



AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Byggemodning af område til boligformål ved Høgevej i Videbæk

Marianne Schnedler Sonne



Byggeri og Anlæg
AAU Esbjerg
19/10-2020 til 8/1-2021



AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Byggeri og Anlæg
Aalborg Universitet Esbjerg

Synopsis

Titel:

Byggemodning af område til boligformål
ved Høgevej i Videbæk.

Projektperiode:

19. oktober 2020 - 8. januar 2021

Projekttype:

Diplomingeniørprojekt

Forfatter:

Marianne Schnedler Sonne

Projektvejleder:

Mads Jeppesen

Forsidebillede:

Oversigtsbillede taget fra området for
etape 1 med området for etape 2 i
baggrunden.

Sidetæl:

63 + appendiks og bilag
Vedlagt tilbudsliste og tegningsmappe

Afleveringsdato:

8. januar 2021

Denne rapport omhandler
udstyknings af byggegrunde
ved Høgevej i Videbæk og
byggemodningen i forbindelse
med dette. Det drejer sig om to
boligveje med tilsammen 25
byggegrunde.

Projektet omfatter en
forundersøgelse af området
hvor grundlaget for
projekteringen er undersøgt og
gennemgået.

Veje og stier er projekteret og i
rapporten er linjeføring,
længdeprofiler, tværsnit m.v.
beskrevet og illustreret. Her
har særligt terrænet givet
udfordringer.

Der er desuden projekteret
ledninger til afledning af regn-
og spildevand fra grundene.
Det har her været nødvendigt at
udarbejde en løsning som
afviger fra den oprindelige plan
for området.

Slutteligt er der udarbejdet en
tilbudsliste med en
overslænsris på projektet.



FORORD

Denne rapport er udarbejdet af Marianne Schnedler Sonne, studerende på 7. semester på studiet Byggeri og Anlæg som afslutning på uddannelsen.

Rapporten omhandler byggemodningen af et område til boligformål i Videbæk. Området består af to boligveje samt en mindre forlængelse af fordelingsvejen samt fællestier i området. Området er analyseret og veje og stier samt regnvands- og spildevandsledninger er projekteret.

Projektet er udarbejdet i samarbejde med Ingeniørgruppen AS og der skal lyde en stor tak til dem for et godt samarbejde og god vejledning. Især skal nævnes Mads Jeppesen og Daniel Gärtner som skal have tak for deres store tålmodighed og grundige vejledning.

Læsevejledning

Rapporten er inddelt i to dele; en forundersøgelse og en projektering. Forundersøgelsen indeholder en analyse af området som grundlag for projekteringen. Dele af forundersøgelsen har været anvendt i projekteringen, andet har vist sig ikke at blive relevant, men er medtaget for at illustrere at det er nødvendigt at være grundig i forarbejdet for ikke at overse detaljer der kan vise sig vigtige senere.

Projekteringen indeholder beskrivelse og illustrationer af veje, stier og afvanding. Beregninger i forbindelse med projektering, som er udarbejdet i Excel er vedlagt i appendiks. Der er desuden vedlagt en tegningsmappe med vejplaner, kloakplaner, tværsnit og længdeprofiler og en tilbudsliste med overslagspris på projektet.

Figurer, tabeller og ligninger er nummereret i den rækkefølge de optræder i rapporten i henhold til det respektive kapitelnummer.

Kilder er angivet [Forfatter/udgiver, udgivelsesår] og kildeliste er bagerst i rapporten hvor kilder er angivet i alfabetisk rækkefølge. Hvor en hjemmeside ikke har haft et tilgængeligt udgivelsesår, er årstallet i kildehenvisningen angivet u.d. Hvor samme forfatter/udgiver optræder flere gange, f.eks. Ringkøbing Skjern kommune, er kilden nummereret således at kildehenvisningen er angivet [Forfatter/udgiver 1, udgivelsesår].

Anvendte programmer

Til projekteringen er følgende programmer anvendt:

AutoCAD Civil 3D

Microsoft Excel



INDHOLDSFORTEGNELSE

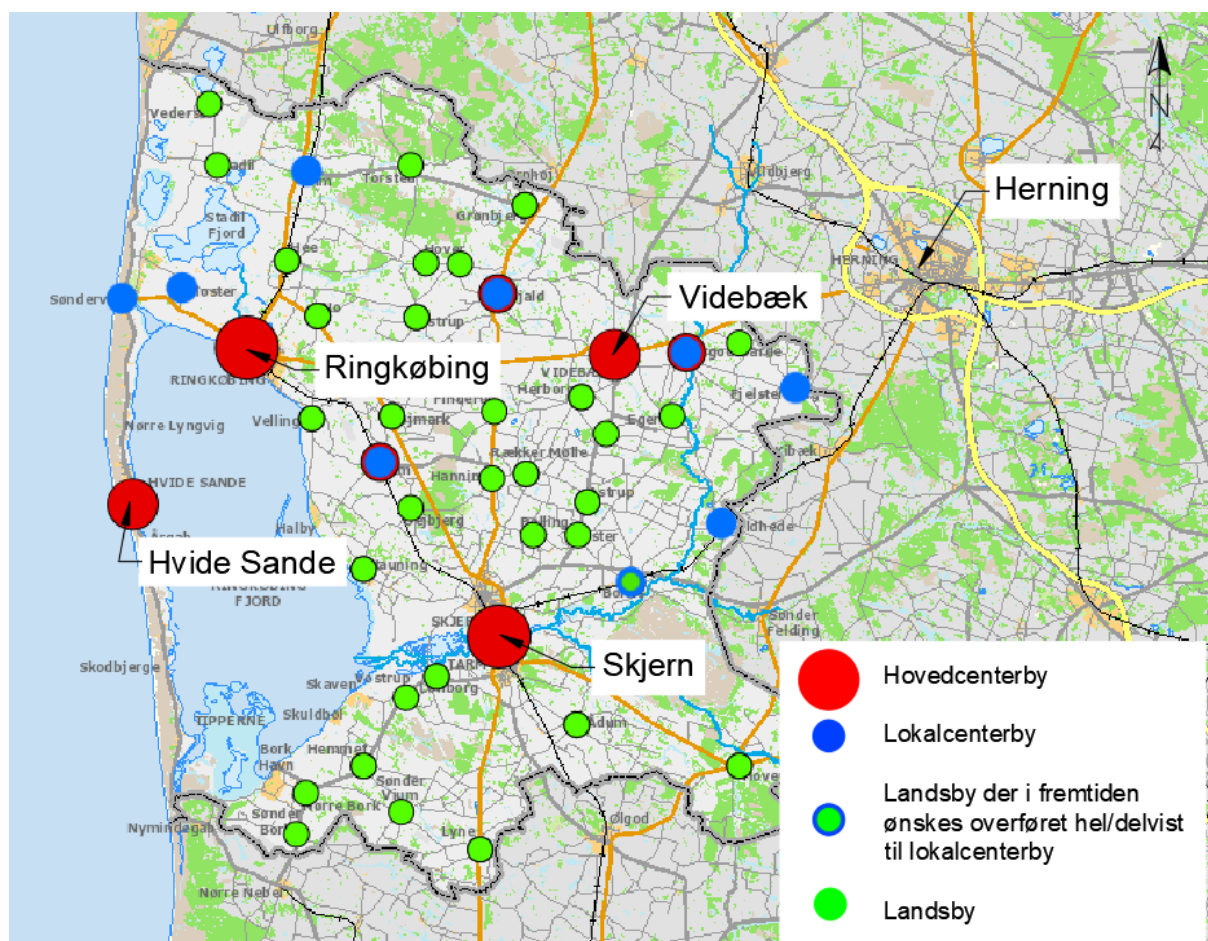
1	INDLEDNING	1
FORUNDERSØGELSE		5
2	FORUNDERSØGELSE	6
2.1	Lokalplan	6
2.2	Spildevandsplan	8
2.3	Topografi	10
2.4	Geologi og grundvand	11
2.5	Boringer i nærheden	14
2.6	Bindinger	15
2.7	Drænledninger	16
2.8	Recipenter	19
2.9	Fotodokumentation af området	20
3	SAMMENFATNING	21
3.1	Problemformulering	22
3.2	Afgrænsning	22
PROJEKTERING		23
4	DIMENSIONERING AF BEFÆSTELSE	24
4.1	Vej C-C og D-D	24
4.2	Vej A-A	27
4.3	Fællesstier	29
5	TRACÉRING	29
5.1	Linjeføring veje generelt	30
5.2	Længdeprofil veje Generelt	32
5.3	Tracéring vej A-A	33
5.4	Tracéring vej C-C	34
5.5	Tracéring vej D-D	36
5.6	Oversigtsforhold vej C-C og D-D	40
5.7	Tracéring fællesstier	41
6	VEJPLAN	48
6.1	Kantsten	48
6.2	Rabat og ledninger	49
6.3	Vejprofiler	51
6.4	Vendepladser	51
6.5	Tilslutning til vej A-A	53
6.6	Afmærkning og skiltning	54
7	AFVANDING	55
7.1	Regnvandsledninger	56
7.2	Spildevandsledninger	58
7.3	Brønde	60
8	MÆNGDER	60



