til aftale med landmanden omkring feltarbejdet på arealet, fjernet umiddelbart efter undersøgelsens udførelse, hvorfor det ikke er muligt at genpejle borerne.

BEMÆRK at sekundære vandspejl (overfladevand/-infiltrationsvand) generelt kan forekomme/- opstå terrænnært i områder i forbindelse med nedbørsperioder (- ved konstaterede ler og moræneleraflejringer).

Jordbundsforhold

Området er beliggende på *Esbjerg Bakkeø*, et morænelandskab dannet under næstsidste istid.

Øverst er der ved undersøgelsen konstateret et 0,2 a' 0,4 meter tykt muldlag i R1, R3 og R4, i boring R2 er der til niveauet 1,05 m.u.t. truffet fyld, bestående af humusholdigt muld og ler. I boring R1 er der under muldlaget fundet sand til niveauet 1,1 m.u.t. Nederst til endt boredybde (6 m.u.t) i alle borerne er der konstateret ler til niveauet 1,4 a' ca. 2,25 m.u.t. hvorefter der findes moræneler. Leren fremstår røt fedt i niveauet 1,05 – ca. 1,9 m.u.t. i boring R2.

For en detaljeret beskrivelse af påtrufne jordarter, henvises der til de optegnede boreprofiler, - bilagene 2 – 5.

Udgravnings-/anlægsforhold

Funderingsklasse:

Idet at der i nærområdet på delarealer er truffet fedt tertiært ler (og glaciale omlejringer af tertiært fedt ler) vurderes det at projektet (undersøgelserne) for ramperne, med henblik på stabilitet af skråninger ved topografiske ændringer, skal gennemføres i skærpet funderingsklasse (jævnfør DS 415, Norm for fundering, af 1998). Såfremt aflejringerne ikke genfindes ved de supplerende detailundersøgelser kan projektet eventuelt nedgraderes til normal funderingsklasse.

Forpligtelsen til at undgå skader som følge af anlægsarbejdet er formuleret i Byggelovens §12, til hvilken der henvises. – Naboer skal som minimum skriftligt varskos 14 dage forud (vi anbefaler dog 2 måneder).

Det vurderes at konstaterede aflejringer må karakteriseres som betinget frostfarlige og at samlet overbygning af hensyn til risiko for opfrysning, bør projekteres til minimum 0,7 meter (dvs. underside bundsikring som minimum projekteres til 0,7 meter under overside asfalt).

- I midlertidig kan (vil) konstaterede relativt lave bæreevneparametre være udslagsgivende for vejassens tykkelse.

Udgravnings-/anlægsforhold (fortsat)

Overflademodulet i råjordsplenium vil variere afhængigt af udgravningsniveauet for vejaksen.

Det vurderes på baggrund af udførte vingeforsøg at overflademodulet (afhængigt af udgravningsniveau) i konstaterede leraflejringer vil variere mellem 6 – 20 MPa. - Hvorfor det anses, at det partielt kan blive påkrævet med en udskiftning af øvre leraflejringer med bundsikringsmateriale for at opnå den nødvendige bæreevne med forventet trafikintensitet.

Som overslag til bestemmelse af overflademodulet i råjordsplenium kan følgende formel anvendes:

$$K = (4000 / w) \cdot C_u \quad (\text{for } w \text{ i procent}).$$

Eksempelvis medfører en vingestyrke på 30 kN/m² og et vandindhold på 20 % et Konsolideringsmodul $K \approx 6$ Mpa. Det vurderes dog at der overordnet kan påregnes et overflademodul i råjordsplenium ≥ 12 MPa.

Råjordens overflademodul bør (skal) efterkontrolleres ved udførelsen af pladebelastningsforsøg (alternativt/ - eller i kombination med faldlodsmålinger (minifaldlod) og vingeforsøg).

Det vurderes at en sekundær vandsænkning/- dræning kan blive påkrævet i anlægsfasen, grundet ler-/moræneleraflejringerne.

Det anses at en dræning / vandsænkning i forbindelse med etableringen af vejaksen, kan minimeres ved en udførelse i sensommeren (august-september).

En sekundær vandsænkning/lænsning kan med konstaterede leraflejringer udføres med afvandingsrender til pumpeumpe med afløb.

Med henblik på de på delareal fundne ret fede leraflejringer (boring R2) anbefales det, at der udføres restriktioner mod løvfældende bevoksninger i umiddelbar nærhed af vejaksen (svarende til at løvfældende træer fældes, når de har opnået en højde, der er 2/3 af deres afstand til vejaksen).

Med nuværende grundlag (ler-/moræneleraflejringer – partielt ret fede) anbefales det at skråningsanlæg ved topografiske ændringer projekteres med et anlæg $a \geq 3$

Det påpeges, at der områdenært er truffet fede – meget fede leraflejringer af tertiær oprindelse. Såfremt der ved anbefalede supplerende undersøgelser (eller i selve anlægsfasen) træffes tilsvarende fede til meget fede aflejringer af tertiær oprindelse, vil det her være påkrævet at forøge skråningers anlæg til et anlæg $(a) \geq 7$ a' 10.

Ligesom det påpeges, at topografiske ændringer (afgravning) efterfølgende kan give anledning til utilsigtet kvældning af eventuelle fede til meget fede leraflejringer.

Supplerende undersøgelser

Med påtrufne jordbundsforhold og den givne afstand borerne imellem (op til 200 meter) anses det at undersøgelsen må betragtes som indledende/- orienterende.

Råjordens overflademodul bør (skal) efterkontrolleres ved udførelsen af pladebelastningsforsøg (alternativ/ eller i kombination med faldlodsmålinger (minifaldlod) og vingeforsøg).

Tilført bundsikringsmateriale bør være bundsikringsgrus/-sand med et uensformighedstal $U_{60/10} > 3$.

Tilført stabilgrus bør som minimum opfylde betingelserne for en stabilgrus kvalitet 2 som bør udbygges med et tillægskrav om at samtlige fraktioner skal indeholde knust eller delvist knuste partikler.

- I den del af materialet, der er større end 4 mm, skal mindst 30 % af kornene have en eller flere brudflader.

Supplerende undersøgelser (fortsat)

Grus/-sandopfyldninger opbygges i lag a' 20 – 30 centimeter og sikres komprimeret til en komprimeringsgrad som beskrevet i nedenstående tabel.

Anbefalede komprimeringskrav for Stabilt grus (SG), Bundsikring (BS) og genindbygget råjord (GR):

Indhold af partikler over 16 mm %	Kontrolregel ved Gennemsnit/mindsteværdi				Kontrol ved statistisk bedømmelse	
	St. proctor*		Vibration		St. Proctor*	Vibration
	Gnm. %	Min. %	Gnm. %	Min. %	K %	K %
GR < 10	> 100	97	> 95	92	97	92
BS			> 95	92		92
SG			> 95	92		92

*Uden korrektion for indhold af partikler over 16 mm.

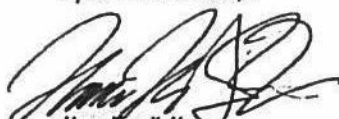
- Standard Proctor bør (må) kun anvendes ved genindbygget råjord bestående af kohæsionsjord (silt og ler) med et indhold mindre end 10% af partikler over 16 mm.
- Som reference ved tilført friktionsmateriale (sand/- og grus og genindbygget sand) bør (skal) der anvendes vibrationsindstampning.

Markdensitet kun isotopsønde. Der bør mindst udføres 5 isotopmålinger pr. 500 m3 indbygget grus/-sandfyld.

Der bør mindst udføres 5 isotopmålinger pr. 500 m3 indbygget grus/-sandfyld.

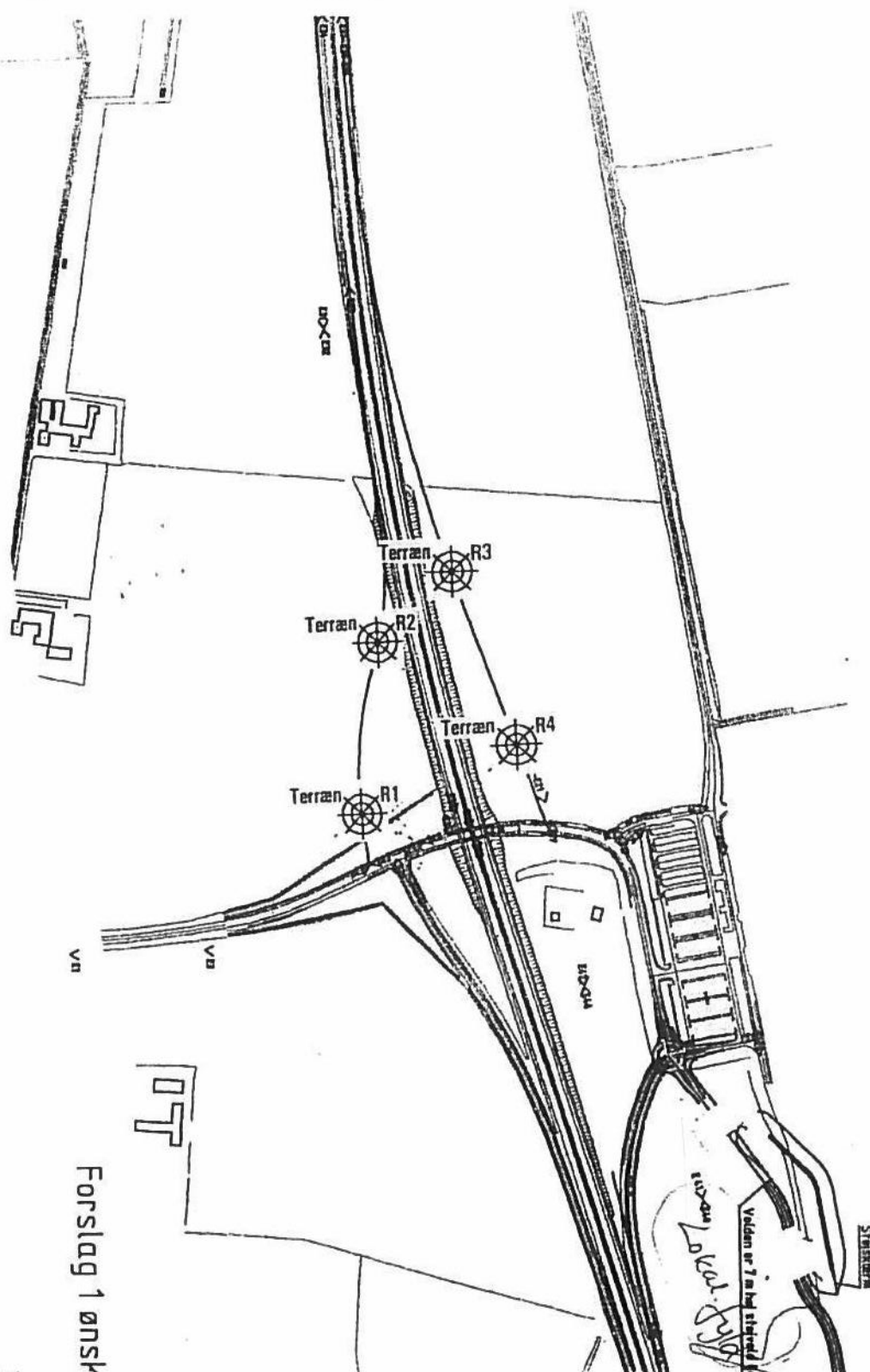
De optagne jordprøver bortkastes, såfremt intet andet aftales, 1 måned fra dags dato. Skulle der være spørgsmål eller uoplyste punkter vil vi fortsat være til rådighed.

Med venlig hilsen
Jysk Geoteknik A/S


Hans Henrik Hansen
Sagsingeniør


Niels Christensen
Kvalitetssikring

Vedlagt:
Bilag 1 Situationsplan
Bilag 2 - 5 Boreprofiler
Bilag 6 Signaturforklaring
Appendiks 1 Vandindholdsbestemmelser

**NOTER:**

Mål: Ikke målfast

Boringerne er afsat som anvist på plan.

Boringerne er ikke indmålt eller nivelleret.

SIGNATURER:

Geoteknisk boring:

Terrænkote: Boring nr.



Sag: 08.3401.02. Til- og frakørselsrampe ved Esbjerg Lufthavn.

Boring: R1 - R4

Boret af: Kim

Dato: 17.04.2008

Udarb. af: KB

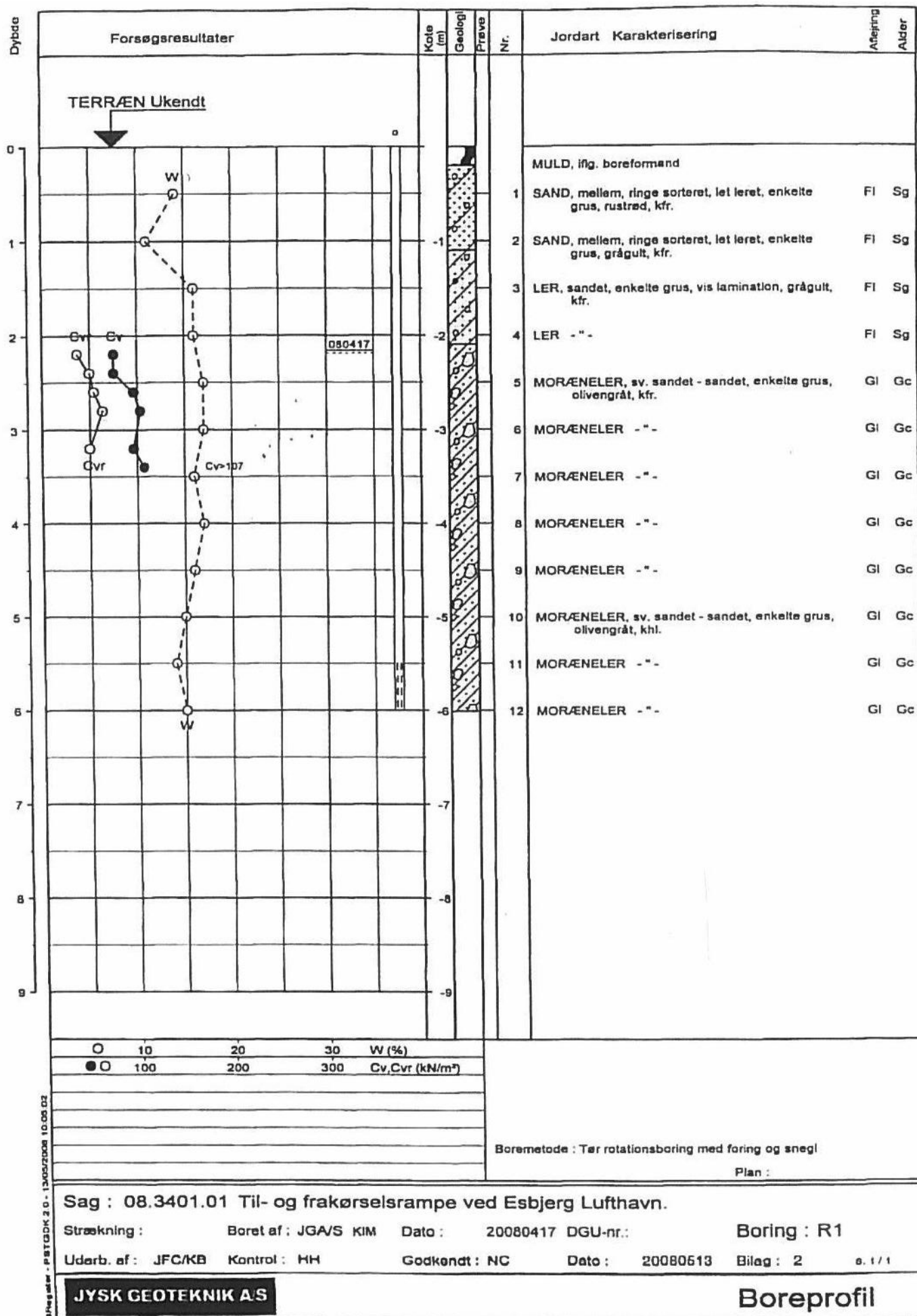
Kontrol: HH

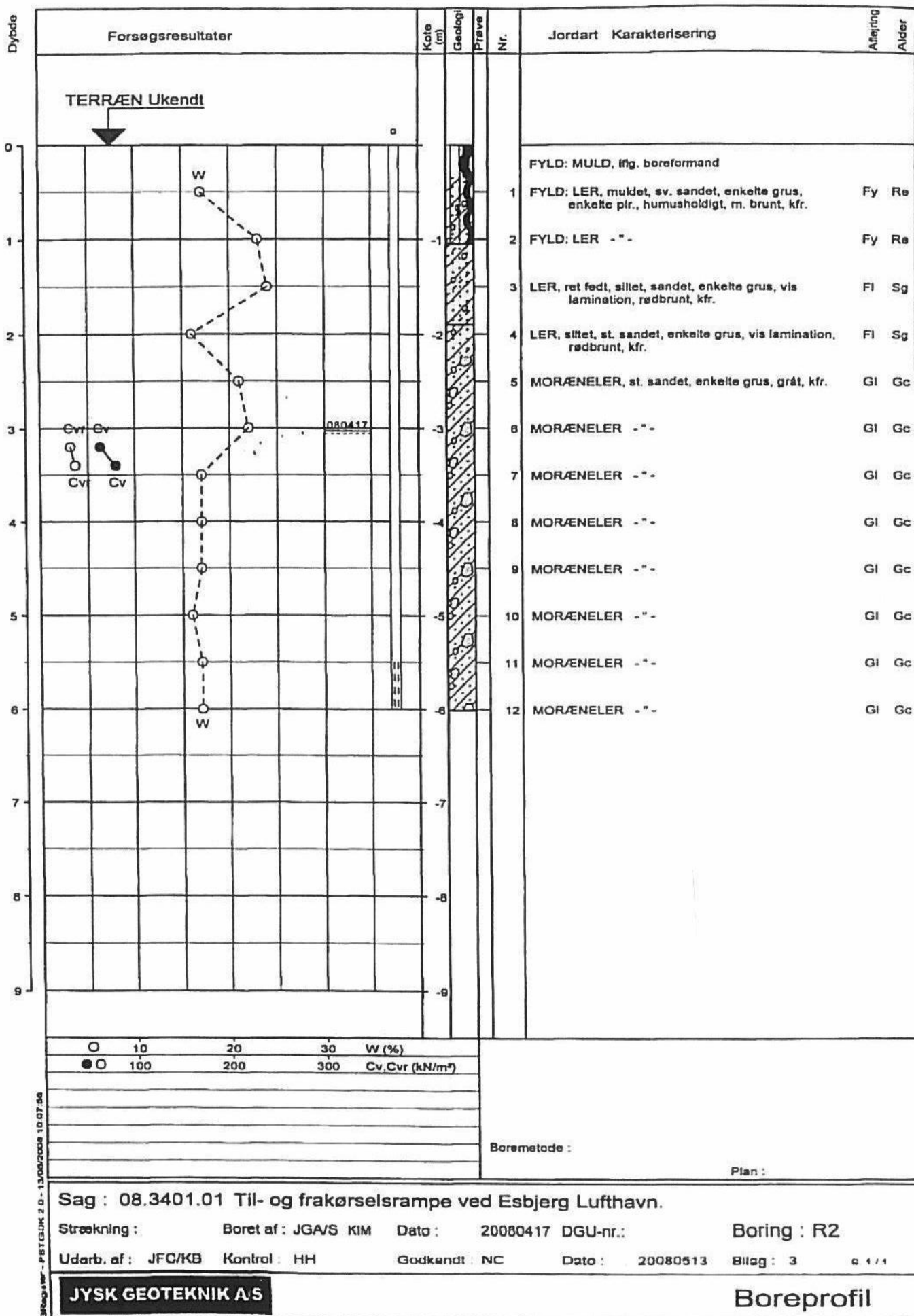
Godkendt: NC

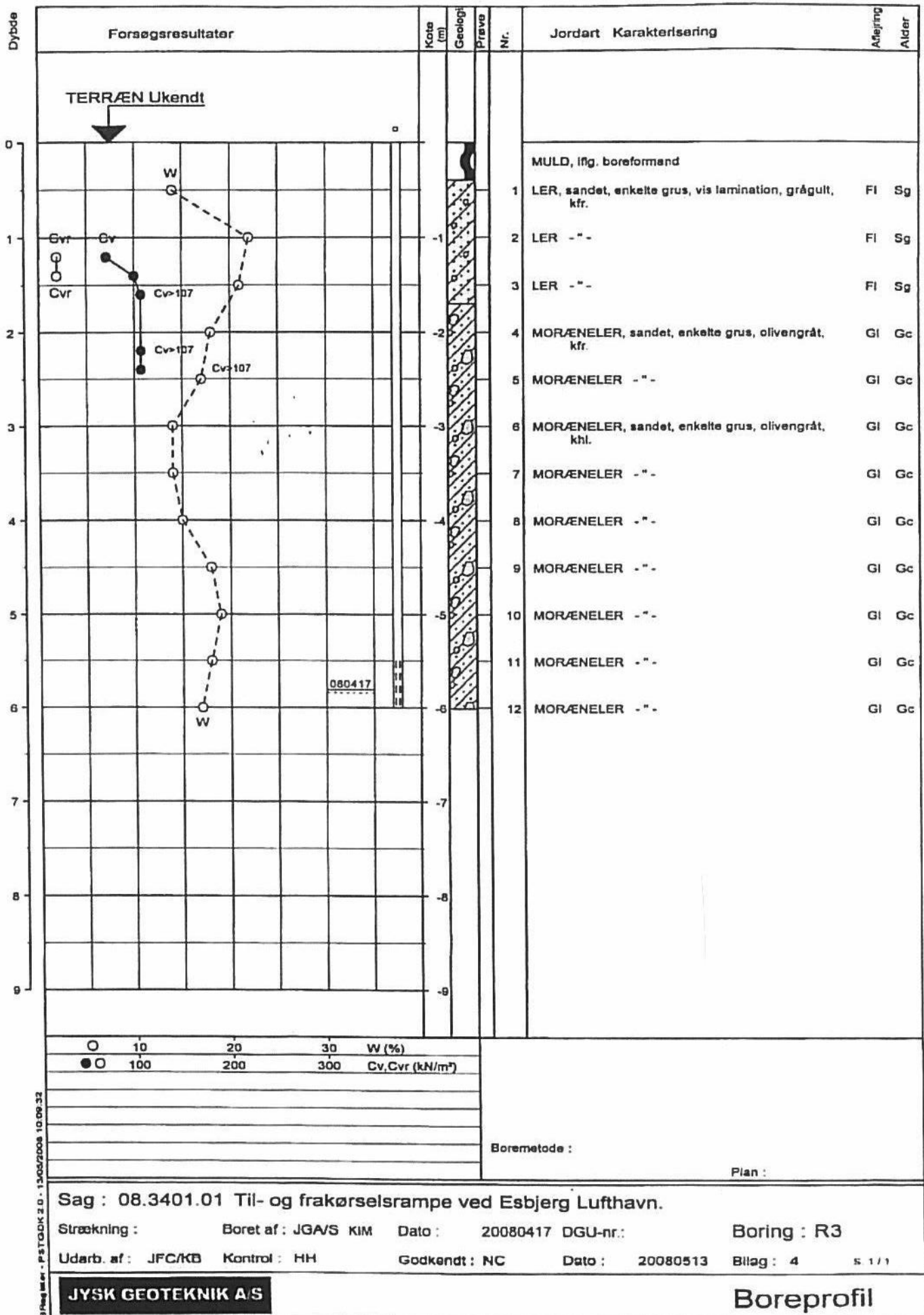
Dato: 13.05.2008

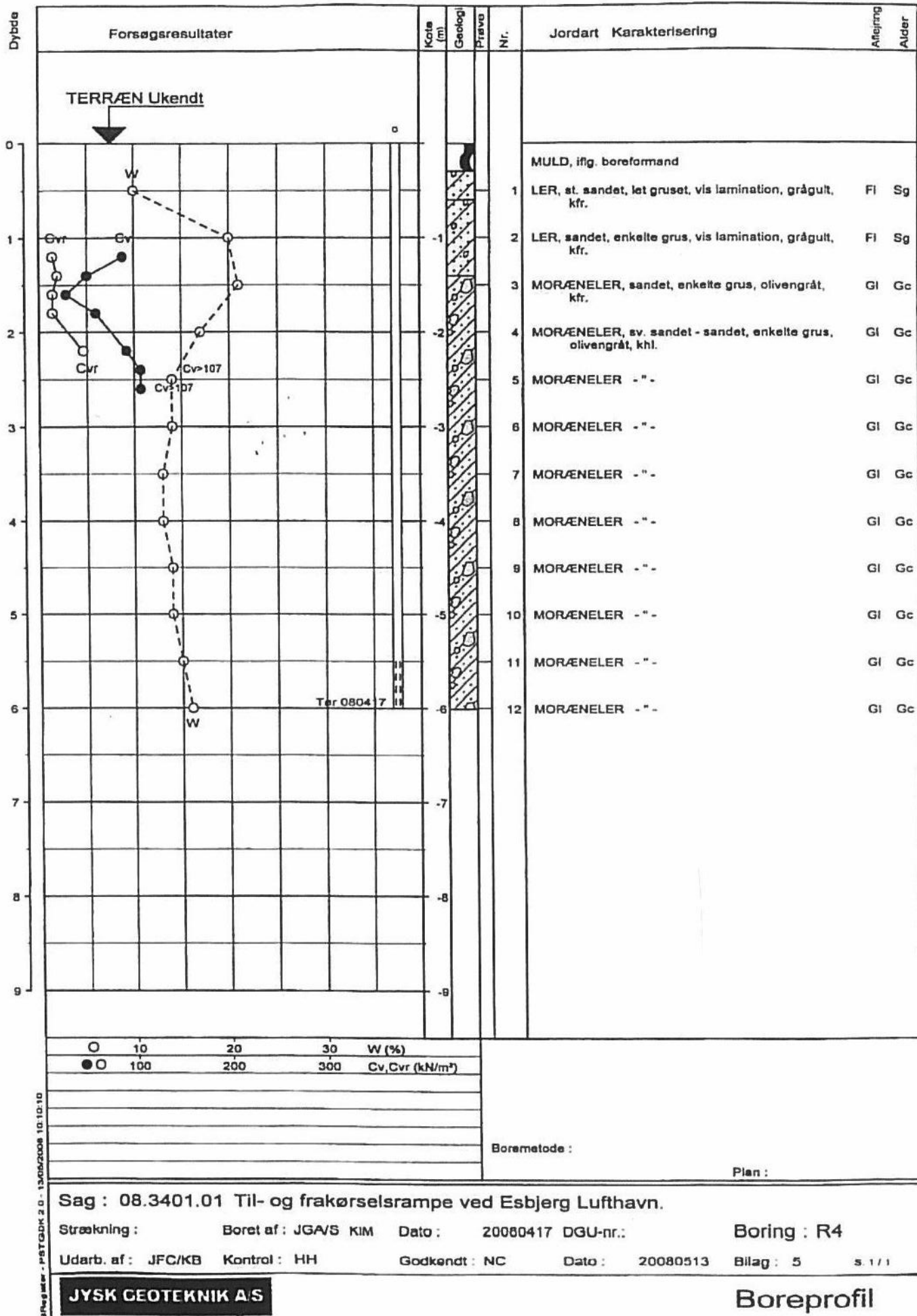
Bilag: 1 Side: 1/1.

JYSK GEOTEKNIK A/SSallingundvej 4
6715 Esbjerg N.Tlf.: 75143022
Fax: 75143023**SITUATIONSPLAN**



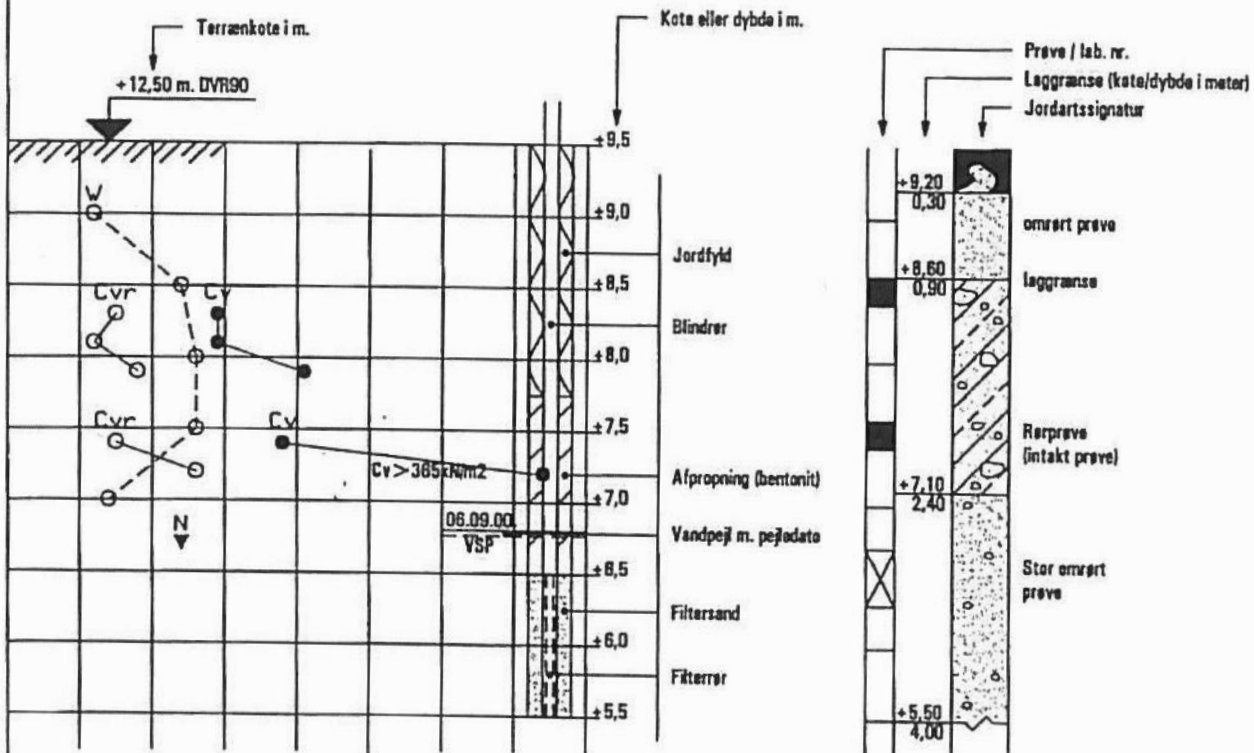
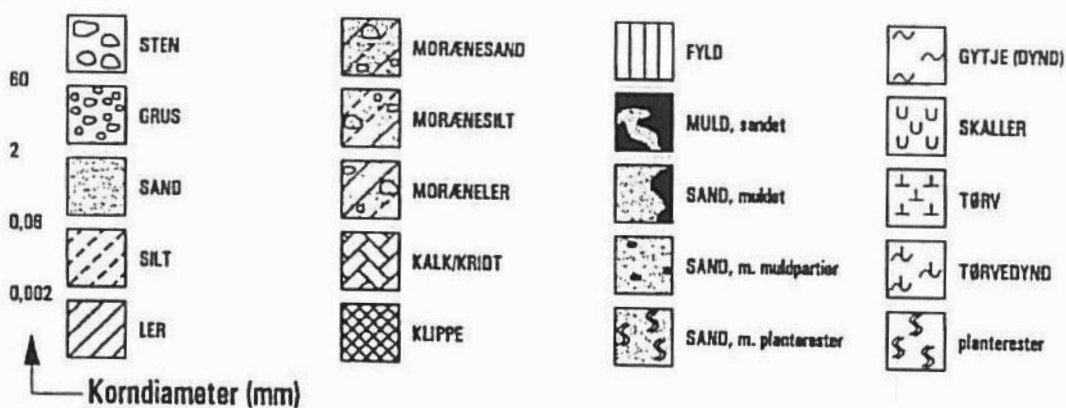
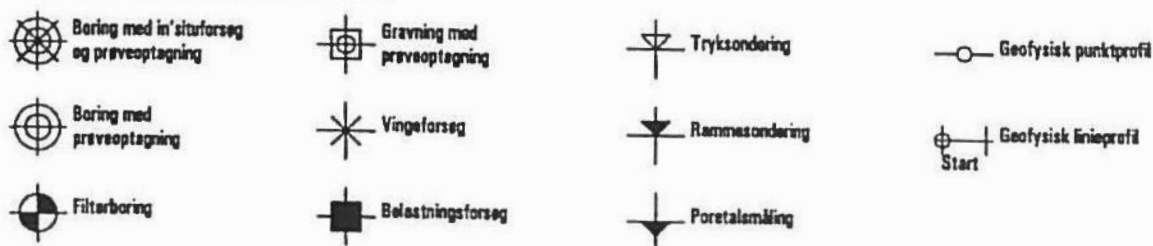






BOREPROFIL

RESULTATER AF MARK- OG LABORATORIEFORSØG

**JORDARTSSIGNATURER****SIGNATURER PÅ SITUATIONSPLAN****SIGNATURFORKLARING OG DEFINITIONER****JYSK GEOTEKNIK A/S**Sallingsundvej 4
8715 Esbjerg N.Tlf.: 75143022
Fax: 75143023**VEND**

GEOLOGISKE FORKORTELSER**DANNELSESMILJØ**

Br Brakvand	Sm Smeltevand
Fe Ferskvand	Vi Vindaflejret
Fl Flydejord	
Gl Gletscher	
Ma Marin	
Ne Nedskyl	
O Overjord	
Sk Skredjord	

ALDER

Kv Kvartær	Te Tertiær	Kt Kridt
Pg Postglacial	Pi Pliocæn	Se Senon
Sg Senglacial	Mi Miocæn	
Al Allerød	Ol Oligocæn	
Gc Glacial	Eo Eocæn	
Ig Interglacial	Pl Palæocæn	
Is Interstadial	Sl Selandien	
	Da Danien	

KORNSTØRRELSE

fint Finkornet	
Mellem Mellemkornet	
Groft Groftkornet	

SORTERINGSGRADER

usort. Usorteret	$U > 7$
ringe sort. Ringe sorteret	$3,5 < U < 7$
sort. Sorteret	$2 < U < 3,5$
velsort. Velsorteret	$U < 2$

HÆRDNINGSGRADER

H1 Uhærdnet	
H2 Svagt Hærdnet	
H3 Hærdnet	
H4 Stærkt hærdnet	
H5 Forkislet	

BIKOMPONENTER

gytjeh. Gytjeholdig(t)	plr. Planterester
kfr. Kalkfri	rodgn. Rodgange
kh. Kalkholdig(t)	rodtr. Rodtrævler
muldstr. Muldstriber	Skalh. Skalholdig(t)
Organiskh. Organiskholdig(t)	tørveh. Tørveholdig(t)

ØVRIGE FORKORTELSER

enk. Enkelte	klp. Klumper	part. Partier	udb. Udblødt
hom. Homogent	m. Med	sl. Slirer/striber	u.t. Under terræn
iflg. Ifølge	misf. Misfarvet	stk. Stykker	vsp. Vandspejl
indh. Indhold	omdan. Omdannet	st. Stærk(t)	veks. Vekslande
inhom. Inhomogent	o.t. Over terræn	sv. Svag(t)	v.f. Vandførende

DEFINITIONER

Vandindhold (%)	w	- Vandvægten i procent af tørstofvægten
Flydegrænse (%)	w_L	- Vandindhold ved flydegrænsen
Plasticitetsgrænse (%)	w_p	- Vandindhold ved plasticitetsgrænsen
Plasticitetsindeks (%)	I_p	- $w_L - w_p$
Rumvægt (kN/m^3)	γ	- Forholdet mellem totalvægten og totalvolumen
Kornrumvægt (kN/m^3)	γ	- Middelværdien af tørstoffets rumvægt
Poretal	e	- Forholdet mellem porevolumen og tørstofvolumen
Løs/ fast lejrings	e_{max}/e_{min}	- Poretallet i løseste/fasteste standardlejrings i laboratoriet
Tæthedsindeks	I_D	- Relativ lejringsstæthed $(e_{max} \cdot e) / (e_{max} \cdot e_{min})$
Reduceret glødetab (%)	gl	- Vægttabet ved langvarig glødning i procent af tørstofvægten (reduceret for eventuelt indhold af $CaCO_3$)
Kalkindhold (%)	ka	- Vægten af $CaCO_3$ i procent af tørstof
Vingestyrke (kN/m^2)	c_v	- Den udrænnede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
Vingestyrke (kN/m^2)	c_{vr}	- Den udrænnede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg efter omværing (10 x 360 grader)
SPT-forsøg	N	- Antal slag pr. 300 mm nedsynkning ved standardpenetrationsforsøg

HENVISNINGER

Fra boreprofiler til bilag med specielle laboratorieforsøg

S Kornkurve	MP Modifieret proctorforsøg	T_1 Simpelt trykforsøg	* Henvi- ning til rapport
SP Standard proctorforsøg	K Konsolideringsforsøg	T_3 Triaksialt trykforsøg	

VANDINDHOLDSBESTEMMELSER

Boring nr. / m.v.t.	Skål nr.	Tara g.	Skål + jord + vand g.	Skål + jord g.	Vand g.	Jord g.	W %
R1 / 0,5	255	4,5	191,3	168,2	23,1	163,7	14
1,0	256	4,5	159,1	143,6	15,5	139,1	11
1,5	257	4,5	223,0	193,3	29,7	188,8	16
2,0	258	4,5	263,4	227,9	35,5	223,4	16
2,5	259	4,5	215,7	185,4	30,3	180,9	17
3,0	260	4,5	198,7	170,9	27,8	166,4	17
3,5	261	4,5	203,4	175,9	27,5	171,4	16
4,0	262	4,5	221,1	190,2	30,9	185,7	17
4,5	263	4,5	280,2	243,1	37,1	238,6	16
5,0	264	4,5	205,1	178,9	26,2	174,4	15
5,5	265	4,5	248,8	217,9	30,9	213,4	14
6,0	266	4,5	221,5	193,4	28,1	188,9	15
R2 / 0,5	267	4,5	142,1	121,9	20,2	117,4	17
1,0	268	4,5	182,1	149,2	32,9	144,7	23
1,5	269	4,5	178,3	144,4	33,9	139,9	24
2,0	270	4,5	187,1	161,3	25,8	156,8	16
2,5	271	4,5	200,7	167,1	33,6	162,6	21
3,0	272	4,5	224,7	185,2	39,5	180,7	22
3,5	137	4,5	247,6	212,2	35,4	207,7	17
4,0	138	4,5	223,6	192,5	31,1	188	17
4,5	139	4,5	192,2	165,5	26,7	161	17
5,0	140	4,5	269,7	233,3	36,4	228,8	16
5,5	141	4,5	268,4	230,7	37,7	226,2	17
6,0	142	4,5	193,1	166,3	26,8	161,8	17
R3 / 0,5	143	4,5	204,9	180,9	24	176,4	14
1,0	144	4,5	238,0	196,2	41,8	191,7	22
1,5	145	4,5	205,2	170,2	35	165,7	21
2,0	146	4,5	148,7	126,9	21,8	122,4	18
2,5	147	4,5	229,6	196,2	33,4	191,7	17
3,0	148	4,5	203,1	178,4	24,7	173,9	14
3,5	149	4,5	193,3	169,4	23,9	164,9	14
4,0	150	4,5	213,5	186,2	27,3	181,7	15
4,5	151	4,5	271,7	231,6	40,1	227,1	18
5,0	152	4,5	209,6	177,3	32,3	172,8	19
5,5	153	4,5	231,2	196,8	34,4	192,3	18
6,0	154	4,5	184,1	158,0	26,1	153,5	17

Sag:	08.3401.01. Til- og frakørselsramper ved Esbjerg Lufthavn.
Dato:	13. maj 2008
Appendiks nr.:	1 – Side 1/2.