9	UDBUD	61
10	KONKLUSION	62
APPENDIKS.....		64
BILAG		1
REFERENCER		20

1 INDLEDNING

Videbæk er beliggende i Ringkøbing-Skjern Kommune. Byen har 4.273 indbyggere og er klassificeret som hovedcenterby i Ringkøbing-Skjern Kommunes kommuneplan. Dermed er byen anset som en af de vigtigste og største byområder i kommunen med stor koncentration af arbejdspladser og specialiserede udsalgsvarehandel. Sammen med de øvrige tre hovedcenterbyer anses Videbæk som kommunens primære drivkraft og udviklingsdynamo. Videbæk ligger mellem Ringkøbing og Herning, forbundet af hovedvej, og beboere i byen har derfor nem adgang til arbejdspladser og byliv i disse større byer. Af Figur 1 ses Videbæks placering i kommunen, samt kommunens øvrige byer efter klassificering.

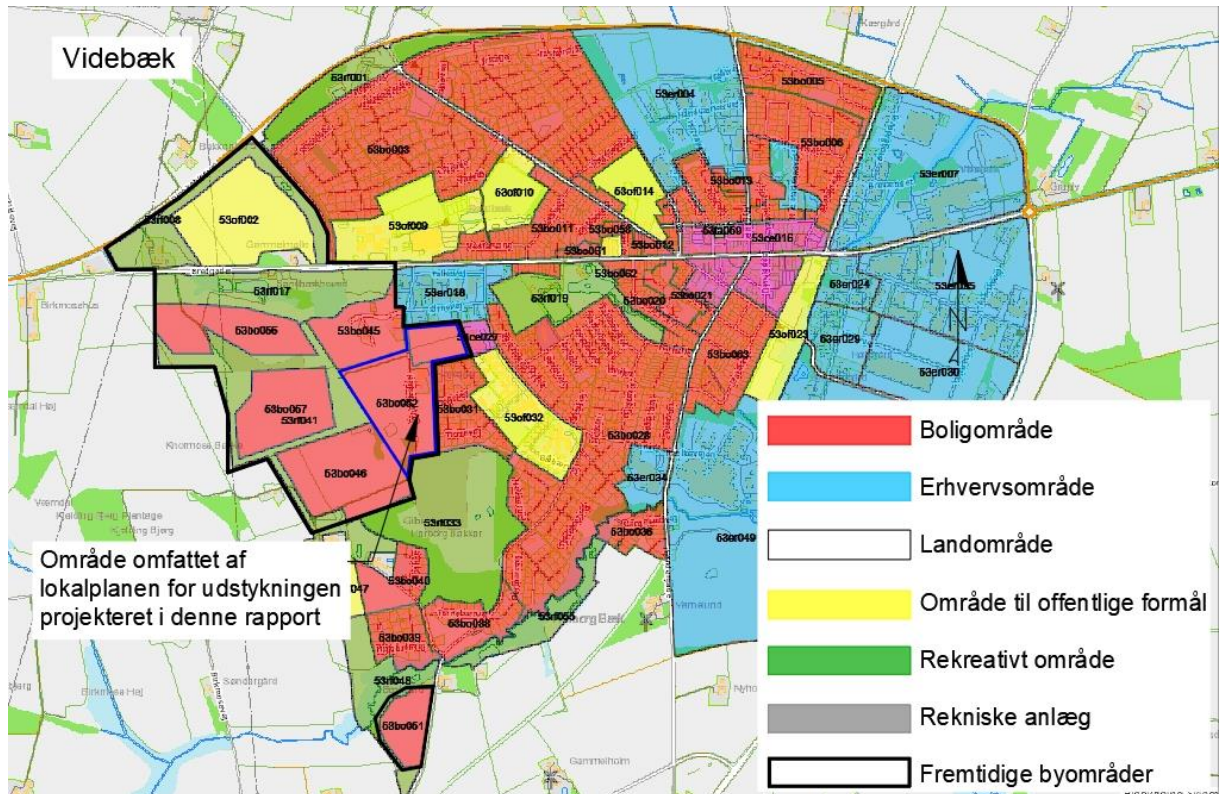


Figur 1: Kort over byer i Ringkøbing-Skjern Kommune klassificeret efter størrelse og bytype. (Ringkøbing-Skjern Kommune 1, 2017)

Ringkøbing-Skjern Kommune forventer en befolkningstilvækst i Videbæk på 6,1% frem til 2028 (Ringkøbing-Skjern Kommune 2, 2017). Det planlægges at udvide byen med boligområde mod vest og erhvervsområde mod øst, de planlagte udvidelser mod vest ses af Figur 2.



Denne rapport omhandler en del af den planlagte udvidelse mod vest, hvor der er lavet lokalplan for et område med henblik på etablering af både parcelhuse, rækkehuse, etagebyggeri og mulighed for etablering af offentlig institution som f.eks. daginstitution. Placeringen af området dækket af denne lokalplan ses af Figur 2 og et oversigtskort over området med matrikelnumre ses af Figur 3.



Figur 2: Arealanvendelse for Videbæk. Området for lokalplanen der dækker udstykningen er indtegnet med blå linje. (Ringkøbing-Skjern Kommune 3, 2017).