VANDINDHOLDSBESTEMMELSER

Boring nr. / m.v.t.	Skål nr.	Tara g.	Skål + jord + vand g.	Skål + jord g.	Vand g.	Jord g.	W %
R4 / 0,5		4,5	171,9	156,5	15,4	152	10
1,0		4,5	189,1	158,3	30,8	153,8	20
1,5		4,5	186,5	154,8	31,7	150,3	21
2,0		4,5	226,7	195,2	31,5	190,7	17
2,5		4,5	191,5	168,8	22,7	164,3	14
3,0		4,5	212,6	186,7	25,9	182,2	14
3,5		4,5	188,2	166,9	21,3	162,4	13
4,0		4,5	206,7	183,7	23	179,2	13
4,5		4,5	190,1	167,3	22,8	162,8	14
5,0		4,5	214,9	189,1	25,8	184,6	14
5,5		4,5	257,2	223,5	33,7	219	15
6,0		4,5	209,4	181,6	27,8	177,1	16

Sag:	08.3401.01. Til- og frakørselsramper ved Esbjerg Lufthavn.
Dato:	13. maj 2008
Appendiks nr.:	1 - Side 2/2.

Bilag 4 - Materialeparametre for asfaltlagene og de øvrige lag

I dette bilag er materialeparametrene for asfaltlaget og de øvrige lag vist.

På Tabel 7 ses de enkelte materialer der benyttes til vejen, samt E-modulerne for disse og intervallet for lagtykkelserne.

Materiale	Bitumen	E-modul [MPa]		Interval for lagtykkelse
		Dybde under vejoeverfladen indtil 100 mm	Dybde under vejoeverfladen over 100 mm	
AB	160/220	1000	-	20/55
GAB 0	70/100	2000	3000	35/70
GAB I	70/100	2000	3000	50/100
SG II	-	300	-	150/-
BL II	-	100	-	200/-

Tabel 7: Materialeparametrene for asfaltlagene og de øvrige lag.^[5]

E-modulet for asfaltlaget reduceres ved hastigheder under 60 km/t, grundet asfaltens visko-elastiske karakter^[5]. Ved 30 km/t er reduktionsfaktoren 0,8. E-modulet for asfaltlaget fastsættes herunder.

$$E_{asfalt} = \left(\frac{25mm}{145mm} \cdot 1000MPa + \frac{50mm}{145mm} \cdot 2000MPa + \frac{70mm}{145mm} \cdot 2000MPa \right) \cdot 0,8 = \underline{1.462} \text{ MPa}$$

Bilag 5 – Dimensionering af vejbefæstelsen ved den analytisk/empiriske metode

5.1 Beregning af de tilladte vandrette tøjninger og trykspændinger

Til bestemmelse af tilladte påvirkninger i asfaltlaget anvendes vandrette tøjninger. De tilladte vandrette tøjninger i asfaltens underside afhænger af den dimensionsgivende trafikbelastning i dimensioneringsperioden og asfaltens bitumenindhold, der for danske asfaltmaterialer er fastsat til 10 %.^[6] Den tilladte påvirkning i asfaltlaget bestemmes herunder.

$$\begin{aligned}\varepsilon_{r,till} &= 195 \cdot \left(\frac{N_{\text{Æ}10}}{10^6}\right)^{-0,178} \\ &\Downarrow \\ \varepsilon_{r,till} &= 195 \cdot \left(\frac{29.255}{10^6}\right)^{-0,178} \\ &\Downarrow \\ \varepsilon_{r,till} &= \underline{\underline{365,627 \mu\text{m}/\text{m}}}\end{aligned}$$

hvor

$\varepsilon_{r,till}$ er den tilladelige, vandrette tøjning.

$N_{\text{Æ}10}$ er dimensionsgivende trafikbelastning i ækvivalente akseltryk.

5.2 Beregning af de tilladte trykspændinger

Ved de resterende lag skal den tilladelige trykspænding $\sigma_{h_e,till}$ i undersiden af de enkelte lag findes.

$$\begin{aligned}\sigma_{h_e,till} &= 0,086 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{E_2}{160 \text{ MPa}}\right)^{1,06} \cdot \left(\frac{N_{\text{Æ}10}}{10^6}\right)^{-0,25} \\ \sigma_{h_{e,2},till} &= 0,086 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{300 \text{ MPa}}{160 \text{ MPa}}\right)^{1,06} \cdot \left(\frac{29.255}{10^6}\right)^{-0,25} = \underline{\underline{0,405 \text{ MPa}}} \\ \sigma_{h_{e,3},till} &= 0,086 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{100}{160 \text{ MPa}}\right)^{1,06} \cdot \left(\frac{29.255}{10^6}\right)^{-0,25} = \underline{\underline{0,126 \text{ MPa}}} \\ \sigma_{h_{e,4},till} &= 0,086 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{20}{160 \text{ MPa}}\right)^{1,06} \cdot \left(\frac{29.255}{10^6}\right)^{-0,25} = \underline{\underline{0,023 \text{ MPa}}}\end{aligned}$$

5.3 Bestemmelse af kritiske påvirkninger i asfaltlaget

Ved asfaltlaget findes den vandrette tøjning i asfaltens underside ved, at finde den lodrette tøjning. Denne beregning indebærer en ækvivalent tykkelse af asfaltlaget med stabilgruslaget nedenunder. Før den ækvivalente tykkelse bestemmes, skal en middelværdien for E-modulet af GAB I laget findes. Dette gøres idet laget ligger dybere end 100 mm i forhold til vejoverfladen.

$$E_1 = \frac{[(0,1m) \cdot \sqrt[3]{E_\emptyset} + (h_1 - 0,1m) \cdot \sqrt[3]{E_n}]^3}{h_1^3}$$

hvor

$E_\emptyset$ er E-modulet af de øverste 100 mm asfalt, se Bilag 4

E_n er E-modulet af de nederste $(h_1 - 100)$ mm asfalt, se Bilag 4

h_1 er den skønnede lagtykkelse af asfaltlaget, der er skønnet til 140 mm

$$E_1 = \frac{[(0,1m) \cdot \sqrt[3]{1462MPa} + (0,140m - 0,1m) \cdot \sqrt[3]{3000MPa}]^3}{(0,140m)^3}$$

$$\Downarrow$$

$$E_1 = 1828 MPa$$

Den ækvivalente tykkelse $h_{e,1}$ bestemmes.

$$h_{e,1} = h_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}}$$

$$\Downarrow$$

$$h_{e,1} = 0,140m \cdot \sqrt[3]{\frac{1828 MPa}{300 MPa}}$$

$$\Downarrow$$

$$h_{e,1} = 0,256 m$$

Når denne tykkelse er bestemt, kan den lodrette tøjning findes.

$$\varepsilon_{he,1} = \frac{(1 - \nu) \cdot \sigma_0}{E_2} \cdot \left(\frac{h_{e,1}/a}{(1 + (h_{e,1}/a)^2)^{3/2}} - (1 - 2\nu) \left(\frac{h_{e,1}/a}{(1 + (h_{e,1}/a)^2)^{1/2}} - 1 \right) \right)$$

$$\Downarrow$$

$$\varepsilon_{he,1} = \frac{(1 - 0,35) \cdot 0,9 MPa}{300 MPa} \cdot \left(\frac{0,256 m/0,156m}{(1 + (0,256m/0,156m)^2)^{3/2}} - (1 - 2 \cdot 0,35) \left(\frac{0,256m/0,156m}{(1 + (0,256m/0,156m)^2)^{1/2}} - 1 \right) \right)$$

↓

$$\varepsilon_{he,1} = 538,023 \mu m/m$$

hvor

$\varepsilon_{he,1}$ er lodrette tøjning i dybden $h_{e,1}$

$h_{e,1}$ er den ækvivalente tykkelse af asfaltlaget

ν er Poisson's forhold, der normalt regnes til 0,35

σ_0 er trykspændingen i dybden 0

E_2 er E – modulet af materialet umiddelbart under asfaltlaget

a er belastningsfladens radius

For at finde den vandrette tøjning, skal den lodrette trykspænding i dybden $h_{e,1}$ beregnes.

$$\begin{aligned} \sigma_{he,1} &= \sigma_0 \left[1 - \left[\left(\frac{a}{h_{e,1}} \right)^2 \right]^{-\frac{3}{2}} \right] \\ &\downarrow \\ \sigma_{he,1} &= 0,9 \text{ MPa} \cdot \left[1 - \left[\left(\frac{0,156 \text{ m}}{0,140 \text{ m}} \right)^2 \right]^{-\frac{3}{2}} \right] \\ &\downarrow \\ \sigma_{he,1} &= \underline{0,341 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

Herefter udregnes den vandrette tøjning.

$$\begin{aligned} \varepsilon_r &= \frac{\frac{(1-\nu)}{2\nu} (\sigma_{he,1} - E_2 \cdot \varepsilon_{he,1}) - \nu \cdot \sigma_{he,1}}{E_2} \\ &\downarrow \\ \varepsilon_{r,kritisk} &= \frac{\frac{(1-0,35)}{2 \cdot 0,35} (0,341 - 300 \text{ MPa} \cdot 538,023) - 0,35 \cdot 0,341 \text{ MPa}}{300 \text{ MPa}} \\ &\downarrow \\ \varepsilon_{r,kritisk} &= \underline{157,469 \mu m/m} \end{aligned}$$

Det ses at den optrædende kritiske, vandrette tøjning er mindre end den tilladte, vandrette tøjning i asfaltens underside.

$$\varepsilon_{r,kritisk} = 157,469 \mu m/m < \varepsilon_{r,till} = 365,627 \mu m/m$$

5.4 Bestemmelse af kritiske påvirkninger i ubundne lag

Den kritiske trykspænding på stabilgruslaget $\sigma_{h,1}$ blev fundet i beregningen af den kritiske tøjning i asfaltens underside i foregående afsnit. Det ses at den optrædende kritiske trykspænding er mindre end den tilladte trykspænding.

$$\sigma_{r,kritisk} = 0,341 \text{ MPa} < \sigma_{r,till} = 0,405 \text{ MPa}$$

Når tykkelsen af asfaltlagets underside er fundet, kan tykkelsen findes på bundsikringslaget. Herefter kan den kritiske trykspænding på bundsikringslaget $\sigma_{h_1+h_2}$ findes. Tykkelsen af bundsikringslaget er gættet til 160 mm. Den ækvivalente tykkelse kan findes.

$$h_{e,2} = (h_{e,1} + h_2) \cdot \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_3}}$$

↓

$$h_{e,2} = (0,256 \text{ m} + 0,160 \text{ m}) \cdot \sqrt[3]{\frac{300 \text{ MPa}}{100 \text{ MPa}}}$$

↓

$$h_{e,2} = 0,6 \text{ m}$$

Herefter udregnes den kritiske trykspænding.

$$\sigma_{h_1+h_2} = \sigma_0 \cdot \left[1 - \left(1 + \left(\frac{a}{0,8 \cdot h_{e,2}} \right)^2 \right)^{-3/2} \right]$$

↓

$$\sigma_{h_1+h_2} = 0,9 \text{ MPa} \cdot \left[1 - \left(1 + \left(\frac{0,156 \text{ m}}{0,8 \cdot 0,6 \text{ MPa}} \right)^2 \right)^{-3/2} \right]$$

↓

$$\sigma_{h_1+h_2} = \underline{0,126 \text{ MPa}}$$

Det ses at den optrædende kritiske trykspænding er lig med den tilladte trykspænding på bærelaget.

$$\sigma_{h_1+h_2} = 0,126 \text{ MPa} = \sigma_{r,till} = 0,126 \text{ MPa}$$

Da tykkelsen af stabilgruslaget er fundet, kan tykkelsen på bærelaget findes. Tykkelsen af bærelaget sættes til 280 mm. Den ækvivalente tykkelse findes.

$$h_{e,3} = (h_{e,2} + h_3) \cdot \sqrt[3]{\frac{E_3}{E_4}}$$

↓

$$h_{e,3} = (0,60 \text{ m} + 0,280 \text{ mm}) \cdot \sqrt[3]{\frac{100 \text{ MPa}}{20 \text{ MPa}}}$$

↓

$$h_{e,3} = 1,504 \text{ m}$$

Herefter udregnes den kritiske trykspænding:

$$\sigma_{h_1+h_2+h_3} = \sigma_0 \cdot \left[1 - \left(1 + \left(\frac{a}{0,8 \cdot h_{e,3}} \right)^2 \right)^{-3/2} \right]$$

↓

$$\sigma_{h_1+h_2+h_3} = 0,9 \text{ MPa} \cdot \left[1 - \left(1 + \left(\frac{0,156 \text{ m}}{0,8 \cdot 1,504 \text{ m}} \right)^2 \right)^{-3/2} \right]$$

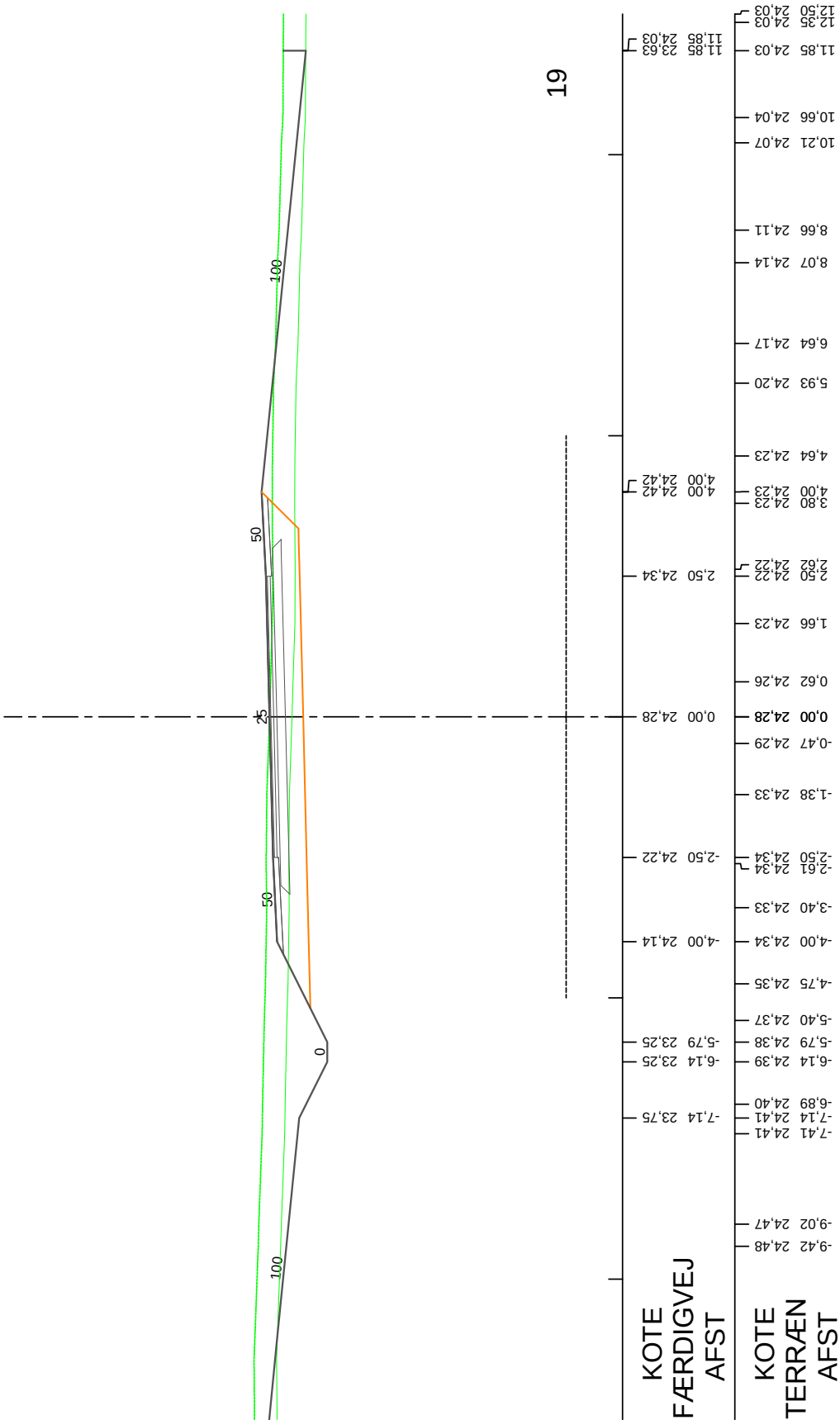
↓

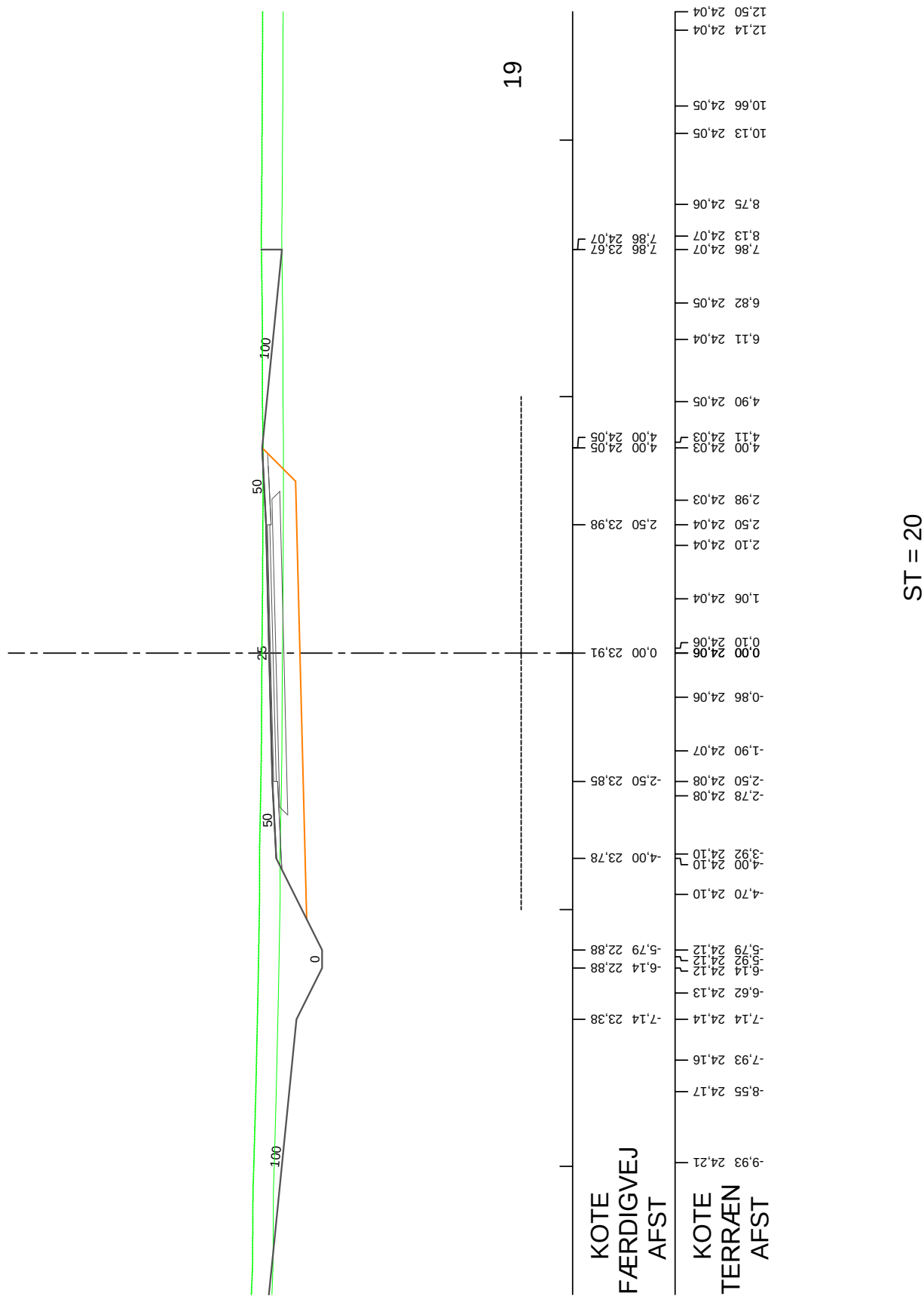
$$\sigma_{h_1+h_2+h_3} = \underline{\underline{0,022}}$$