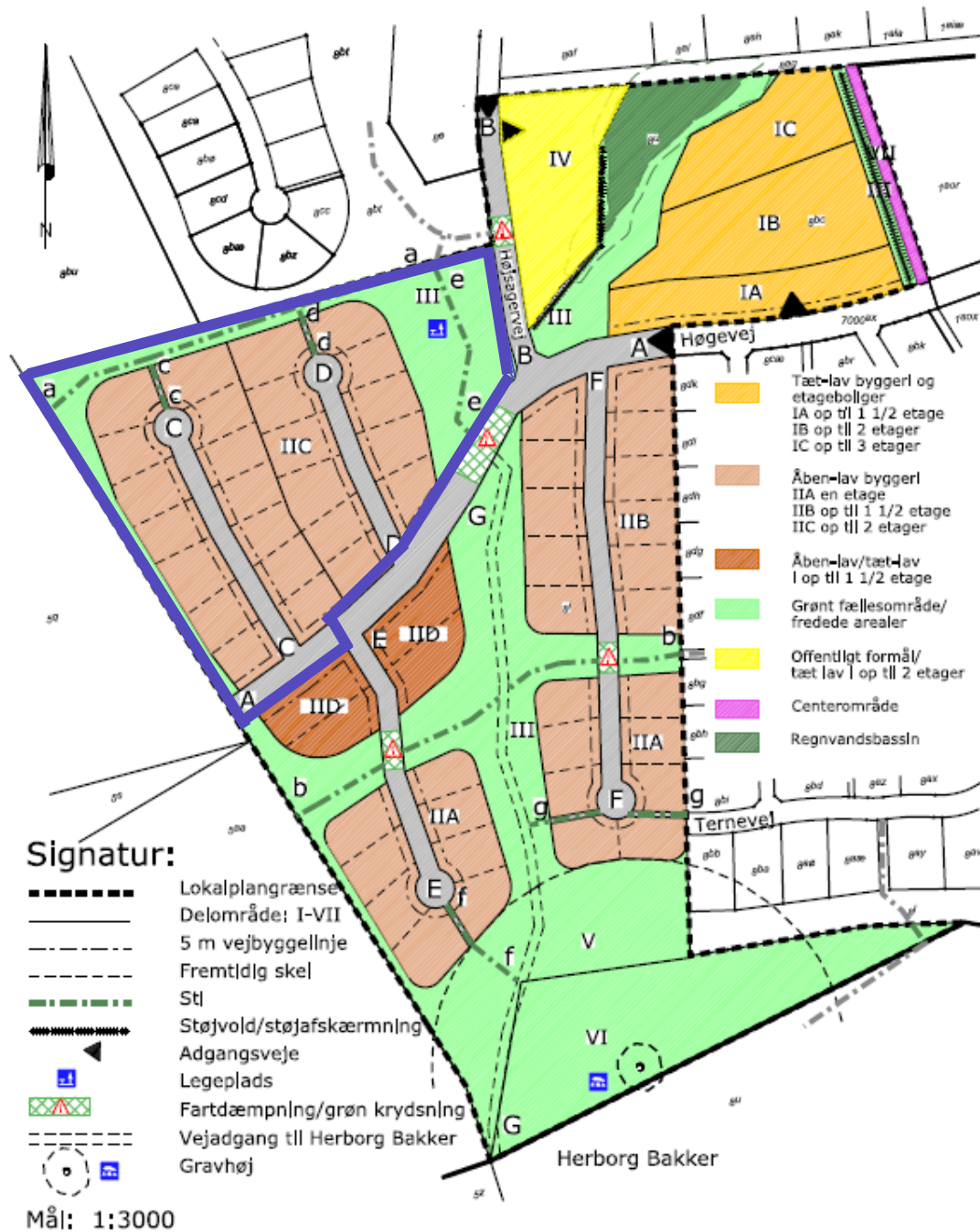


Figur 3: Oversigtskort med matrikelnumre over området der skal byggemodnes over de kommende år. Gården placeret på matrikel 8i er under nedbrydning.

De tre matrikler er i dag opkøbt af Hansen og Larsen A/S, som er bygherre på projektet. Den totale byggemodning af området er opdelt i flere etaper. Etape 1, omfattende to boligveje samt et regnvandsbassin, er projekteret og byggemodningen er i gang med forventet afslutning primo februar 2021. Denne rapport omhandler således etape 2, hvor der skal etableres to boligveje med tilsammen 25 byggegrunde og en forlængelse af fordelingsvejen samt afvanding af disse samt de tilstødende matrikler. En dispositionsplan for området ses af Figur 4 hvor etape 2, i lokalplanen omtalt som område IIC og III, er indtegnet med blå.

Dispositionsplan

For et område til boligformål ved Høgevej | Videbæk



Figur 4: Dispositionsplan over lokalplansområdet. Denne rapport omhandler projekteringen af området IIC og III markeret ved blå linjer. Dispositionsplan er udarbejdet af Landinspektør Vest.



FORUNDERSØGELSE



2 FORUNDERSØGELSE

I dette kapitel vil etape 2 blive screenet, for at sikre et godt grundlag for projekteringen. En omhyggelig screening er forudsætningen for at projekteringen bliver så præcis som mulig, således at rettelser under udførelsen af byggemodningen undgås i videst muligt omfang.

2.1 LOKALPLAN

Området er omfattet af Ringkøbing-Skjern Kommunes kommuneplan og lokalplan 452. Hvor kommuneplanen sætter de overordnede rammer og mål for Videbæk, så indeholder lokalplanen de specifikke bindinger for byggemodningen. Kommuneplanen vil således ikke blive gennemgået, hvorimod lokalplanens bestemmelser som påvirker den del af byggemodningen som omhandler vejprojektering og afvanding herunder gennemgås.

Den 16. juni 2020 vedtog byrådet lokalplan 452 som dækker området der fremgår af dispositionsplanen, se Figur 4 (Ringkøbing-Skjern Kommune 4, 2020). Her planlægges fire boligveje med parcelhuse, et område med rækkehuse og etagebyggeri op til 3 etager samt mulighed for at etablere offentlig institution. Desuden udlægges der grønne arealer til ophold og til placering af regnvandsbassiner. Boligveje forbindes via stier til de grønne arealer samt til omkringliggende parcelhuskvarterer.

For projektering af veje og stier skal følgende fra lokalplanen fremhæves:

- Større ændringer af vejforløb kan kun laves på baggrund af en dispensation eller ny lokalplan. Vejene kan dog flyttes nogle meter i forbindelse med den endelige projektering.
- Der kan i forbindelse med byggemodningen foretages nødvendige terrænreguleringer, således at det sikres at overfladevand kan afledes til regnvandsbassiner. Terrænregulering skal begrænses, så eksisterende landskabstræk i videst muligt omfang bevares.
- Efter byggemodning må der ikke foretages terrænregulering med mere end +/- 0,5 meter.
- Adgang til boligveje sker ved en forlængelse af Høgevej, fremover betegnet vej A-A, se Figur 5.
- Vej A-A udlægges med et vejudlæg på 16 meter, indeholdende vejens anlægsbredde på 6 meter samt delt cykelsti/gangsti i begge sider af vejen med en anlægsbredde på 1,8 meter og rabat. Desuden anlægges vejen uden direkte adgang fra de enkelte matrikler.
- Boligvejene betegnes vej C-C og D-D og udlægges med et vejudlæg på 11 meter og en vejbredde på 5,5 meter.



- For enden af vej C-C og D-D etableres vendepladser. Disse skal være minimum 15x15 meter. Hvis der etableres cirkelformede vendepladser, skal kørebanearealet minimum være 18 meter i diameter, dertil skal lægges rabattens bredde. Vendepladserne skal dimensioneres, så en 12 meter lastvogn kan vende.
- Stierne anlægges i en bredde på 3 meter med enten asfalt eller permeabel belægning.
- Ved krydsning mellem vej og sti, skal der etableres fartdæmpende foranstaltninger.
- Belysning af veje og stier skal udføres med nedadrettet lyskilde.
- Der skal etableres en befæstet kørevej for redningskøretøjer til regnvandsbassiner.