Det ses at den optrædende kritiske trykspænding er mindre end den tilladte trykspænding på underbunden.

$$\sigma_{h_1+h_2+h_3} = 0,022 \text{ MPa} < \sigma_{r,till} = 0,023 \text{ MPa}$$

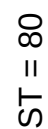
Bilag 6 - Vejens tværsnit

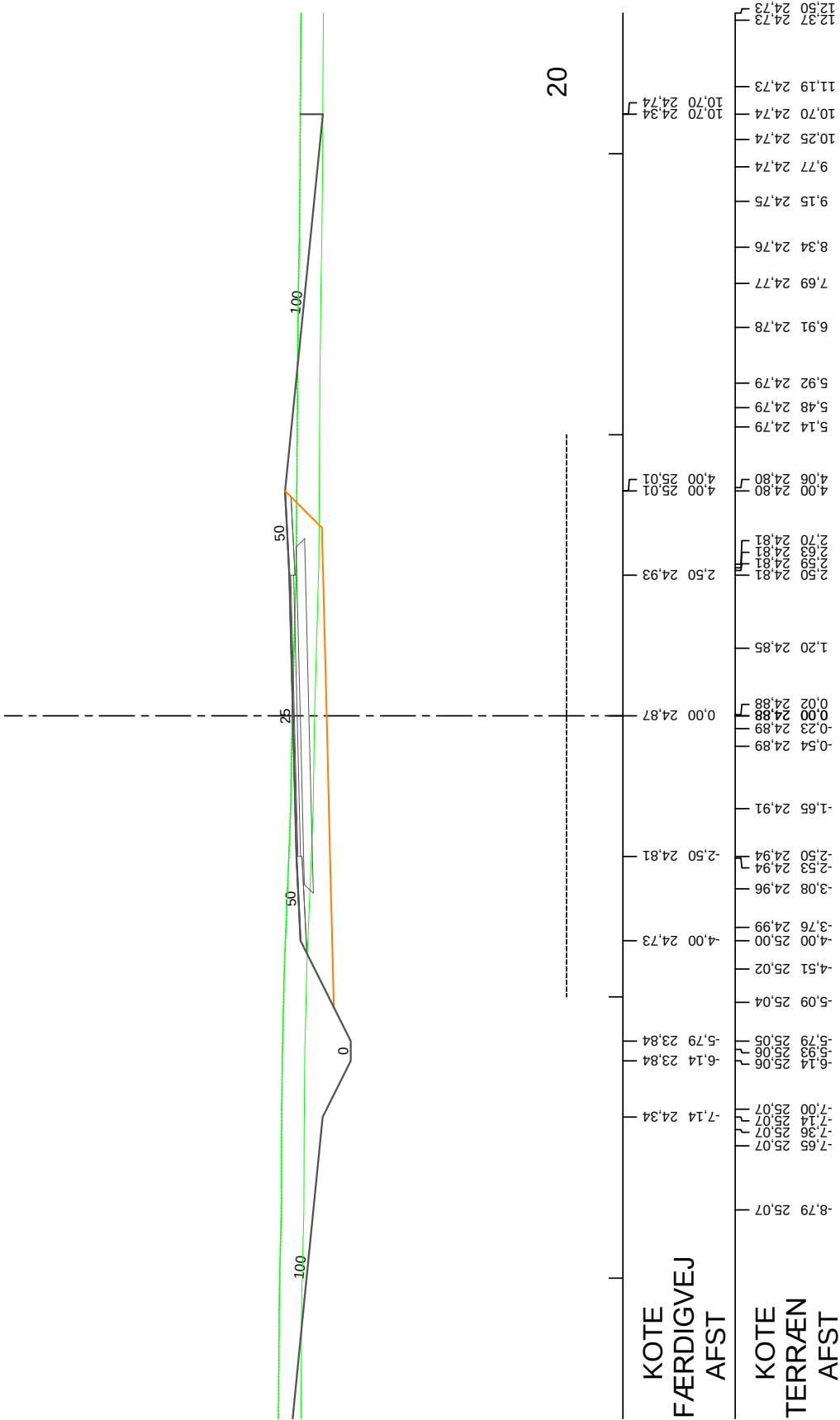


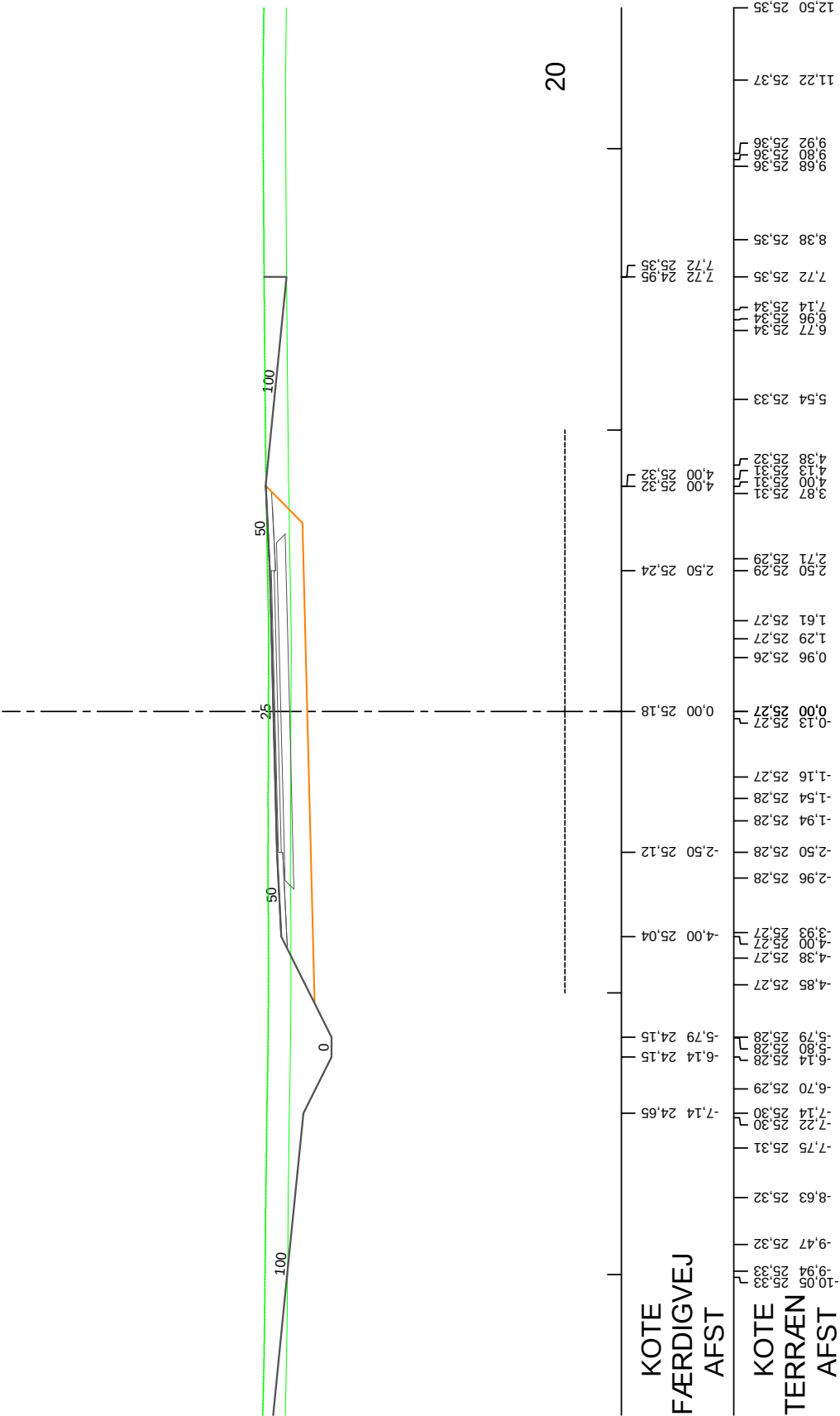


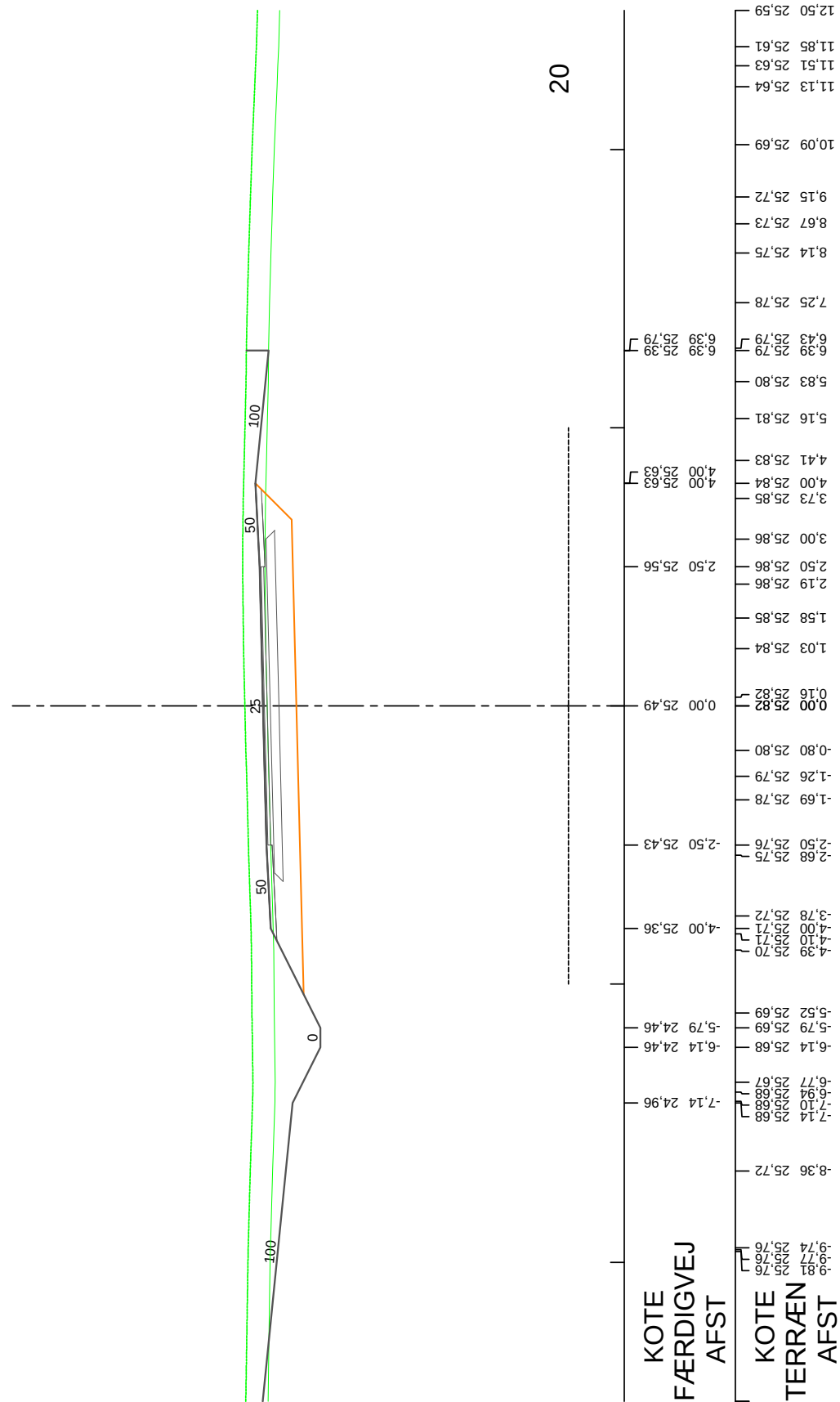


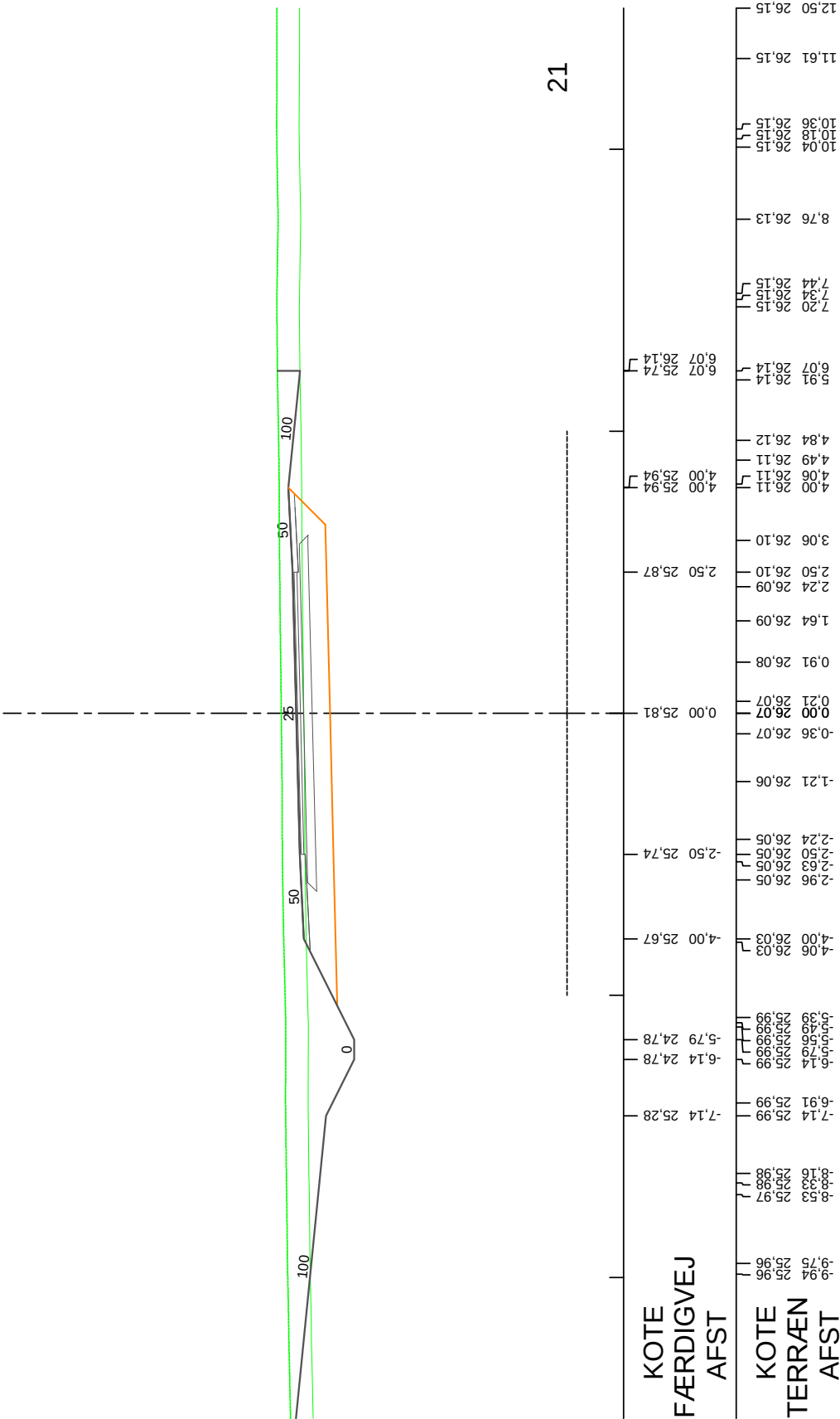


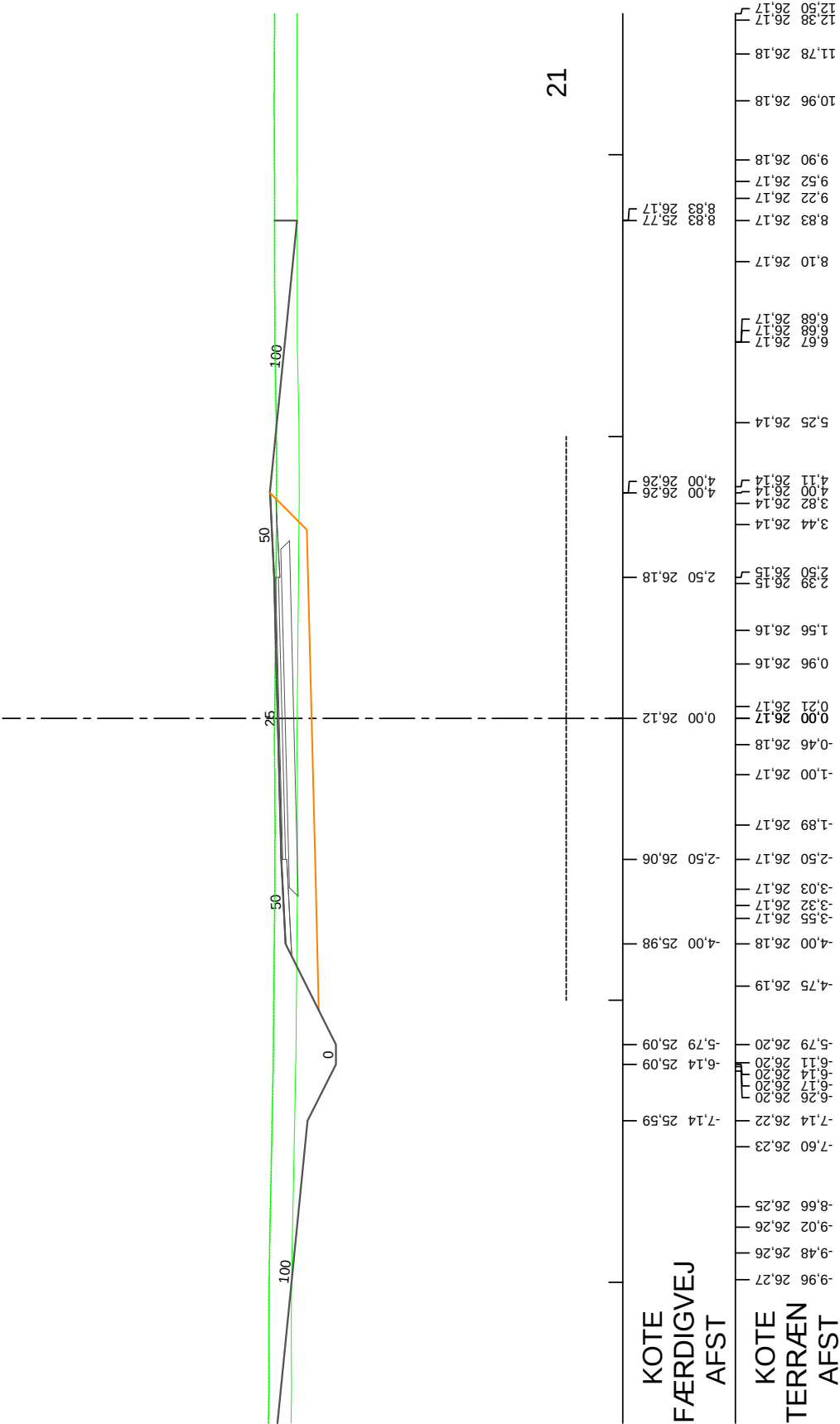


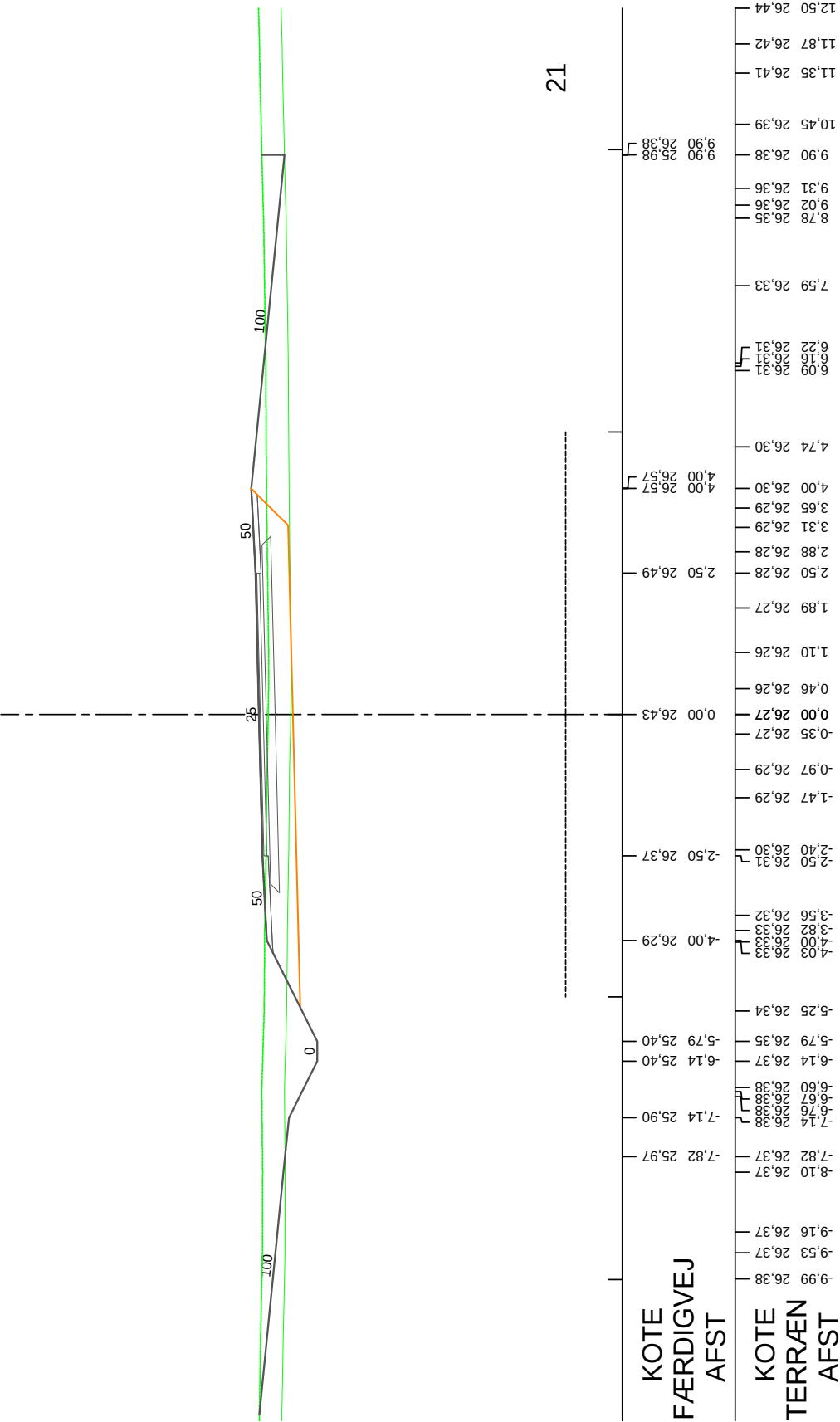


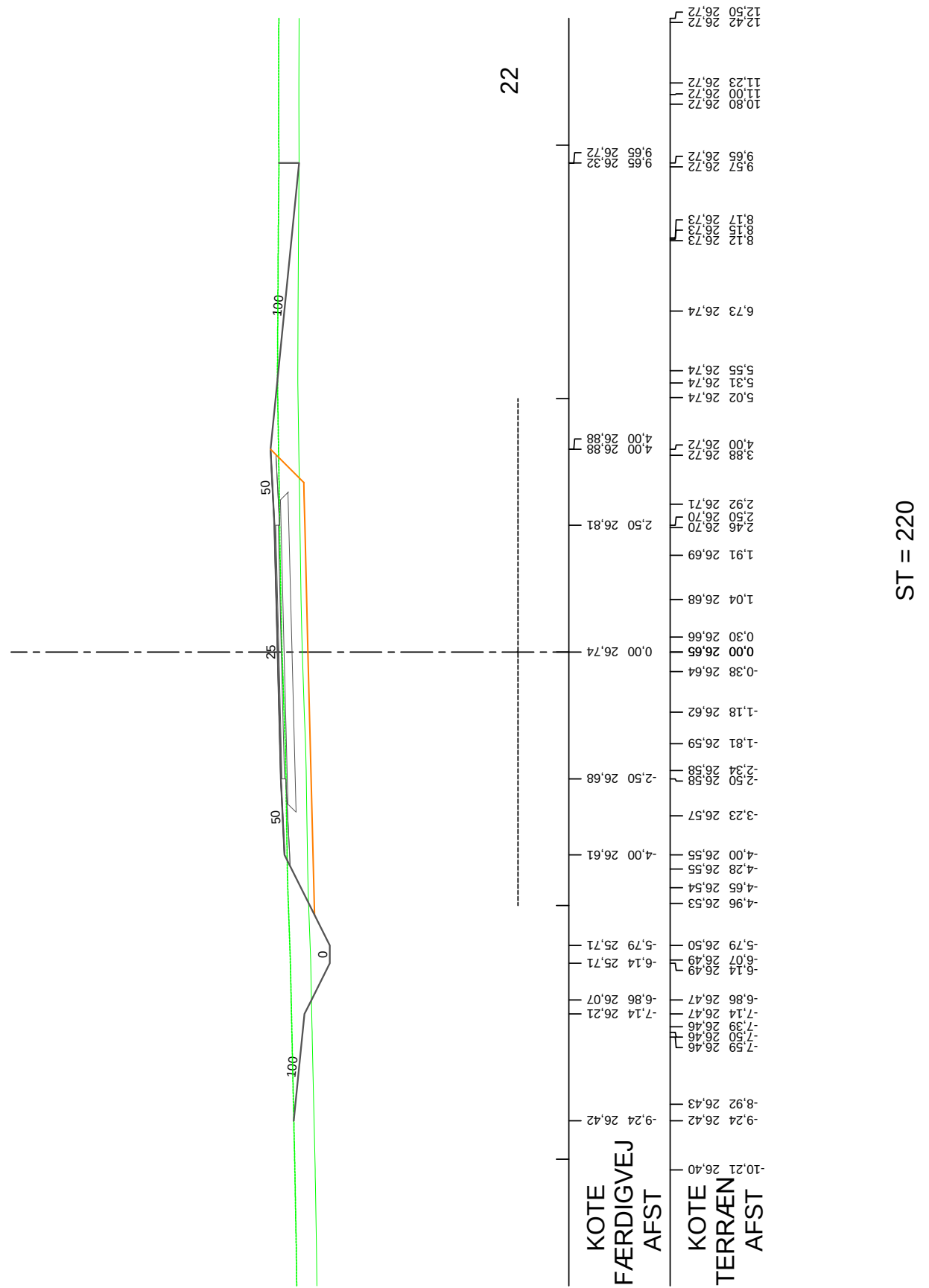


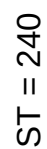


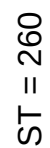




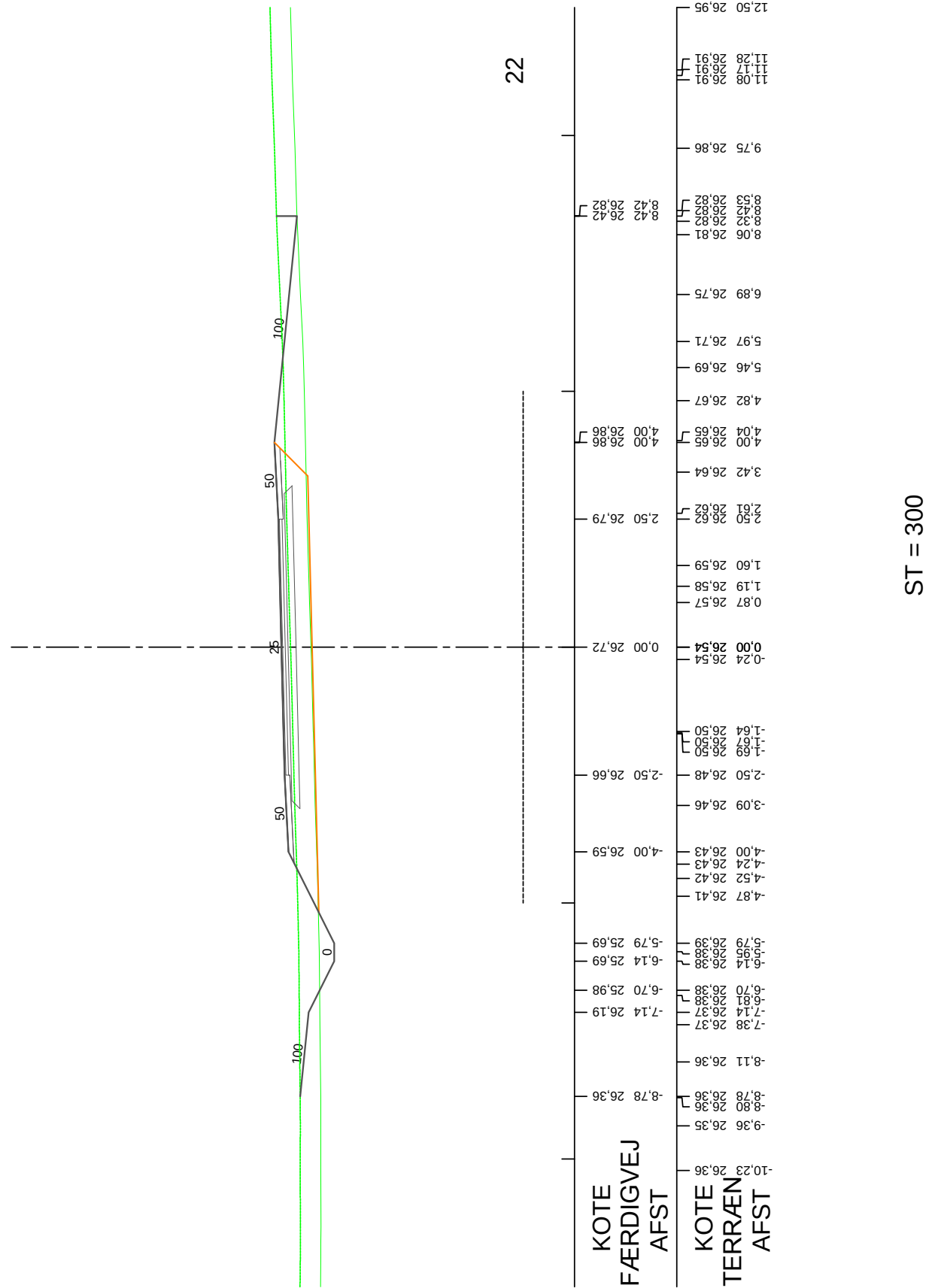


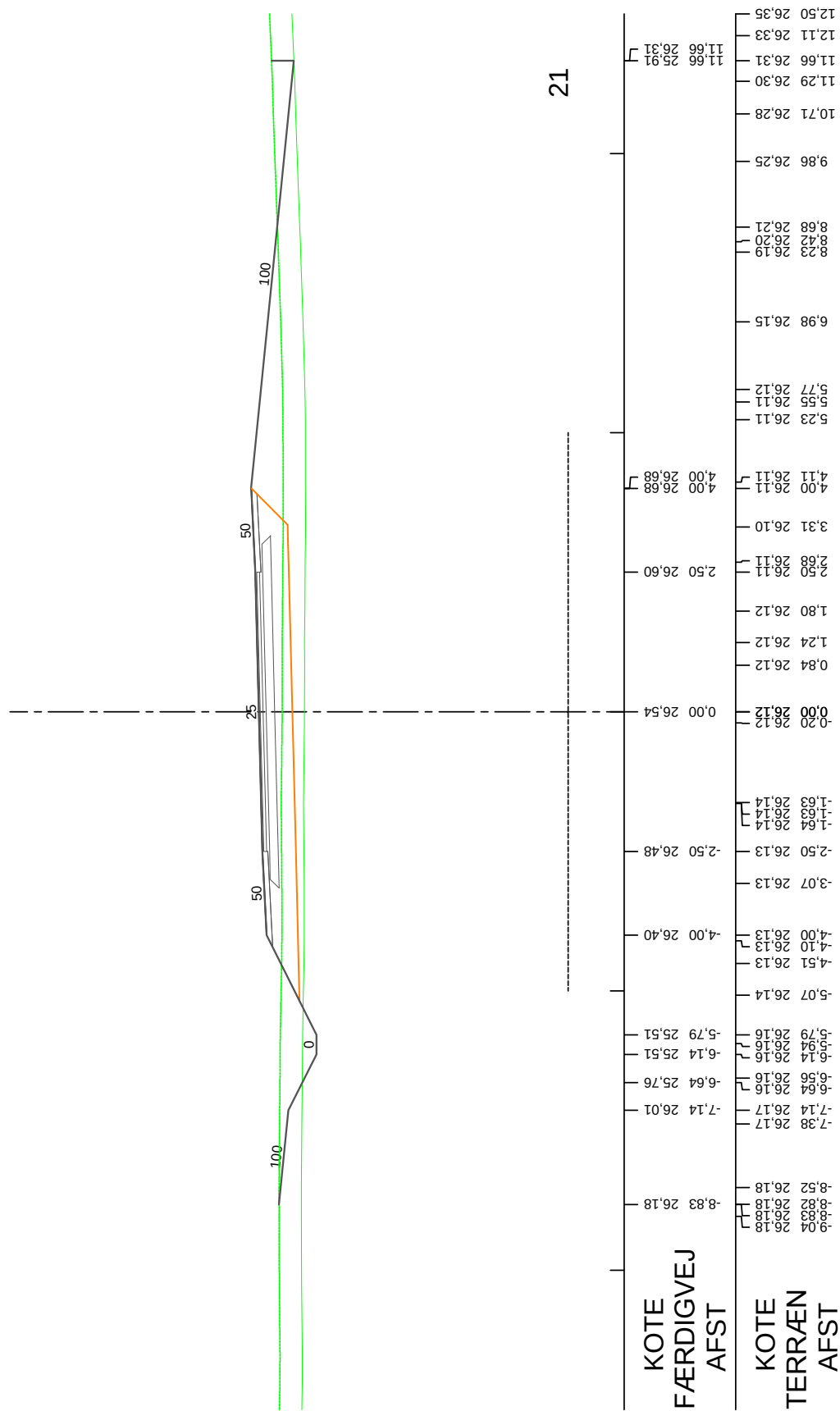




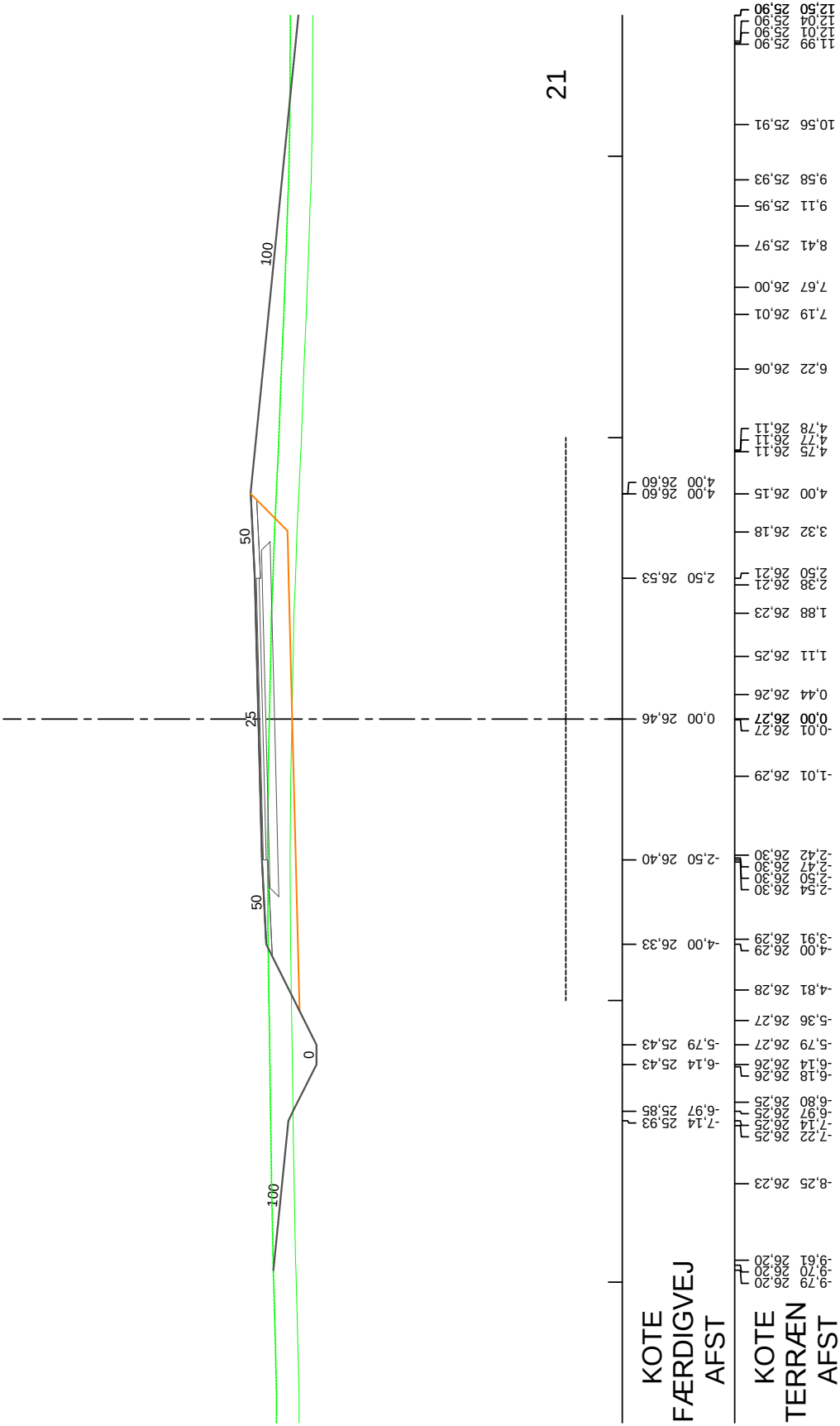


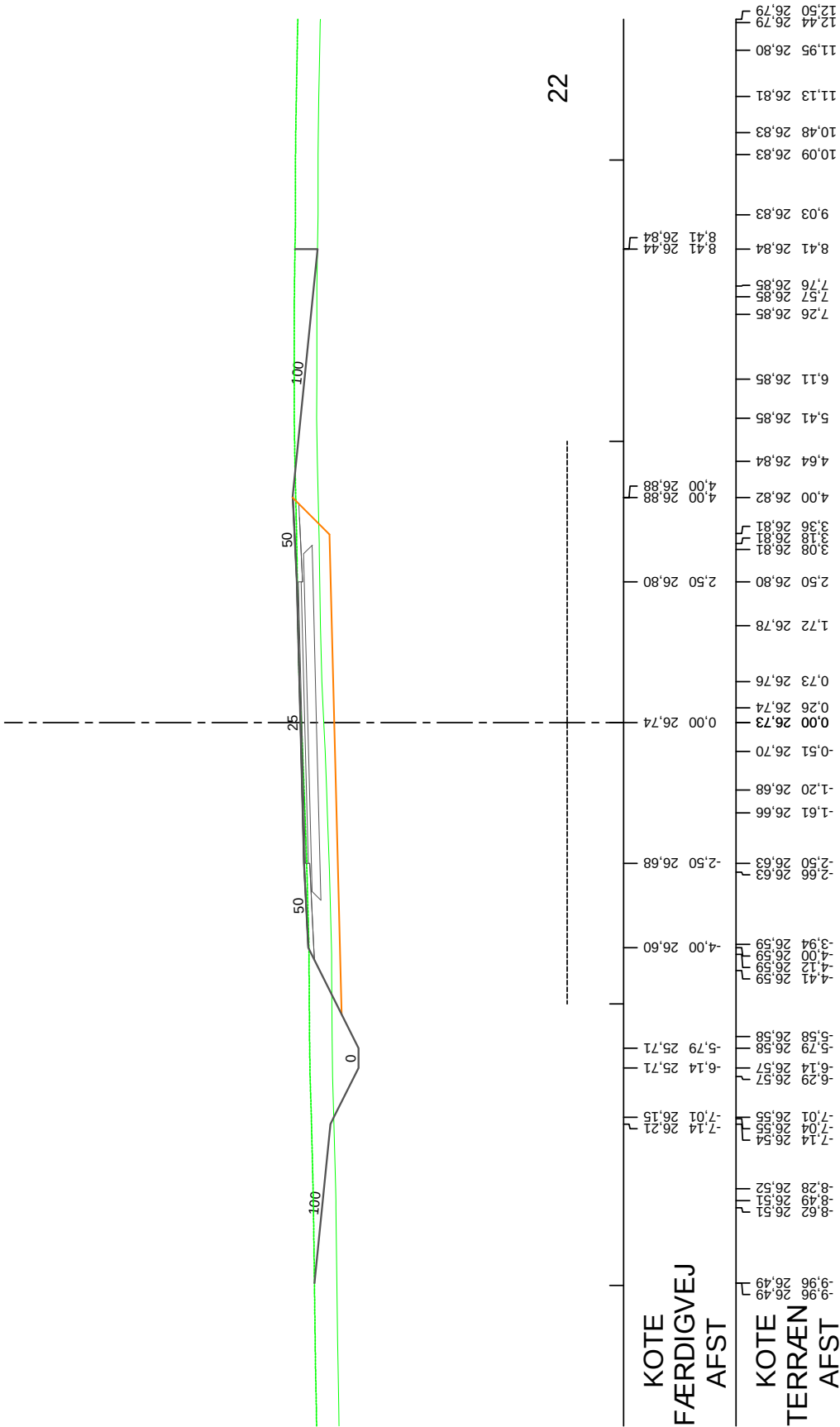


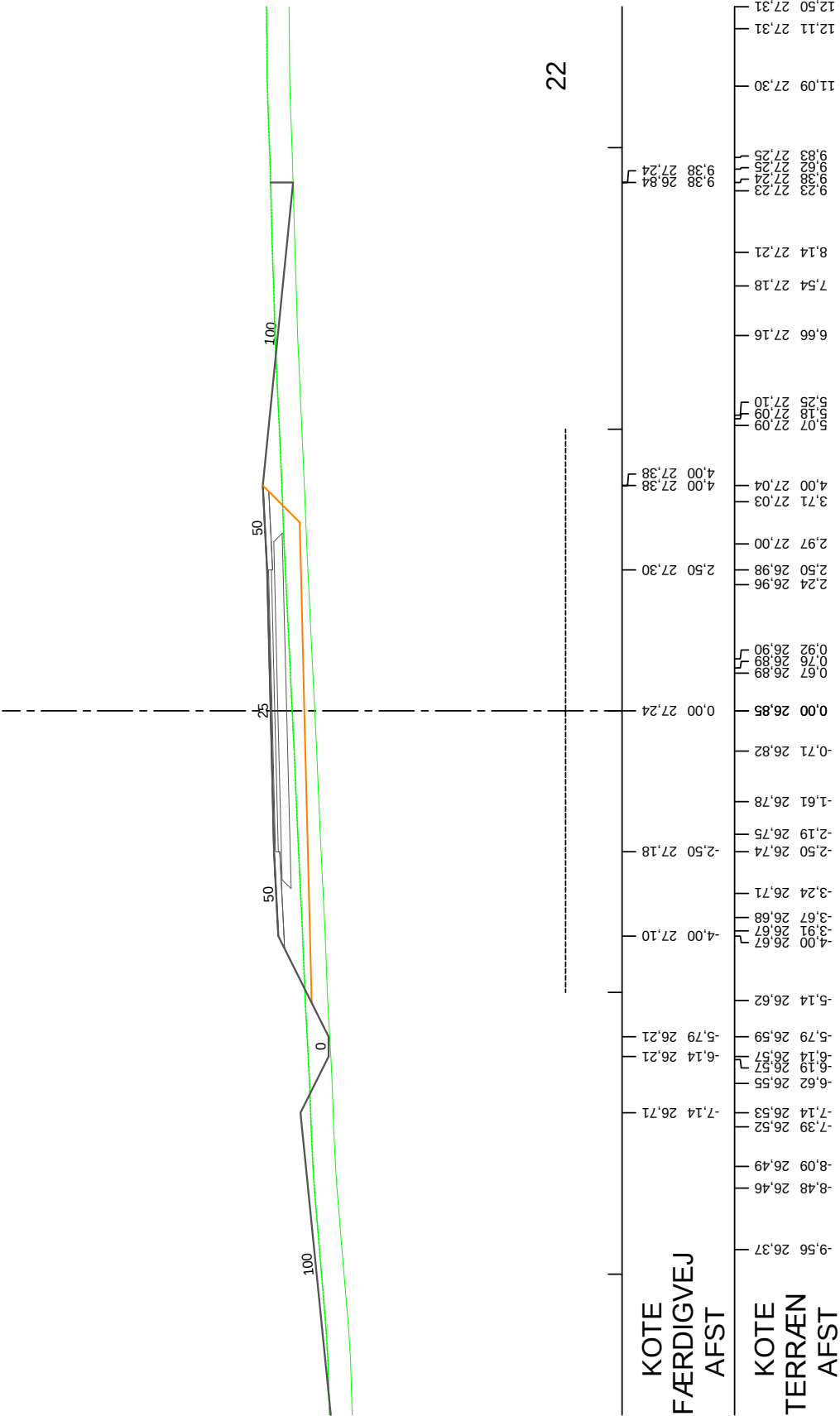


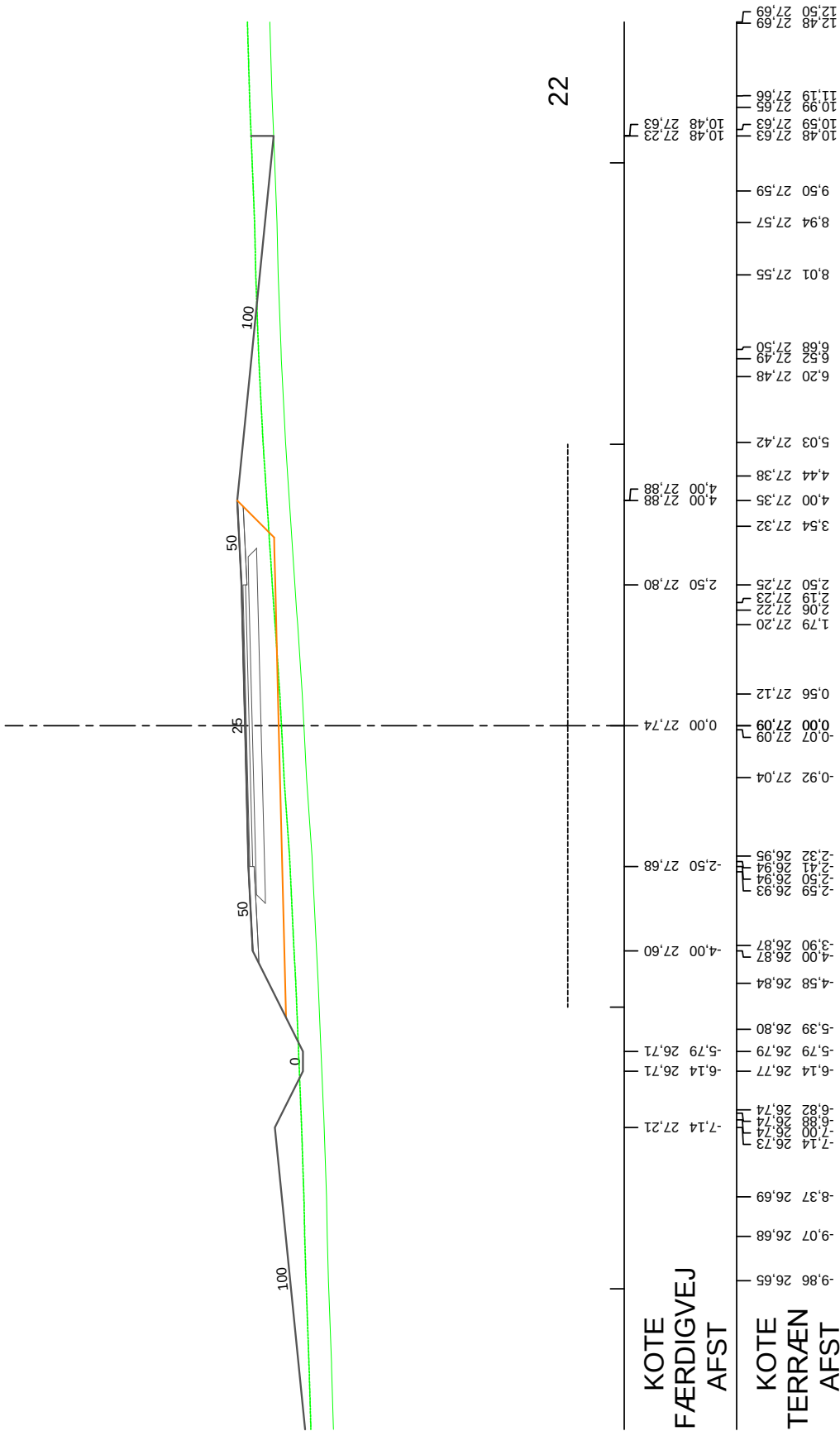


ST = 320



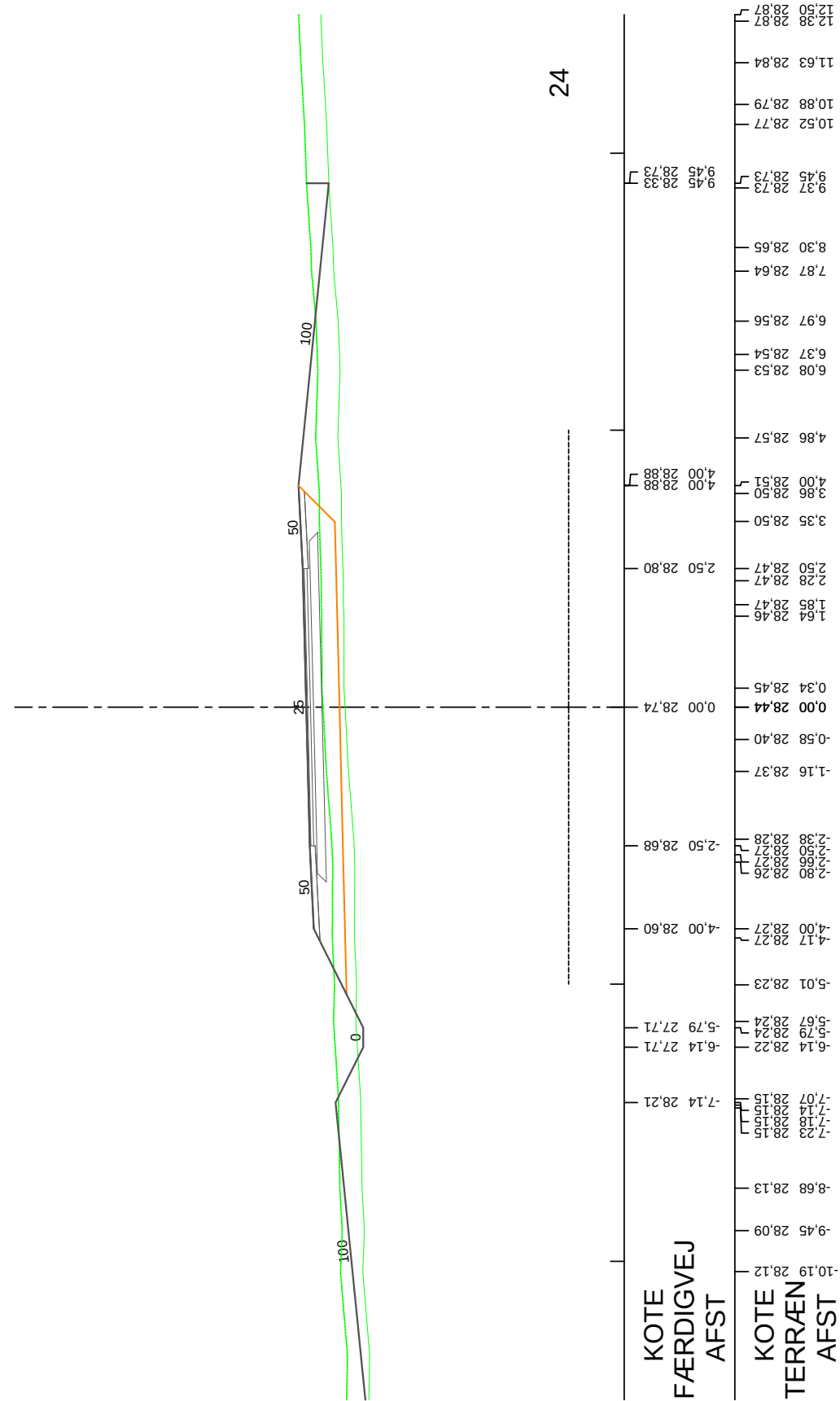


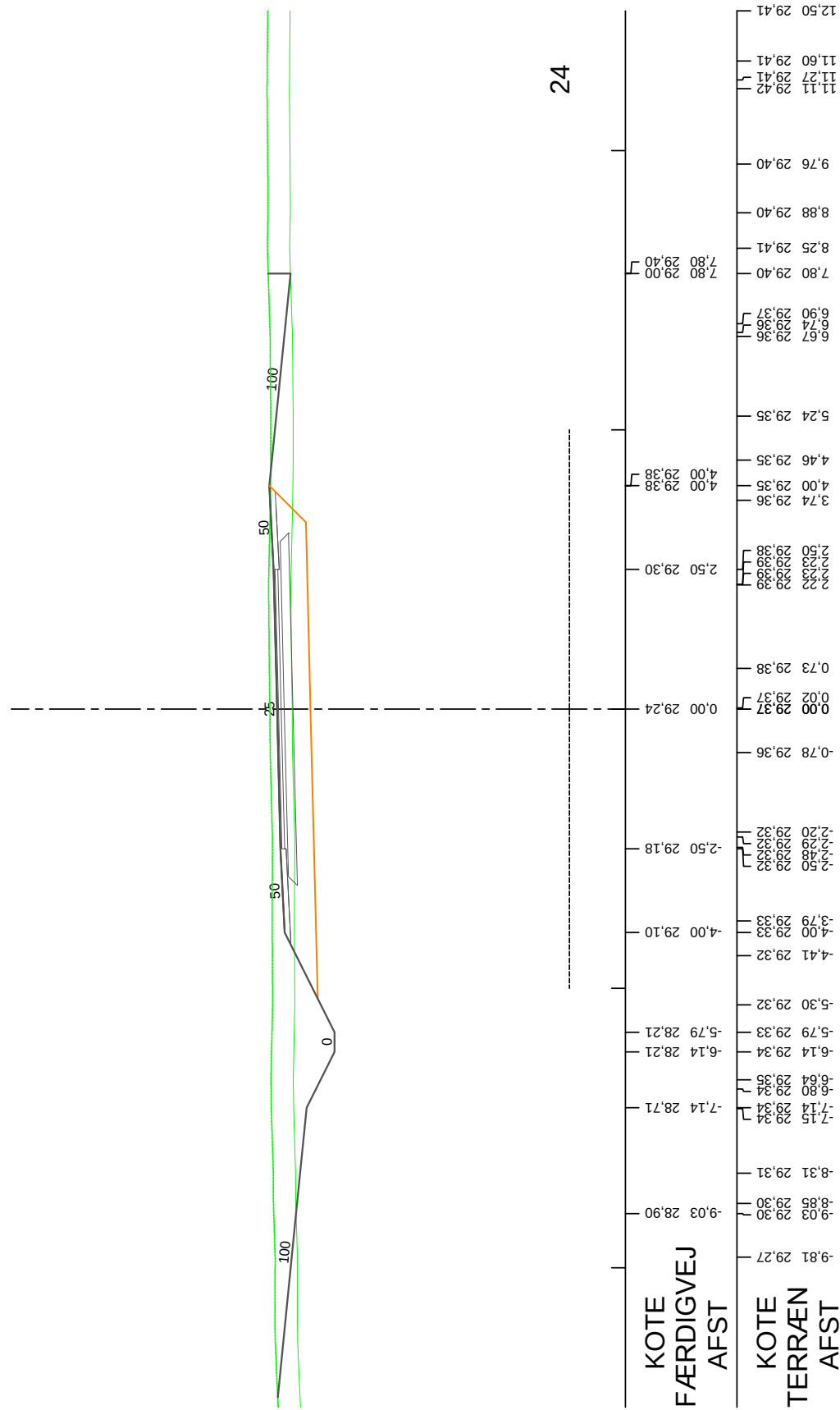




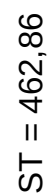
ST = 400







ST = 460



Bilag 7– Fastlæggelse af grøftens dimensioner

I dette bilag fastsættes de dimensionsgivende vandmængder til bestemmelse af grøftens størrelse.

For at kunne fastsætte de dimensionsgivende vandmængder, skal det fastslås om der haves et hydraulisk ukompliceret eller kompliceret system og hvilke konsekvenser der haves ved opstuvning og oversvømmelse af afløbssystemet.

Der haves i dette projekt et hydraulisk ukompliceret system; et system der alene består af grøfter. Det vurderes at hvis der kommer opstuvning eller oversvømmelse af afløbssystemet, vil det alene have konsekvenser for vejens rabatarealer, kørebanearealer på lokalveje, gang- og cykelstier, landbrugsarealer samt øvrige ikke befæstede arealer. Der vælges herudfra en gentagelse periode $T = 2$.^[9]

7.1 Fastlæggelse af sikkerhedsfaktor

Dimensionering ved hjælp af den rationelle metode tager udgangspunkt i regndata frem til 2005. Der er dermed ikke taget hensyn til forøgede regnmængder- og intensiteter. For at sikre at afløbssystemet også i fremtiden kan håndtere de fastsatte mængder, anvendes der en sikkerhedsfaktor på 1,2.^[9]

7.2 Den rationelle metode

De dimensionsgivende mængder vand afhænger af arealet på det betragtede område, nedbørens intensitet og varigheden samt forholdet mellem nedbøren der fordamper, nedbøren der nedsiver og den nedbør der løber bort som overfladevand.

Til dimensionering af afvandingssystemet benyttes den rationelle metode.

$$Q = \varphi \cdot A \cdot i$$

hvor

Q er regnvandsmængden

φ er områdets afløbskoefficient

A er områdets størrelse i ha

i er regnintensiteten, angivet i l/(s · ha)

Afløbskoefficienten fastsættes ud fra overfladens beskaffenhed, se Tabel 8.

Overfladeart	Beskaffenhed	Fastsættelse af afløbskoefficient
Vejarealer med tæt belægning og kantopsamling	1,0	-
Belagte arealer med nedsivning og/eller med afledning til trug og grøft	0,1 - 1,0*	1,0
Ikke-belagte arealer	0,1 - 0,9*	0,5
*Vejens længdefald, omgivelsernes jordbunds- og grundvandsforhold, samt hvorvidt vejen ligger i afgravning eller påfyldning, bestemmer φ -værdien, som fastsættes efter nøjere vurdering.		