For projektering af afløbsplan skal følgende fra lokalplanen fremhæves:

- Den enkelte ejendom må maksimalt befæstelse med vandtæt belægning på 50% af grundens areal.
- Bebyggelsesprocenten er på maksimalt 30%.
- Der er mulighed for at etablere regnvandsbassiner med tilhørende tekniske anlæg i de grønne områder.
- Regnvandsbassiner skal dimensioneres efter kommunens retningslinjer for våde bassiner.
- Boligvejene kan anlægges med permeabel belægning.

Veje og stiers fremtidige benævnelse er angivet på Figur 5.

Det er i lokalplanen hensigten, at Høgevej skal forlænges fra boligvej C-C til kanten af lokalplansområdet. Dette skyldes, at der i kommuneplanen er planlagt en senere udbygning mod vest. Det er dog i indeværende rapport vurderet, at det vil være mest hensigtsmæssigt at vente med forlængelsen til området mod vest byggemodnes, da der kan gå flere år før dette sker. Således undgås det, at det sidste stykke af Høgevej fremstår som et stykke "død" vej i den mellemliggende periode.



Figur 5: Illustration af de veje, stier og grønne arealer der projekteres i denne rapport. Veje og stier er angivet ved deres bogstav, således at forlængelsen af Høgeveje har betegnelsen A-A, boligvejen har henholdsvis C-C og D-D, og stier er navngivet a-a, c-c, d-d og e-e. Illustration modificeret udgave af illustration fra Spildevandsplanen (Ringkøbing-Skjern Kommune 4, 2020).

2.2 SPILDEVANDSPLAN

Byggemodningen er ikke beskrevet i Spildevandsplanen for Ringkøbing-Skjern Kommune og der skal udarbejdes et tillæg til spildevandsplanen i forbindelse med byggemodningen. Dette tillæg skal bl.a. indeholde en beskrivelse af projektet samt en screening af projektets miljøpåvirkning, i det omfang projektet er omfattet af en



sådan miljøvurdering og en oversigt over berørte matrikler og arealbehov. Der skal være opmærksomhed på, at udarbejdelsen af tillægget til spildevandsplanen indarbejdes i den overordnede tidsplan for projektet. Tillægget skal ikke alene udarbejdes, men også behandles i Teknik- og Miljøudvalget, sendes i 8 ugers offentlig høring, evt. tilrettes af embedsværket, igen behandles i Teknik- og Miljøudvalget og til slut godkendes af byrådet.

Fra spildevandsplanen og tilhørende bilag om dimensioneringspraksis skal fremhæves (Ringkøbing-Skjern Kommune 5, 2019):

- Det er Ringkøbing-Skjern Kommunes mål, at tag- og overfladevand i nye kloakoplande, i videst muligt omfang, håndteres ved lokal nedsivning for at minimere udledning til recipienterne.
- For at forbedre recipienternes økologiske tilstand skal der, hvis muligt, etableres bassiner før udløb af regnvand til recipient.
- Der gives, som udgangspunkt, ikke tilladelse til forøgelse af regnbetingede udledninger til recipienter, hvor den økologiske tilstand i forvejen ikke er opfyldt som følge af udledning af regnvand og/eller rensset spildevand. Der kan dog dispenseres fra dette, hvis der laves en handleplan med henblik på en generel reduktion i belastningen af pågældende recipient.
- Ved dimensionering af regnvandsledninger må der ikke ske oversvømmelse af terræn oftere end hvert 5. år.
- Sikkerhedsfaktor skal sættes til 1,39 ved dimensionering af nye kloakker.
- Den hydrologiske reduktionsfaktor skal sættes til 0,8.
- Simple ledningsstrækninger af nye kloakker kan beregnes uden brug af modeller. Ved simple beregninger skal der benyttes en regnintensitet inkl. sikkerhedsfaktor og hydrologisk reduktionsfaktor på 260 l/s/red.ha. ved dimensionering af regnvandsledninger.
- Faskiner dimensioneres efter en 5 års hændelse og med klimafaktor 1,2.
- I borenære beskyttelsesområde må overfladevand fra tage og indkørsler ikke ledes til faskine hvis tagplade eller tagrende består af bly, zink, kobber eller tagpap eller når der er anvendt pesticider og/eller algefjerner.
- Ved kloakering etablerer forsyningen skelbrønde med en dybde på mindst 1,2 meter i forhold til vejniveau. Hvis ejeren ikke kan få afløb til brønden ved gravitation, skal ejeren pumpe afløbet til skelbrønden.

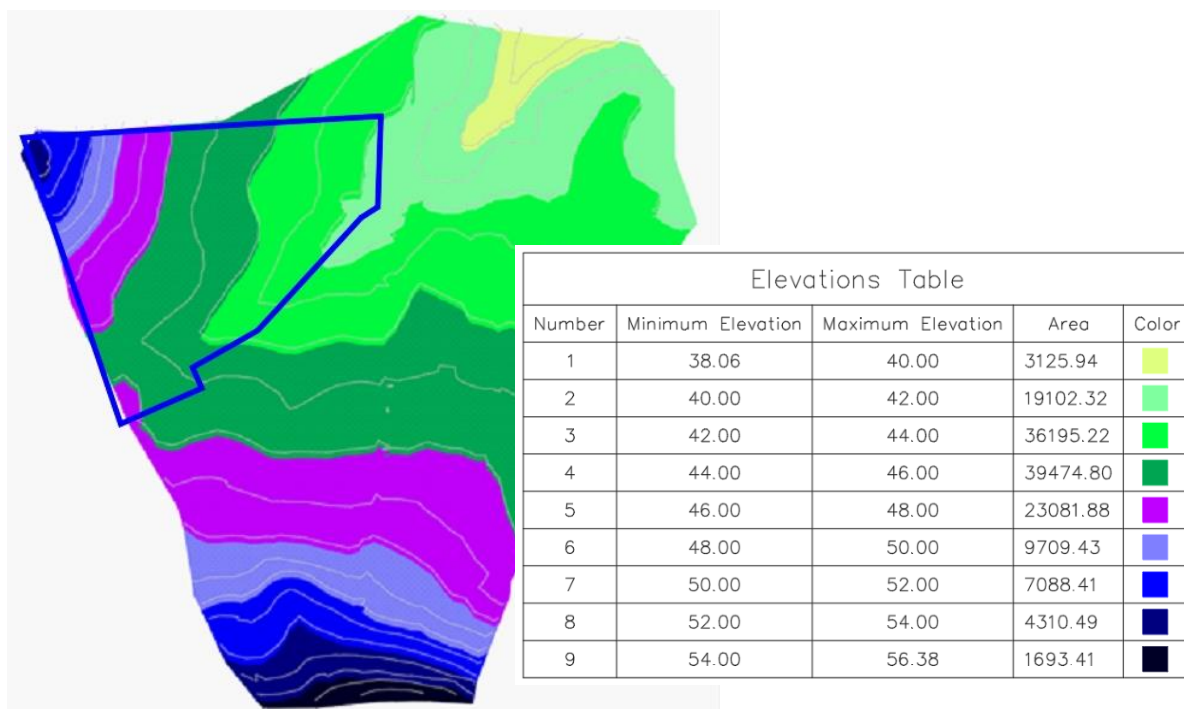
I det tilfælde at tag- og overfladevand planlægges håndteret ved nedsivning, anvendes beslutningsmatricen i Figur 6 til indledende screening.