Tabel 8: Valg af afløbskoefficienten.^[9]

Regnintensiteten fastsættes på baggrund af koncentrationstiden t_c , som er tiden vandet bruger til at løbe fra vejens toppunkt til bundpunktet. Længden for vejen i dette projekt er fastsat til 462,87 m og vandets hastighed er skønnet til 1 m/s. Dermed fastsættes $t_r = 7,72 \cong 10 \text{ min.}$ ^[13] Regnintensiteten bestemmes ud fra følgende formel:

$$i = c \cdot t_r^{-\alpha}$$

hvor

c og α er koefficienter, fundet til $c = 16.290$ og $\alpha = 0,73$.^[9]

$$i = 16290 \cdot 600^{-0,73} = 153 \text{ l/s/ha}$$

Områdets areal beregnes som summen af vejens asfaltareal, rabatarealet, grøftearealer og arealer skrånende ned mod vejen, se Tabel 9.

Areal	Bredde [m]	Længde [m]	Samlet areal [m ²]	Samlet areal [ha]
Asfalteret arealer	5	462,87	~2350	0,2350
Rabatarealer	3	462,87	~1400	0,1400
Grøftearealer	3,5	462,87	~1650	0,1650
Yderligere arealer	10	462,87	~4650	0,4650

Tabel 9: Områdets arealer. Oprundet til nærmeste 50 m.

De dimensionsgivende vandmængder kan nu fastsættes.

$$Q = ((0,2350 \text{ ha} \cdot 1 + 0,1400 \text{ m}^2 \cdot 0,5 + 0,1650 \text{ ha} \cdot 0,5 + 0,4650 \text{ ha} \cdot 0,5) \cdot 153 \text{ l/s/ha}) \cdot 1,2 \cong 112 \text{ l/s}$$

Vandmængden kommer over 600 s, hvilket giver:

$$112 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot 600 \text{ s} = 67200 \text{ l} \Rightarrow 67 \text{ m}^3$$

Volumen af grøften beregnes herunder ved formlen:

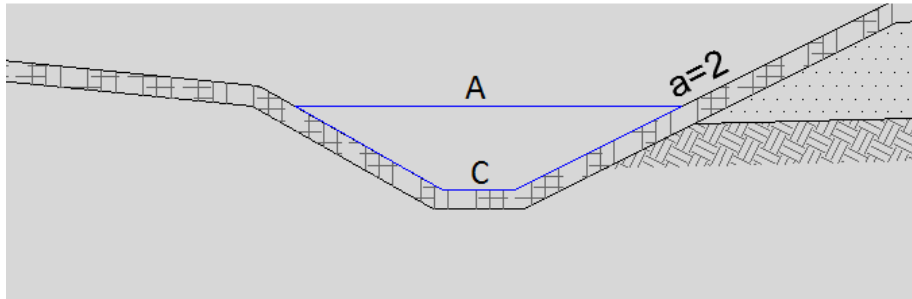
$$V = \left(\frac{1}{2} \cdot (A + C) \cdot h \right) \cdot L$$

hvor

h er højden

A og C ses på Figur 1 og er fundet på Tegning 05.01 – Normaltværsnit.

$$V = \left(\frac{1}{2} \cdot (3,146m + 0,35m) \cdot 0,699m \right) \cdot 462,87m = 565,56 m^3$$



Figur 1: Viser placeringen af A og C for grøften på projektvejen.

Det ses at volumen af grøften kan håndtere vandmængderne og de valgte dimensioner fastholdes.

Bilag 8 – Mængdeberegning af råjord og muld

I dette afsnit ses mængderne af råjord og muld, der er fundet ved Novapoint.

P R O J E K T E R E D E M A S S E R					
=====					
ENHED : PFM3 (e'ller PAM3)					
P L A N E R I N G :		T I L S K U D :		O V E R B Y G N I N G:	
-----		-----		-----	
JORD	1836	JORD	0	BÆRELAG 1	486
FJELD	0	FJELD	0	BÆRELAG 2	0
DYBSPRÆNGING	0	PÅFYLD.	0	FORST.LAG 1	2605
PÅFYLD.	1648			FORST.LAG 2	0
				ALL OVERBYGN.	3091
ØVRIGE MASSER :		INDGÅET I PLANERING:			
-----		-----			
UDSKIFTING	0	JORDGRØFT	0		
MULD. J.	4371	FJELDGRØFT	0		
VEGETASION	0	GRØFT PÅFY	0		
UDLAGT PÅ FL	0	JORD TILLFL	0		
AFG. B. PLAN	0	FJEL TILLFL	0		
PÅF. B. PLAN	0	PÅFY TILLFL	0		
U D F Ø R T E A N B R A G T E M A S S E R					
=====					
ENHED : UAM3 = PFM3 (e'ller PAM3) * KORREKTIONSFAKTO					
P L A N E R I N G :		T I L S K U D :			
-----		-----			
JORD	1836	JORD	0		
FJELD	0	FJELD	0		
DYBSPRÆNGN.	0	PÅFYLD.	0		
PÅFYLD.	1813				
BIDR. MUPRO	23				
ØVRIGE MASSER :		INDGÅR I PLANERING		:	
-----		-----			
UDLAGT PÅ FL	0	JORD TILLÆGSFLADER			0
NO. /DY. SK.	0	FJELD TILLÆGSFLADER			0
		PÅFYLD. TILLÆGSFLADER			0
		BIDR. MUPRO TILLÆGSFLADER			0

Det ses, at der haves en afgravningsmængde på 1836 m³, mens der haves en påfyldningsmængde på 1648 m³.

Jorden der afgraves skal efter afgravningen komprimeres, hvilket gør, at jorden fylder mindre i påfyldning end i afgravning. For at tage højde for denne volumenforskel, korrigeres påfyldningsvolumen ved multiplikation med komprimeringsfaktoren fastsat til 1,10. Påfyldningsmængderne bliver efter korrektionen fundet til 1813 m³ og der haves derfor et overskud på 23 m³.

Mængderne af muld der skal afømmes er fundet til 4371 m³.

I Novapoint, er jordberegningerne for hver enkel station endvidere fundet, resultaterne ses herunder.

STATION	--- AFGRAVNING ---		--- PÅFYLDNING ---		----- MULD -----	
	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	AREAL	VOLUMEN
	1.00		1.10			
.00	9.08	22.69	2.68	6.69	11.66	29.14
5.00	2.60	12.99	8.53	42.66	12.66	63.29
10.00	8.19	40.93	1.96	9.80	9.99	49.96
15.00	11.22	56.11	.84	4.22	10.24	51.21
20.00	10.80	54.01	1.05	5.26	10.69	53.44
25.00	10.05	50.26	1.13	5.66	10.85	54.24
30.00	10.00	50.00	1.18	5.92	10.73	53.67
35.00	10.01	50.03	1.22	6.12	10.86	54.31
40.00	9.55	47.73	1.34	6.72	10.81	54.04
45.00	8.81	44.04	1.70	8.51	10.70	53.49
50.00	8.43	42.14	2.05	10.23	10.60	53.00
55.00	7.71	38.55	3.06	15.28	10.91	54.55
60.00	7.15	35.74	3.96	19.80	11.14	55.68

STATION	--- AFGRAVNING ---		--- PÅFYLDNING ---		----- MULD -----	
	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	AREAL	VOLUMEN
	1.00		1.10			
65.00	6.00	29.98	4.36	21.78	11.05	55.24
70.00	5.38	26.91	4.68	23.39	10.99	54.95
75.00	4.73	23.66	5.10	25.49	10.95	54.73
80.00	4.04	20.19	5.08	25.42	10.62	53.08
85.00	3.28	16.42	5.19	25.95	10.51	52.56
90.00	3.12	15.60	5.78	28.92	10.72	53.58
95.00	2.93	14.64	6.80	34.00	11.02	55.11
100.00	2.93	14.64	7.06	35.28	11.18	55.90
105.00	2.99	14.95	6.68	33.40	10.70	53.48
110.00	2.98	14.92	5.86	29.29	10.18	50.88
115.00	2.52	12.61	4.91	24.55	9.74	48.69
120.00	1.93	9.67	4.66	23.30	9.46	47.28
125.00	2.89	14.43	4.50	22.50	9.67	48.34
		773.84		500.13		1363.84

STATION	--- AFGRAVNING ---		--- PÅFYLDNING ---		----- MULD -----	
	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	AREAL	VOLUMEN
	1.00		1.10			
130.00	4.01	20.03	4.11	20.54	9.96	49.82
135.00	4.31	21.57	3.37	16.83	9.92	49.62
140.00	4.93	24.63	3.05	15.23	10.26	51.30
145.00	5.64	28.18	3.15	15.75	10.00	50.02
150.00	6.28	31.40	2.68	13.42	9.58	47.91
155.00	5.90	29.49	1.89	9.45	8.66	43.28
160.00	5.30	26.50	1.97	9.85	8.55	42.76
165.00	4.83	24.16	2.69	13.47	9.05	45.23
170.00	4.64	23.20	3.41	17.05	9.67	48.34
175.00	4.56	22.80	3.88	19.41	9.84	49.20
180.00	4.22	21.08	3.66	18.29	9.91	49.53
185.00	4.16	20.82	3.92	19.60	10.05	50.25
190.00	4.01	20.06	4.10	20.50	9.99	49.93
		1087.76		709.52		1991.02

STATION	--- AFGRAVNING ---		--- PÅFYLDNING ---		----- MULD -----	
	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	AREAL	VOLUMEN
	1.00		1.10			
195.00	3.31	16.53	4.32	21.59	9.78	48.89
200.00	2.73	13.64	4.25	21.25	9.39	46.94
205.00	2.22	11.12	4.08	20.42	9.04	45.18
210.00	2.31	11.55	3.49	17.45	8.44	42.18
215.00	2.68	13.42	3.18	15.91	8.32	41.59
220.00	3.02	15.11	2.89	14.45	8.22	41.09
225.00	2.90	14.48	3.08	15.41	8.30	41.52
230.00	2.85	14.23	3.42	17.12	8.24	41.22
235.00	2.48	12.41	3.89	19.46	8.53	42.65
240.00	2.34	11.70	4.10	20.52	8.91	44.53
245.00	2.14	10.72	4.52	22.60	8.98	44.91
250.00	2.03	10.13	4.53	22.66	8.89	44.47
255.00	2.05	10.24	4.38	21.92	8.76	43.80
		1253.04		960.27		2560.00

STATION	--- AFGRAVNING ---		--- PÅFYLDNING ---		----- MULD -----	
	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	AREAL	VOLUMEN
	1.00		1.10			
260.00	2.51	12.55	4.13	20.64	8.59	42.97
265.00	2.75	13.77	4.05	20.23	8.74	43.72
270.00	3.07	15.35	3.88	19.42	8.77	43.85
275.00	3.40	17.01	3.82	19.11	9.07	45.34
280.00	3.96	19.78	3.80	18.98	9.03	45.14
285.00	3.87	19.33	3.40	16.98	8.93	44.67
290.00	3.02	15.12	3.09	15.43	8.41	42.06
295.00	2.44	12.20	2.78	13.89	7.86	39.31
300.00	2.38	11.91	2.41	12.06	7.49	37.46
305.00	2.45	12.23	2.32	11.62	7.70	38.52
310.00	2.14	10.70	2.93	14.64	7.99	39.93
315.00	1.64	8.19	4.11	20.54	8.38	41.91
320.00	1.24	6.19	5.43	27.13	8.78	43.92
		1427.39		1190.94		3108.79

STATION	--- AFGRAVNING ---		--- PÅFYLDNING ---		----- MULD -----	
	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	AREAL	VOLUMEN
	1.00		1.10			
325.00	1.14	5.69	6.04	30.21	9.23	46.16
330.00	1.64	8.22	6.28	31.41	9.58	47.88
335.00	2.72	13.60	6.47	32.33	9.81	49.04
340.00	4.15	20.76	6.35	31.73	10.54	52.72
345.00	5.83	29.14	4.92	24.62	11.02	55.11
350.00	7.52	37.59	3.11	15.53	11.08	55.41
355.00	7.31	36.56	1.69	8.45	9.47	47.33
360.00	5.76	28.79	1.10	5.52	8.00	39.98
365.00	4.42	22.11	1.04	5.19	7.24	36.21
370.00	3.28	16.40	1.58	7.90	7.09	35.44
375.00	2.01	10.04	1.95	9.74	6.95	34.77
380.00	1.04	5.22	2.36	11.78	6.81	34.04
385.00	.39	1.97	5.26	26.30	10.55	52.73
		1663.47		1431.66		3695.59

STATION	--- AFGRAVNING ---		--- PÅFYLDNING ---		----- MULD -----	
	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	FAKTOR AREAL	VOLUMEN	AREAL	VOLUMEN
	1.00		1.10			
390.00	.13	.67	6.93	34.67	11.11	55.54
395.00	.01	.03	8.12	40.62	10.76	53.82
400.00			8.59	42.95	10.61	53.04
405.00	.00	.00	7.90	39.51	10.35	51.77
410.00	.02	.08	7.11	35.56	10.10	50.49
415.00	.05	.27	7.02	35.12	9.78	48.90
420.00	.10	.51	5.17	25.87	7.49	37.45
425.00	.17	.86	5.46	27.28	7.69	38.45
430.00	.09	.44	6.17	30.83	7.52	37.62
435.00	.15	.77	4.76	23.82	7.13	35.66
440.00	1.81	9.04	2.74	13.69	7.12	35.60
445.00	8.23	41.17	.93	4.63	8.86	44.31
450.00	5.27	26.33	3.25	16.24	8.09	40.44
455.00	9.57	47.87	.75	3.74	8.93	44.65
460.00	8.79	34.53	1.01	3.97	8.71	34.21
462.86	7.00	10.01	1.74	2.48	9.18	13.13

Bilag 9 – Mængdeberegning ved prismemetoden

I dette afsnit fastsættes mængder af råjord ved prismemetoden fra st. 140 – st. 200.

Prismemetoden er en metode der benyttes til beregning af de jordmængder der skal afgraves eller påfyldes. Jorden der skal flyttes, deles op i prizmer ved at lægge et snit vinkelret på længdeaksen, se Figur 2.

Volumen af jorden mellem to snit kan beregnes, som et prisme ved formelen herunder, hvis endefladerne er nogenlunde lige store.

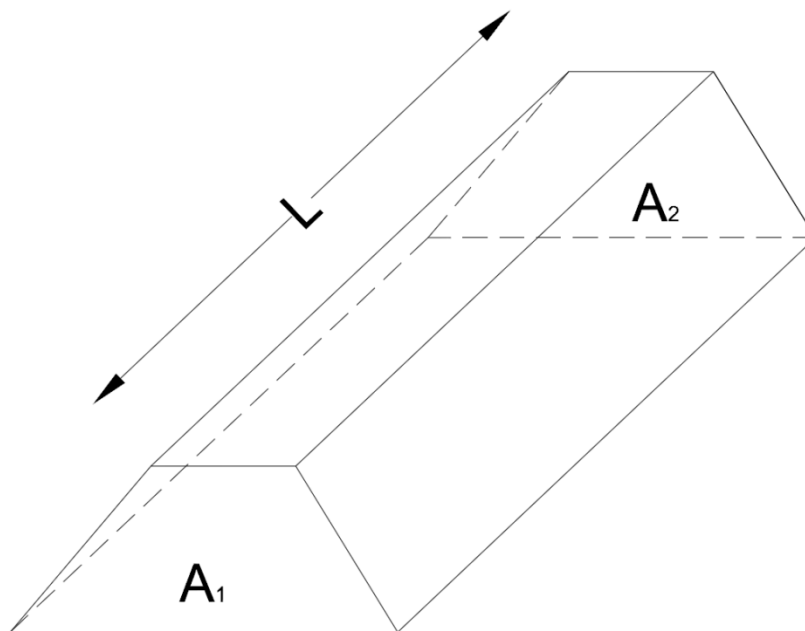
$$V = \frac{1}{2} \cdot (A_1 + A_2) \cdot L$$

hvor

A_1 er arealet af den ene endeflade

A_2 er arealet af den anden endeflade

L er prismes længde



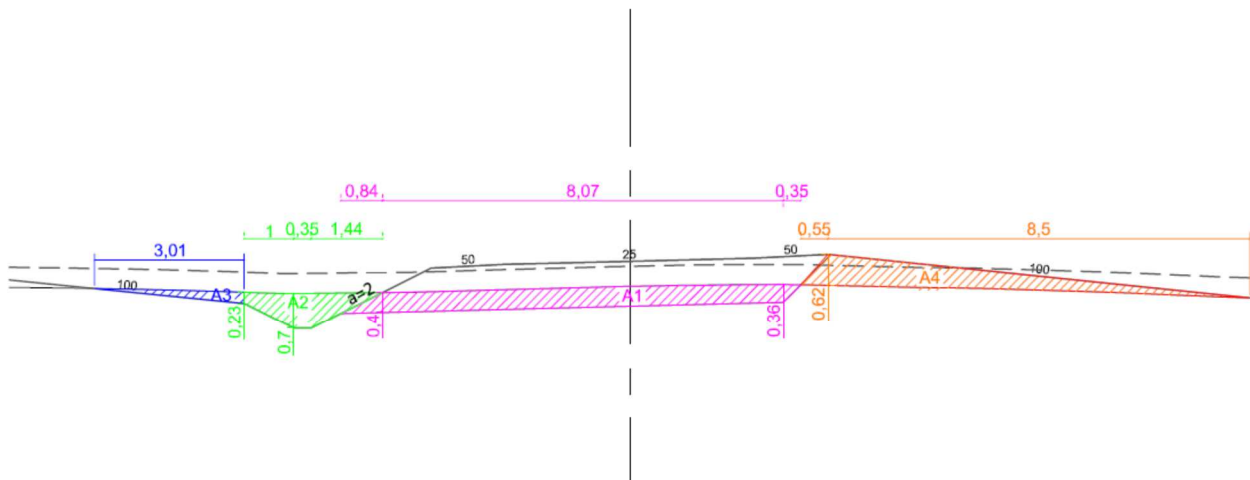
Figur 2: Viser prismet til beregning af jordmængder.

Det er valgt, at beregne mængderne for hver tyvende meter, idet dette giver et meget præcist resultat der kan sammenlignes med resultaterne i Novapoint. Beregningerne ses herunder.

Længder og højder der benyttes er fundet i *Bilag 6 – Vejens tværsnit* da det er vurderet ud fra *Tegning 05.01 – Normaltværsnit*, at disse tværsnit er korrekte.