Kategori	Indvinding af drikkevand	Boringsbeskyttelse (300/150 m)	Vandløb, søer eller dræn (25 m zoner)	Grundvandspejl	Jordarter i de øverst jordlag	Jordforurening
Egnet	Udenfor OSD/indvindingsoplande	Udenfor	Udenfor	Dybere end 3 meter	Sand	Ingen
Måske egnet	Indenfor OSD/indvindingsoplande, men ikke nitratfølsom	"Bruges ikke"	"Bruges ikke"	1 - 3 meter	Moræneler, ukendt	Lokaliseret - uafklaret -
Uegnet	Indenfor OSD/indvindingsoplande, hvor det er nitratfølsomt	Indenfor	Indenfor	Over terræn og ned til 1 meter under terræn	Ler, gytje, tørv	V1 og V2 kortlagte grunde

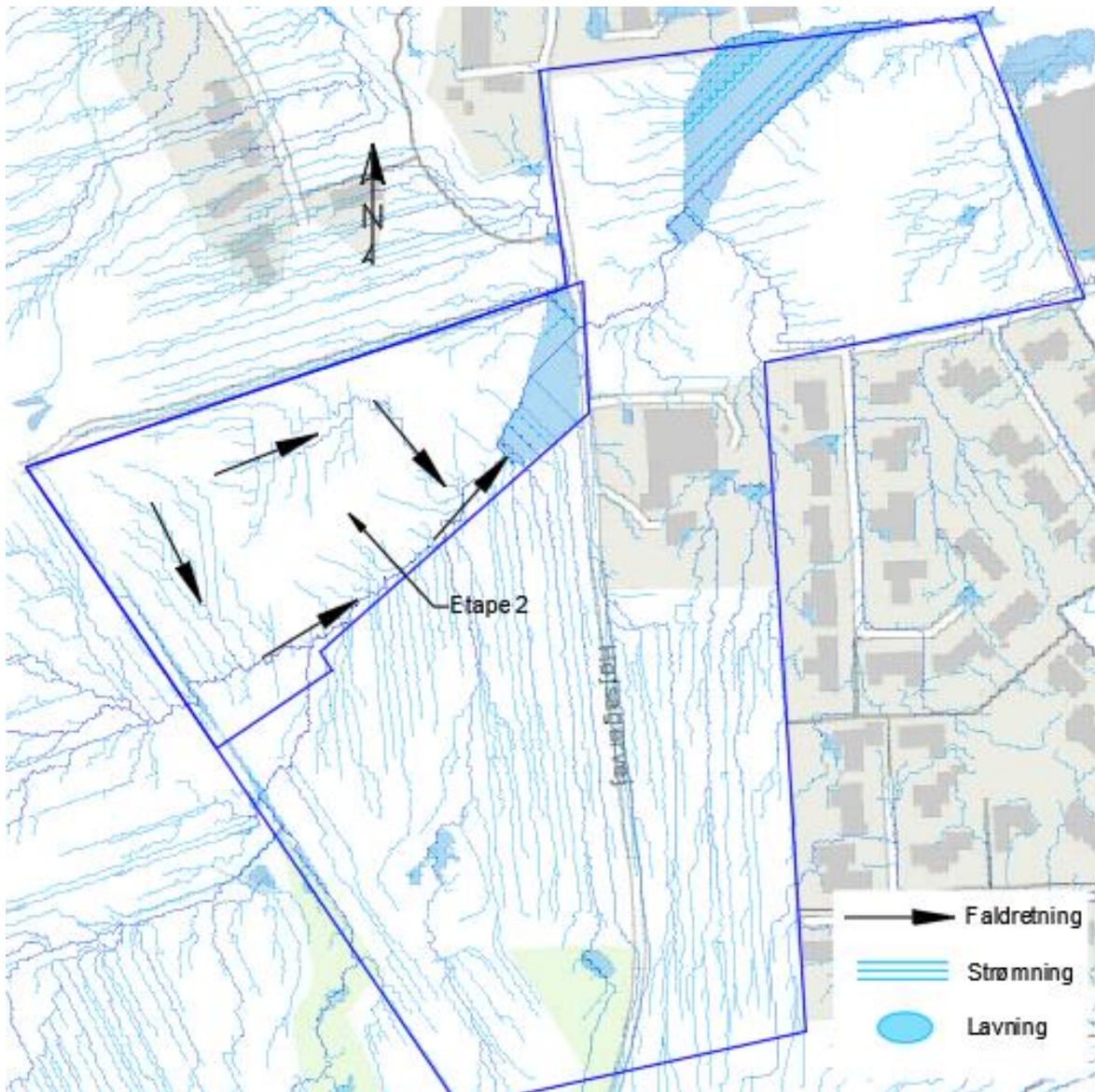
Figur 6: Beslutningsmatrice til indledende screening af egnethed for nedsivning af tag- og overfladevand. (Ringkøbing-Skjern Kommune 5, 2019).

2.3 TOPOGRAFI

Området for etape 2 er karakteriseret ved, at landskabet i det nordvestlige hæver sig betragteligt. Således er højdeforskellen på den østlige og vestlige del af etape 2 omkring 13 meter. Langs den nederste del af området er der en lang lavning. Dette vil betyde at boligvejene først har et længdefald for derefter at stige. Faldet ligger ca. 35 meter inde ad de kommende boligveje. Oversigt over landskabets koter i system DVR90 ses af Figur 7 og bluespot analyse samt strømningsretning ses af Figur 8.



Figur 7: Områdets topografi, koter angivet i DVR90. Etape 2 indikeret ved blå streger.



Figur 8: Bluespot og strømningskort. (Miljøstyrelsen, u.d.)

Ud fra disse kort ses det, at den østlige del af etape 2 er lavest. Det kan også ses af Figur 7, at der sker et betydeligt fald på tværretningen af de planlagte boligveje. Der er desuden en lavning nederst i etape 2, hvilket kan vise sig at være en udfordring, når der skal afvandes herfra og til de eksisterende brønde i vej A-A.

2.4 GEOLOGI OG GRUNDVAND

Jordbundsforholdene har betydning for anlægsøkonomien i projektet. I det tilfælde at der er dybe aflejringer af jord uden tilstrækkelig bæreevne, vil det medføre udgift til udskiftning af denne jord med et egnet bærelag i forbindelse med etablering af nye veje.



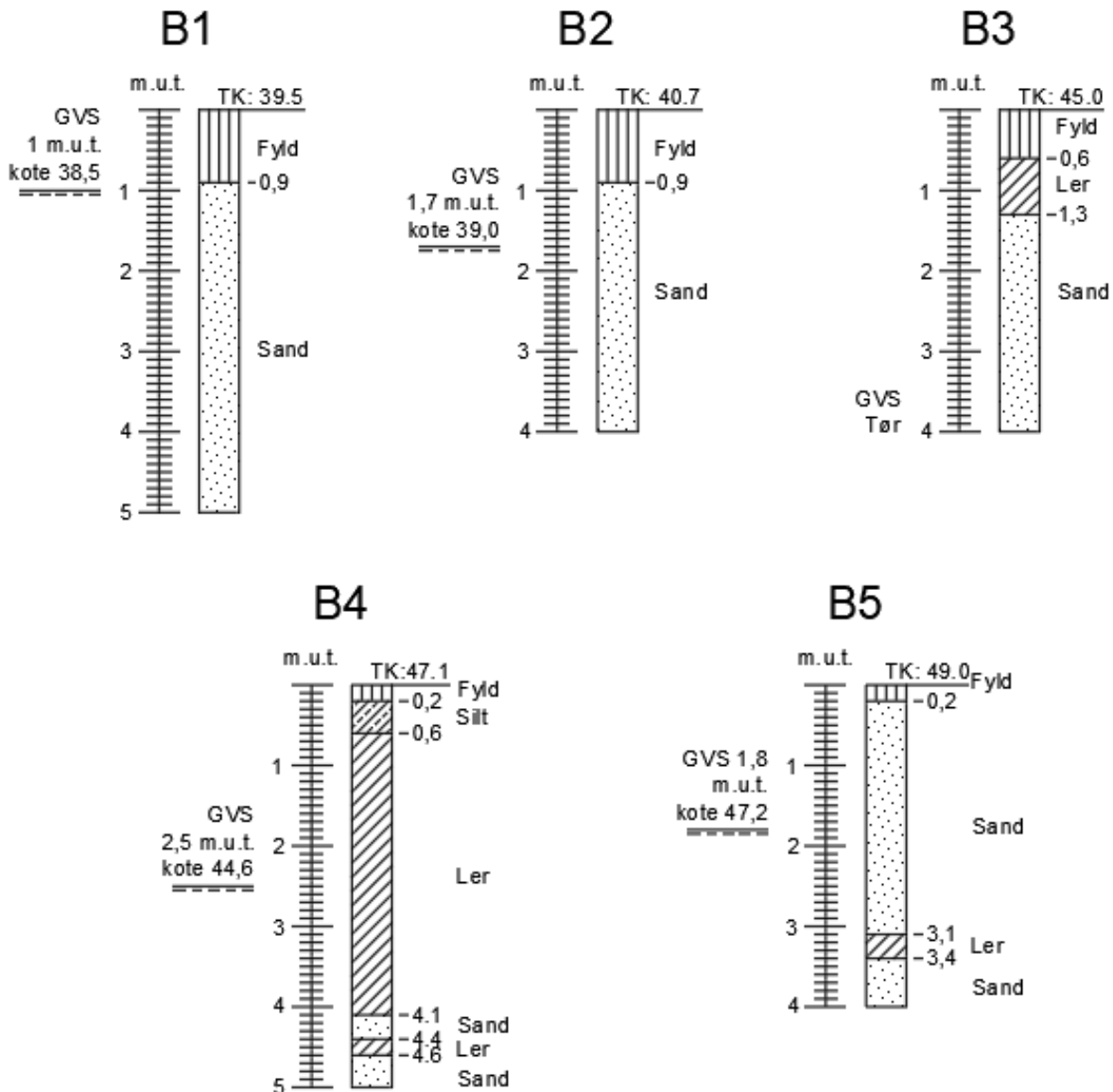
Der er lavet geotekniske undersøgelser i en del af området, dog ikke specifikt i området for etape 2. Der er lavet 5 borer og deres placering ses af Figur 9, den samlede geotekniske rapport ses af bilag 1.



Figur 9: Placering af boreprøver. Billede fra den geotekniske rapport, se bilag 1.

Boreprofilerne ses af Figur 10, hvor det ses hvilke jordtyper der er fundet ved borerne samt grundvandsspejlet på de fem lokationer. Det skal dog bemærkes,

at grundvandsspejlet ikke har haft tid til at stabilisere sig på pejlingstidspunktet og at det er pejlet i januar måned 2019. Det højeste grundvandsspejl kan forventes omkring april efter efterårets og vinterens regnskyl og der kan derfor forventes højere grundvandsspejl end der er målt i de geotekniske undersøgelser. Desuden skal det forventes at grundvandsspejlet vil stige i årene fremover i Vest- og Midtjylland, grundet større fremtidige regnmængder særligt i vinterhalvåret. (GEUS 2, u.d.)



Figur 10: Lagdeling og niveau for grundvandsspejl i de fem borer.

Oversigt over dybde og kote for overside af bærelag ses af Tabel 1 og styrkeværdier for jorden ses af Tabel 2. Begge er uddrag fra den geotekniske rapport.

Tabel 1: Uddrag af tabel fra geoteknisk rapport, bilag 1, med dybde og kote for overside bærelag for de 5 borer.

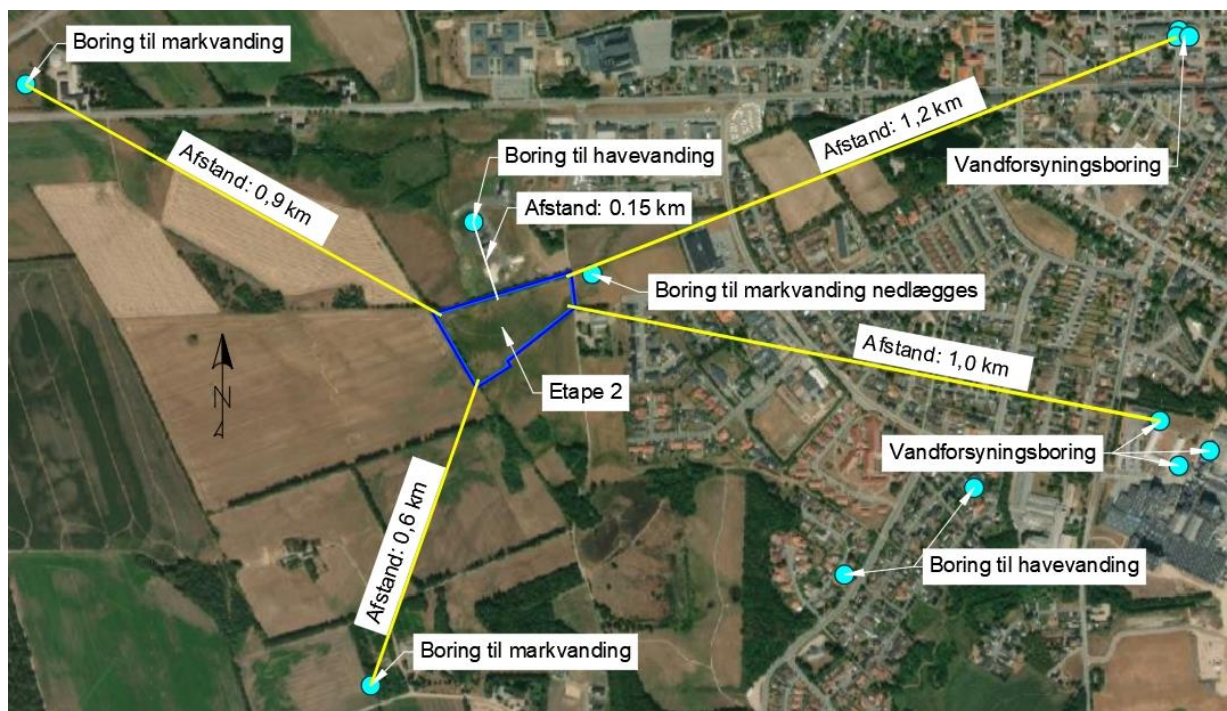
Boring Nr.	Terræn Kote DVR90	OSBL	
		Dybde m u. t.	Kote DVR90
B1	+39,5	0,9	+38,6
B2	+40,7	0,9	+39,8
B3	+45,0	0,6	+44,4
B4	+47,1	0,2	+46,9
B5	+49,0	0,2	+48,8

Tabel 2: Styrkeværdier for jordarterne, tabel fra geoteknisk rapport, bilag 1.