9.1 Mængdeberegning st. 140

St. 140



$$A_{1.140} = (0,36 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m}) \cdot 0,5 + (0,84 \text{ m} \cdot 0,4 \text{ m}) \cdot 0,5 + 0,5 \cdot (0,36 \text{ m} + 0,4 \text{ m}) \cdot 8,07 \text{ m} \Rightarrow 3,298 \text{ m}^2$$

$$A_{2.140} = (1,44 \text{ m} \cdot 0,7 \text{ m}) \cdot 0,5 + 0,7 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m} + 0,5 \cdot (0,7 \text{ m} \cdot 0,23 \text{ m}) \cdot 1,0 \text{ m} \Rightarrow 1,214 \text{ m}^2$$

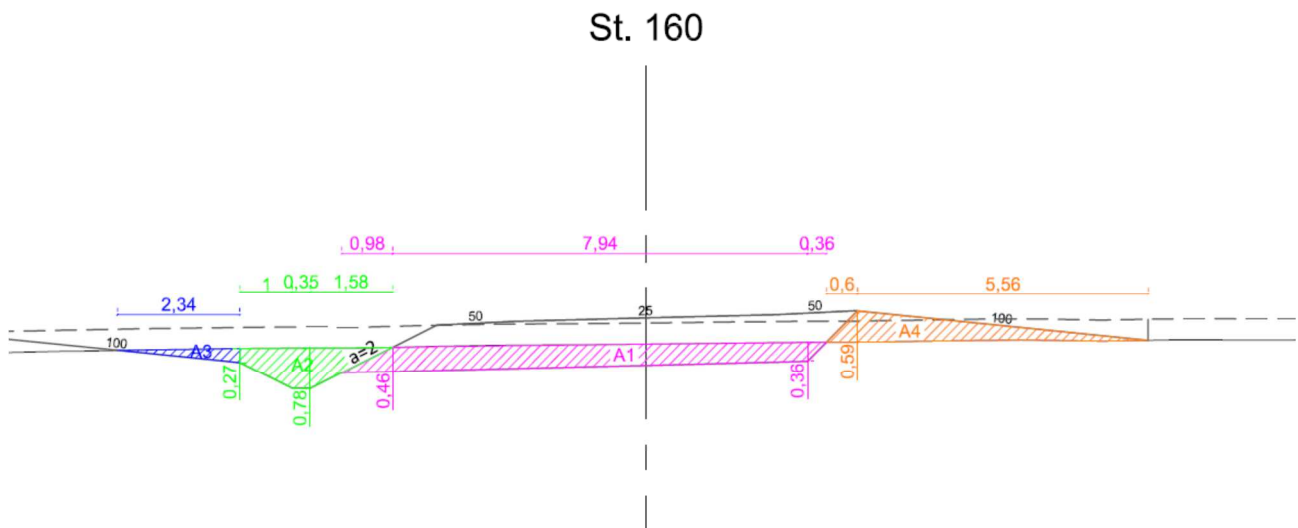
$$A_{3.140} = (0,23 \text{ m} \cdot 3,01 \text{ m}) \cdot 0,5 \Rightarrow 0,346 \text{ m}^2$$

$$A_{4.140} = (8,5 \text{ m} \cdot 0,62 \text{ m}) \cdot 0,5 + (0,55 \text{ m} \cdot 0,62 \text{ m}) \cdot 0,5 \Rightarrow 2,805 \text{ m}^2$$

$$A_{A.140} = A_1 + A_2 + A_3 \Rightarrow 4,858 \text{ m}^2$$

$$A_{P.140} = A_4 \cdot 1,1 \Rightarrow 3,083 \text{ m}^2$$

9.2 Mængdeberegning st. 160



$$A_{1.160} = (0,36 \text{ m} \cdot 0,36 \text{ m}) \cdot 0,5 + (0,98 \text{ m} \cdot 0,46 \text{ m}) \cdot 0,5 + 0,5 \cdot (0,36 \text{ m} + 0,46 \text{ m}) \cdot 7,94 \text{ m} \Rightarrow 3,546 \text{ m}^2$$

$$A_{2.160} = (1,58 \text{ m} \cdot 0,78 \text{ m}) \cdot 0,5 + 0,78 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m} + 0,5 \cdot (0,78 \text{ m} \cdot 0,27 \text{ m}) \cdot 1,0 \text{ m} \Rightarrow 1,414 \text{ m}^2$$

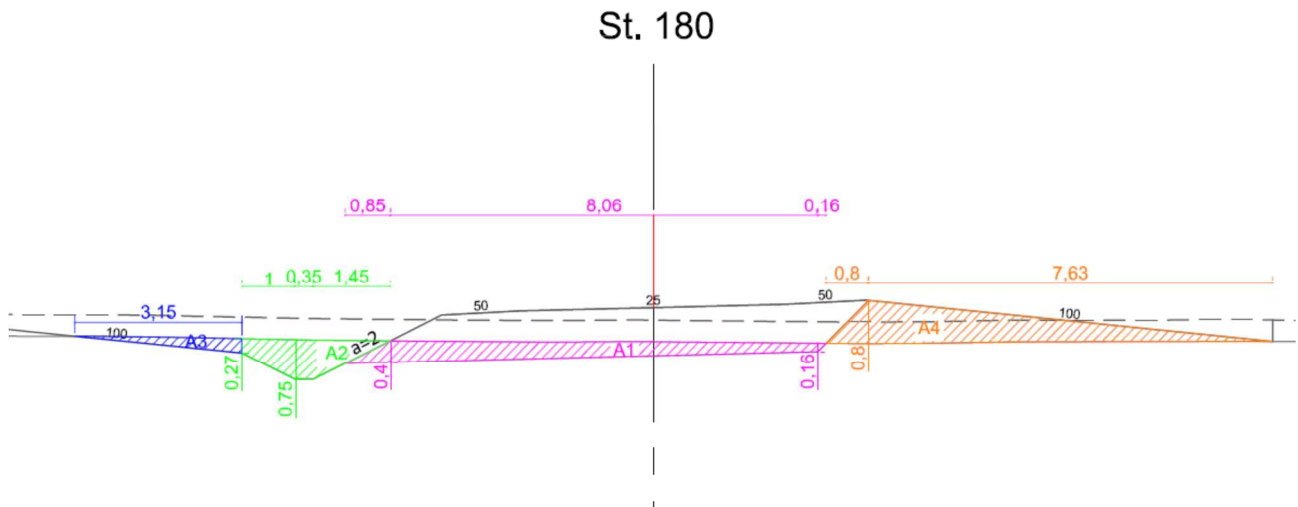
$$A_{3.160} = (0,27 \text{ m} \cdot 2,34 \text{ m}) \cdot 0,5 \Rightarrow 0,316 \text{ m}^2$$

$$A_{4.160} = (5,56 \text{ m} \cdot 0,59 \text{ m}) \cdot 0,5 + (0,59 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m}) \cdot 0,5 \Rightarrow 1,817 \text{ m}^2$$

$$A_{A.160} = A_1 + A_2 + A_3 \Rightarrow 5,276 \text{ m}^2$$

$$A_{P.160} = A_4 \cdot 1,1 \Rightarrow 1,999 \text{ m}^2$$

9.3 Mængdeberegning st. 180



$$A_{1.180} = (0,16 \text{ m} \cdot 0,16 \text{ m}) \cdot 0,5 + (0,85 \text{ m} \cdot 0,4 \text{ m}) \cdot 0,5 + 0,5 \cdot (0,16 \text{ m} + 0,4 \text{ m}) \cdot 8,06 \text{ m} \Rightarrow 2,44 \text{ m}^2$$

$$A_{2.180} = (1,45 \text{ m} \cdot 0,75 \text{ m}) \cdot 0,5 + 0,75 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m} + 0,5 \cdot (0,75 \text{ m} \cdot 0,27 \text{ m}) \cdot 1,0 \text{ m} \Rightarrow 1,316 \text{ m}^2$$

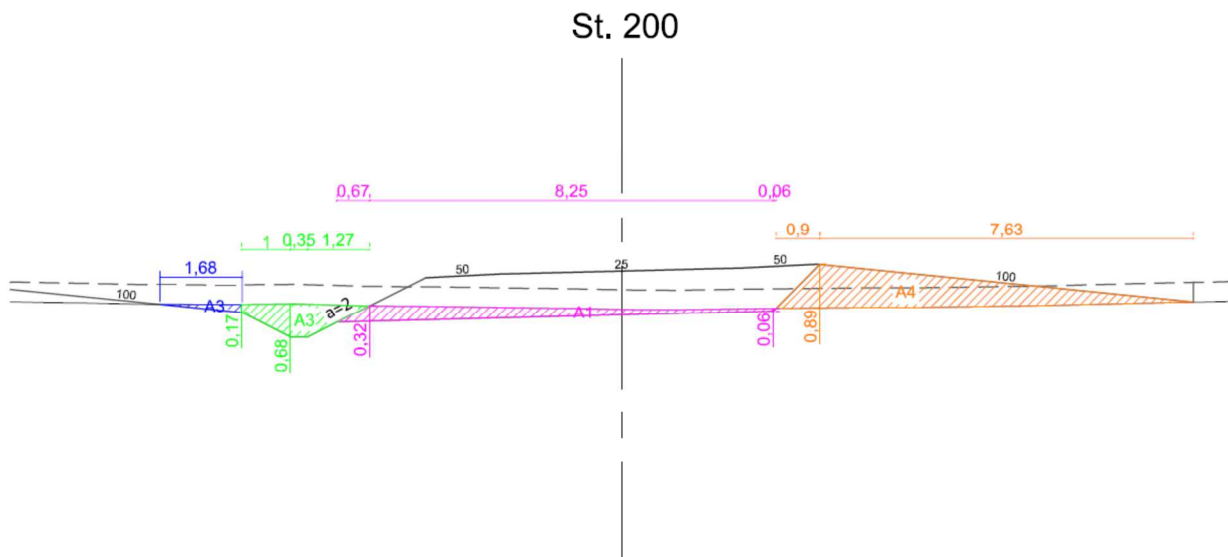
$$A_{3.180} = (0,27 \text{ m} \cdot 3,15 \text{ m}) \cdot 0,5 \Rightarrow 0,425 \text{ m}^2$$

$$A_{4.180} = (7,63 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m}) \cdot 0,5 + (0,8 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ m}) \cdot 0,5 \Rightarrow 3,372 \text{ m}^2$$

$$A_{A.180} = A_1 + A_2 + A_3 \Rightarrow 4,181 \text{ m}^2$$

$$A_{P.180} = A_4 \cdot 1,1 \Rightarrow 3,709 \text{ m}^2$$

9.4 Mængdeberegning st. 200



$$A_{1.200} = (0,06 \text{ m} \cdot 0,06 \text{ m}) \cdot 0,5 + (0,67 \text{ m} \cdot 0,32 \text{ m}) \cdot 0,5 + 0,5 \cdot (0,06 \text{ m} + 0,32 \text{ m}) \cdot 8,25 \text{ m} \Rightarrow 1,677 \text{ m}^2$$

$$A_{2.180} = (1,27 \text{ m} \cdot 0,68 \text{ m}) \cdot 0,5 + 0,68 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m} + 0,5 \cdot (0,68 \text{ m} \cdot 0,17 \text{ m}) \cdot 1,0 \text{ m} \Rightarrow 1,095 \text{ m}^2$$

$$A_{3.180} = (0,17 \text{ m} \cdot 1,68 \text{ m}) \cdot 0,5 \Rightarrow 0,143 \text{ m}^2$$

$$A_{4.180} = (7,63 \text{ m} \cdot 0,9 \text{ m}) \cdot 0,5 + (0,89 \text{ m} \cdot 0,9 \text{ m}) \cdot 0,5 \Rightarrow 3,834 \text{ m}^2$$

$$A_{A.180} = A_1 + A_2 + A_3 \Rightarrow 2,914 \text{ m}^2$$

$$A_{P.180} = A_4 \cdot 1,1 \Rightarrow 4,217 \text{ m}^2$$

9.5 Mængdeberegning samlet fra st. 140 – st. 200 ved prismemetoden

Mængdeberegningen beregnet ved prismemetoden fra st. 140 – st. 200 ses herunder.

$$A_{A.samlet} = 0,5 \cdot (A_{A.140} + A_{A.160}) \cdot 20 \text{ m} + 0,5 \cdot (A_{A.160} + A_{A.180}) \cdot 20 \text{ m} + 0,5 \cdot (A_{A.180} + A_{A.200}) \cdot 20 \text{ m} \\ = 266,855 \text{ m}^3$$

$$A_{P.samlet} = 0,5 \cdot (A_{P.140} + A_{P.160}) \cdot 20 \text{ m} + 0,5 \cdot (A_{P.160} + A_{P.180}) \cdot 20 \text{ m} + 0,5 \cdot (A_{P.180} + A_{P.200}) \cdot 20 \text{ m} \\ = 187,197 \text{ m}^3$$

Mængdeberegningen fundet ved Novapoint fra st. 140 – st. 200, se Bilag 8.

$$A_{A.samlet.NP} = 0,5 \cdot (4,43 \text{ m}^2 + 5,30 \text{ m}^2) \cdot 20 \text{ m} + 0,5 \cdot (5,30 \text{ m}^2 + 4,22 \text{ m}^2) \cdot 20 \text{ m} + 0,5 \\ \cdot (4,22 \text{ m}^2 + 2,73 \text{ m}^2) \cdot 20 \text{ m} = 267 \text{ m}^3$$

$$A_{P.samlet} = 0,5 \cdot (3,05 \text{ m}^2 + 1,97 \text{ m}^2) \cdot 20 \text{ m} + 0,5 \cdot (1,97 \text{ m}^2 + 3,66 \text{ m}^2) \cdot 20 \text{ m} + 0,5 \\ \cdot (3,66 \text{ m}^2 + 4,25 \text{ m}^2) \cdot 20 \text{ m} = 185,6 \text{ m}^3$$

Bilag 10 – Beregninger til tilbudslisten

Priserne der anvendes til overslagene, er fundet ved hjælp af V&S prisbøger samt erfaring.

1. Generelle arbejder

1.1 Arbejdsplads m.v.

1.1.1 Indretning, drift og rømning af arbejdsplads

Denne post er i tilbudslisten en fast pris. Det er her valgt at fastsætte posten til 10 % af entreprisens summen, hvilket giver 150.000,-

1.1.2 Færdselsregulerende foranstaltninger

Posten færdselsregulerende foranstaltninger er i dette projekt ikke omfattende. Det er valgt, at fastsætte denne post til 20.000,-.

2. Jordarbejder mv.

2.1 Forberedende arbejder

2.1.1. Rydning

Rydningen af området er en fast sum, denne fastsættes til 8000,-. Dette skyldes, at området der skal ryddes er et mindre område og det er vurderet at der indenfor arealet ikke er et større rydningsarbejde.

2.1.2 Fræsning/skæring

Vejen skal fræses op ved Solbjergvej og Skads Byvej i en bredde på 5 m, for at tilslutte adgangsvejen hensigtsmæssigt. Denne post er fastsat forholdsvis højt til 3000, idet der på trods af at det er en kort strækningen, stadig skal bruges maskiner m.v.

2.1.3 Behandling af muldholdig jord

2.1.3.1 Muld at afrømme og henlægge i depot

Området *Muld og græs*, der ses på Tegning 06.01 – Belægningsplan, er det område der afrømmes og henlægges i depot. Området er fastsat til to rabatter på 1,5 m, en grøft på 3 m og to områder på 6 m der skal anvendes til dyrkningsskråning. Det er valgt, at udlægge 0,1 m muld på grøft- og rabatarealer, mens det er valgt at udlægge 0,4 m på dyrkningsskråning, for her at opretholde det eksisterende forhold. Ved overskydende muld, kan det vælges, at udlægge mere muld på dyrkningsskråningerne.

$$A_{grøft,rabat} = (1,5 \text{ m} \cdot 463 \text{ m}) \cdot 2 + 3 \text{ m} \cdot 463 \text{ m} = 2778 \text{ m}^2 \sim 2800 \text{ m}^2$$

$$V_{grøft,rabat} = 2800 \text{ m}^2 \cdot 0,1 \text{ m} = 280 \text{ m}^3$$

$$A_{dyrkningsskråning} = (6 \text{ m} \cdot 463 \text{ m}) \cdot 2 = 5556 \text{ m}^2 \sim 5550 \text{ m}^2$$

$$V_{dyrkningsskråning} = 5550 \text{ m}^2 \cdot 0,4 \text{ m} = 2220 \text{ m}^3$$

$$V_{muld \text{ at henlægge}} = 280 \text{ m}^3 + 2220 \text{ m}^3 = 2500 \text{ m}^3$$

Enhedsprisen er fastsat til 15,-.

2.1.3.2 Muld at afrømme og bortskaffe

Mulden der skal afrømmes er fastsat i Novapoint til 4300 m^3 , se Bilag 8.

$$V_{muld \text{ at bortskaffe}} = 4371 \text{ m}^3 - 2500 \text{ m}^3 = 1871 \text{ m}^3 \sim 1850 \text{ m}^3$$

Enhedsprisen er fastsat til 20,-.

2.2 Blødbundsarbejder

2.2.1 Blødbund at afgrave og bortskaffe

Da der ikke er fundet blødbund i området, fastsættes denne mængde til 100 m^3 , således der haves en enhedspris, hvis der findes blødbund.

Enhedsprisen er fastsat til 90,-.

2.3 Råjordsarbejder

2.3.1 Råjord at afgrave og indbygge

Denne mængde er fundet til $1813 \text{ m}^3 \sim 1800 \text{ m}^3$ i Novapoint, se Bilag 8.

Enhedsprisen er fastsat til 40,-.

2.3.2 Råjord at afgrave og bortskaffe

Denne mængde er fundet til $23 \text{ m}^3 \sim 50 \text{ m}^3$ i Novapoint, se Bilag 8.

Enhedsprisen er fastsat til 60,-.

2.4 Afsluttende arbejder

2.4.1 Muld at afhente i depot og udlægge

Mængderne er fundet under 2.1.3.1.

$$A_{grøft, rabat} = (1,5 \text{ m} \cdot 463 \text{ m}) \cdot 2 + 3 \text{ m} \cdot 463 \text{ m} = 2778 \text{ m}^2 \sim 2800 \text{ m}^2$$

$$A_{dyrkningsskråning} = (6 \text{ m} \cdot 463 \text{ m}) \cdot 2 = 5556 \text{ m}^2 \sim 5550 \text{ m}^2$$

Enhedsprisen er fastsat til 15,-.

2.4.2 Græssåning

Mængderne er fundet under 2.1.3.1.

$$A_{grøft, rabat} = (1,5 \text{ m} \cdot 463 \text{ m}) \cdot 2 + 3 \text{ m} \cdot 463 \text{ m} = 2778 \text{ m}^2 \sim 2800 \text{ m}^2$$

Enhedsprisen er fastsat til 10,-.

3. Bundsikringslag

Mængden er fundet til $2605 \text{ m}^3 \sim 2600 \text{ m}^3$ i Novapoint. En kontrol udføres i nedenstående beregning.

$$V_{bundsikringslag} = 5 \text{ m} \cdot 463 \text{ m} \cdot 0,590 \text{ m} + (1,5 \text{ m} \cdot 463 \text{ m} \cdot 0,590 \text{ m}) \cdot 2 = 2185 \text{ m}^3$$

Det ses i Bilag 6 – Vejens tværsnit, at der ved at benytte dette areal ikke medtages alle arealer, det vælges derfor at benytte mængden fra Novapoint.

Enhedsprisen er fastsat til 90,-.

4. Stabile grusbærelag

Her regnes med arealet på kørebanen og en halv meter herudover, se Tegning 05.01 – Normaltværsnit.

$$A_{stabile grusbærelag} = 5 \text{ m} \cdot 463 + (0,5 \text{ m} \cdot 463 \text{ m}) \cdot 2 = 2778 \text{ m}^2 \sim 2800 \text{ m}^2$$

Enhedsprisen er fastsat til 45,-.

5. Asfaltarbejder

5.1 Grusasfaltbeton (GAB)

Her regnes med arealet på kørebanen, samt 0,5 herudover ved GAB 0 og 0,1 m ved GAB 1.

$$A_{GAB\ 0} = 5\ m \cdot 463 + (0,05\ m \cdot 463\ m) \cdot 2 = 2361\ m^2 \sim 2350\ m^2$$

Enhedsprisen er fastsat til 110,-.

$$A_{GAB\ I} = 5\ m \cdot 463 + (0,1\ m \cdot 463\ m) \cdot 2 = 2407\ m^2 \sim 2400\ m^2$$

Enhedsprisen er fastsat til 120,-.

5.2 Asfalt beton (AB)

Her regnes med arealet på kørebanen.

$$A_{AB} = 5\ m \cdot 463 = 2300\ m^2 \sim 2300\ m^2$$

Enhedsprisen er fastsat til 60,-.

6. Kørebaneafmærkning

Mængder er optalt efter Tegning 07.01 – Afmærkningsplan.

7. Beskiltningsarbejde

Mængder er optalt efter Tegning 07.01 – Afmærkningsplan.

8. Kørebaneafmærkning

Der opsættes kantpæle for hver 100 m på begge sider.