Jordart	γ/γ' (kN/m ³)	$\phi_{k,pl}$ (°)	$c_{u,k}$ (kN/m ²)	$\phi'_{k,pl}$ (°)	c'_k (kN/m ²)	E_{oed} (MN/m ²)
Sand	18/10	35	-	35	-	25
Silt	19/9	-	60	32	-	8
Ler	19/9	-	60-180	21	6-18	5-21
Fyldsand	18/10	37	-	37	-	50

2.5 BORINGER I NÆRHEDEN

I forbindelse med eventuel nedsivning af regnvand er det nødvendigt at kende afstanden til vandboringer. Af Figur 11 ses, at der ligger to områder med vandforsyningsboringer øst for området, med en mindste afstand fra etape 2



Figur 11: Afstand fra etape 2 til borer. (GEUS, u.d.).



2.6 BINDINGER

Det skal undersøges hvor vidt etape 2 er omfattet af bindinger der kan have indvirkning på udstykningen. Derfor er området screenet på Danmarks Arealinformation som er udarbejdet af Danmarks Miljøportal, et partnerskab ejet af staten, kommunerne og regionerne. (Danmarks Miljøportal, u.d.).

Etape 2 er screenet for følgende mulige konfliktområder:

- Åbeskyttelseslinje
- Kirkebeskyttelseslinje
- Skovbeskyttelseslinje
- Søbeskyttelseslinje
- Fredskov
- Beskyttede vandløb
- Beskyttede naturtyper, naturbeskyttelsesloven §3 områder
- Natura2000
- Ramsar område
- Beskyttede sten- og jorddiger
- Jordforurening, V1 og V2
- Fredninger
- Boringsnære beskyttelsesområder
- Drikkevandsinteresser
- Nitrat- og sprøjtemiddelfølsomme indvindingsområder for drikkevand
- Aftalearealer for grundvandsbeskyttelse

Området er kun omfattet af drikkevandsinteresser, alle øvrige konfliktpunkter er ikke påvist i området.

OSD

Ringkøbing-Skjern Kommune har i deres kommuneplan 2017-2029 lagt sig fast på nogle generelle tiltagskrav til grundvandsdannelse og -beskyttelse. Kravene er afhængige af, om et område ligger i et område med særlige drikkevandsinteresser, OSD, og/eller et nitratfølsomt indvindingsområde, NFI og hvilken arealanvendelse der er tale om. Screeningen viste, at området er indeholdt i et større område med særlige drikkevandsinteresser, men at området ikke ligger i et nitratfølsomt indvindingsområde, se Figur 12. Når et område ligger i OSD kan kommunen stille forskellige krav til nedsivning. Et eksempel på et krav Ringkøbing-Skjern kunne sætte kunne være, at våde regnvandsbassiner skal udføres med tæt membran. Men for boligområder sætter kommunen ingen begrænsninger, og der kan projekteres uden hensyn til OSD. (Ringkøbing-Skjern Kommune 7, u.d.).

Byrådet har den 6. oktober 2020 vedtaget et forslag til en ny Kommuneplan 2021-2033. Hvis denne vedtages endeligt inden projektet godkendelse, vil det være denne nye kommuneplan som er gældende. Som planen er fremlagt ind til videre, er der ikke sket ændringer mht. dette punkt, og der skal stadig ikke tages hensyn til

OSD. Der skal dog være opmærksomhed på, om der i høringsfasen og indtil den endelige godkendelse sker ændringer af dette. (Ringkøbing-Skjern Kommune 7, u.d.).



Figur 12: Etape 2's placering i udkanten af området for særlige drikkevandsinteresser. (Danmarks Miljøportal, u.d.)

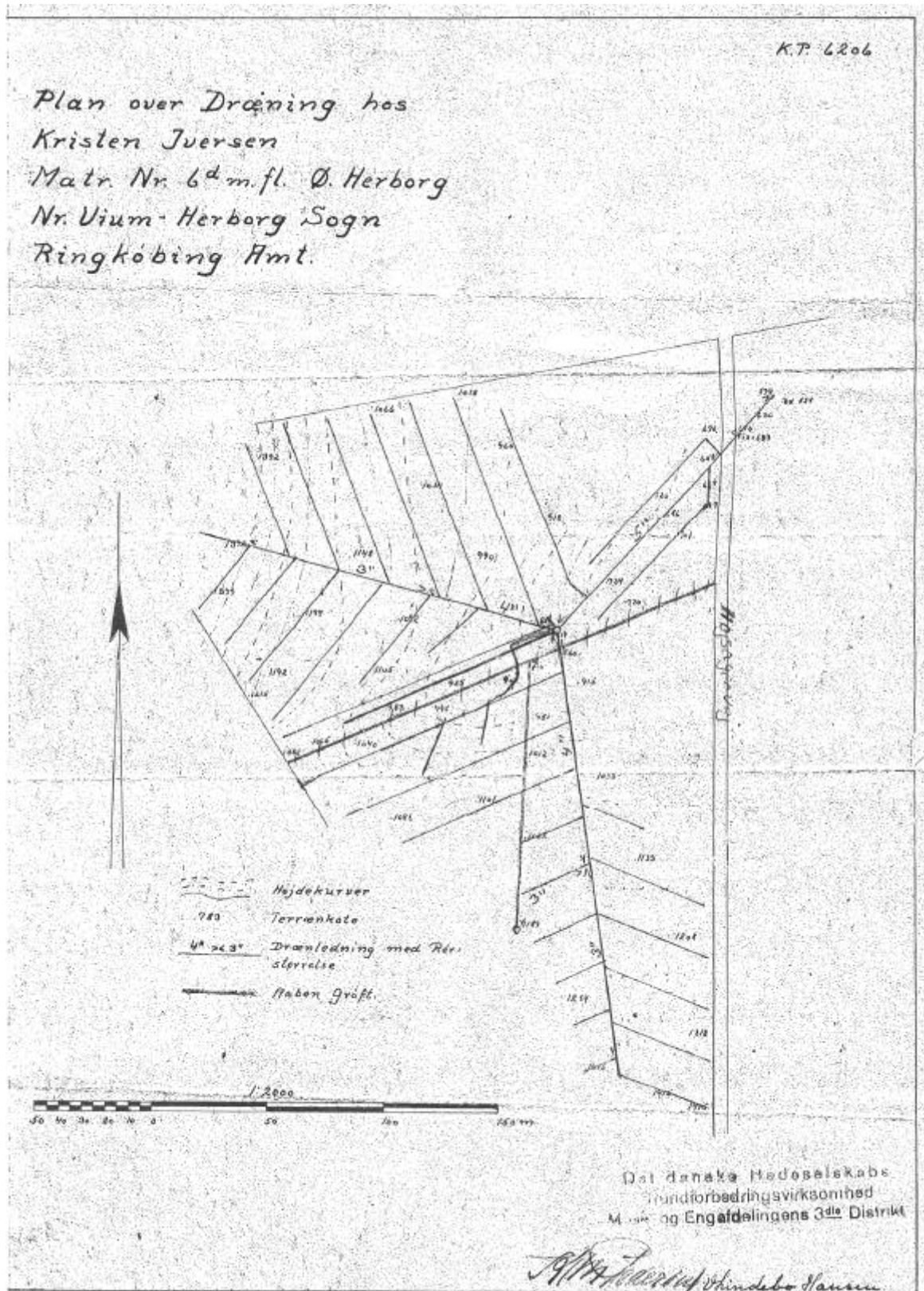
2.7 DRÆNLEDNINGER

På størsteparten af den nye udstykning er der for år tilbage etableret drænledninger for at dræne landbrugsarealet. Drænledningerne er anlagt indenfor området markeret på Figur 13. Bygherre har udleveret den oprindelige plan, udarbejdet af Det danske Hedeselskab, for placeringen af disse drænledninger. Dybden på ledningerne kendes dog ikke. Planen ses af Figur 14.

Drænledningerne bevares, idét de er konstateret velfungerende og der vil være risiko for høj grundvandsstand i de lavtliggende områder hvis drænene fjernes. Derfor skal ledninger som beskadiges i udførelsen af byggemodning reetableres hvis muligt. Der vil ikke i projekteringen blive taget hensyn til eventuelle krydsninger mellem nye ledninger og eksisterende drænledninger, da grundlaget for dette ikke er til stede.



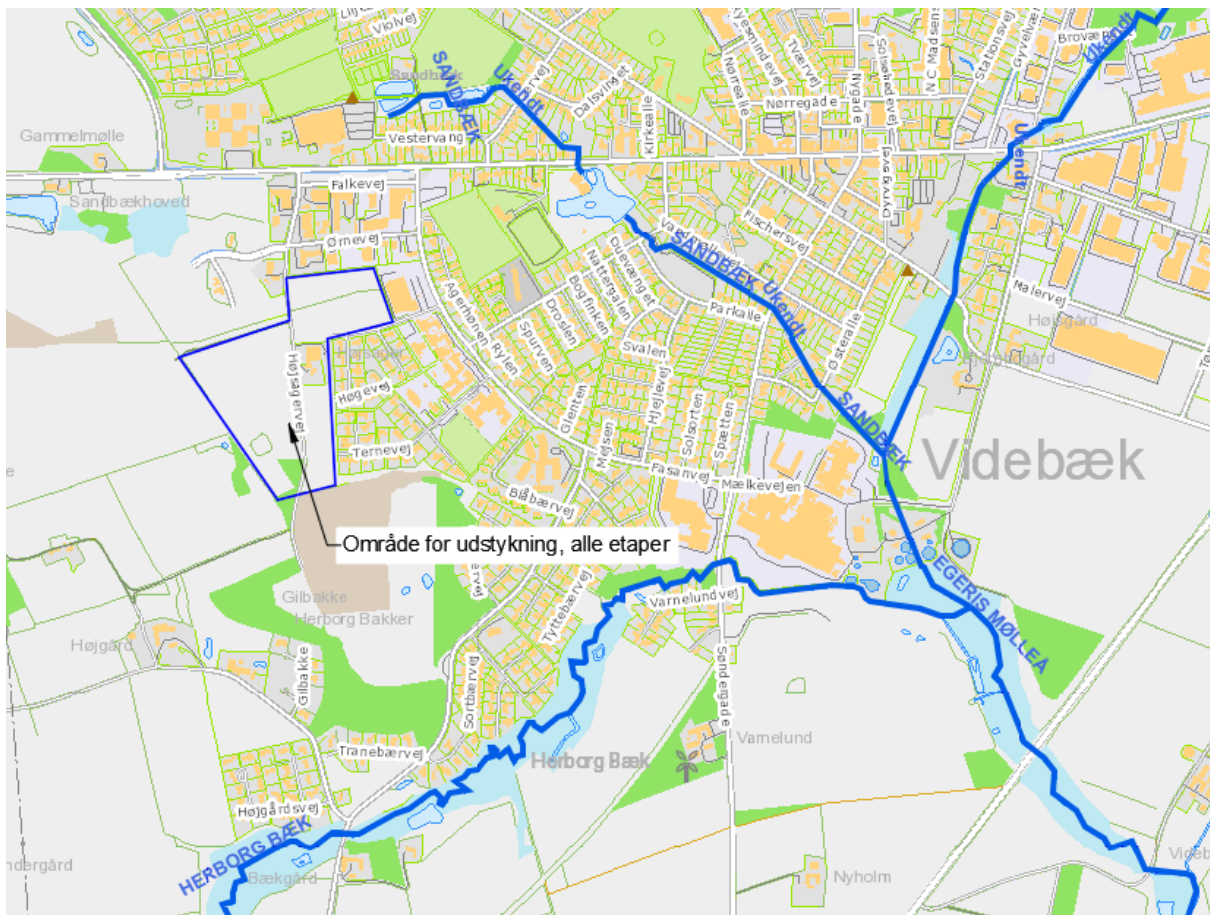
Figur 13: Område indenfor hvilket der er anlagt drænledninger.



Figur 14: Plan over drænelninger udarbejdet af Det danske Hedeselskab og udleveret af bygherre.

2.8 RECIPIENTER

Regnvand skal forsinkes inden det ledes til Sandbæk vest for området for til slut at ende i Ringkøbing Fjord. Der er i forbindelse med etape 1 etableret et regnvandsbassin i området. Recipienter i Videbæk ses af Figur 15.



Figur 15: Vandløb i nærheden af udstykningen. (Ringkøbing-Skjern Kommune 6, u.d.)



2.9 FOTODOKUMENTATION AF OMRÅDET



Billede 1: Område for etape 2, billede taget fra øst. Landskabet hæver sig mod det nordvestlige hjørne.



Billede 2: Højsagervej i forgrunden med etape 2 i baggrunden. Billede taget fra øst.



Billede 3: Område for etape 2 bagerst i billedet, billede taget fra syd. Det forreste i billedet, er etape 1 som er ved at blive byggemodnet.



Billede 4: Område for etape 2 bagerst i billedet, billede taget fra sydøst på Højsagervej. Det forreste i billedet er etape 1 som er ved at blive byggemodnet.

3 SAMMENFATNING

Området er ikke omfattet af bindinger i form af beskyttet natur eller fredninger og det er ikke nødvendig at søge dispensationer i forbindelse med byggemodningen. Området er omfattet af lokalplan som skal indtænkes ved projektering ligesom Ringkøbing-Skjern Kommune har udarbejdet et bilag med dimensioneringspraksis som skal bruges som redskab ved dimensionering af ledninger i området.

Geologien i området er primært sandbund, med områder med leraflejringer. Denne jordbund giver gode forhold for vejbyggeri, dog er der fundet fyld helt ned i 90 cm dybde hvilket kan indikere at der skal ske relativ stor afgravning for at nå fast bund.

Topografien kan vise sig vanskelig, idet terrænet har et dybdefald ca. 35 meter fra den eksisterende fordelingsvej og desuden stiger terrænet meget mod det nordøstlige hjørne. Dette kan give udfordringer med at sikre, at vejene følger



terrænet ved dybdefaldene samt udfordringer med at få tilsluttet ledningerne fra boligvejene til de eksisterende ledninger, idet de skal ligge dybt for at sikre afvanding fra grundene på den laveste side af vejene.

Da området allerede i dag er drænet og det er konstateret at drænene er i drift og velfungerende, indikere det at der kan opstå højere grundvandsstand hvis drænene graves over i forbindelse med byggemodningen og det kommende gravearbejde når grundene skal bebygges.

3.1 PROBLEMFORMULERING

Dette leder til følgende problemformulering:

Hvordan projekteres etape 2 af byggemodningen således at:

- Den eksisterende topografi bevares i størst muligt omfang, og veje tilpasses terrænet.
- Det sikres at der kan ske afledning af regnvand via gravitation fra byggegrundene.

3.2 AFGRÆNSNING

I dette projekt vil der ikke blive taget stilling til om der skal grundvandssænkes i forbindelse med anlægsarbejdet og derfor heller ikke blive projekteret drænledninger eller lignende under vejene.

Der kan i projektet forekomme økonomiske skøn, men der er ikke lavet økonomiske beregninger som grundlag for valg af løsningsmodeller.

Der afgrænses desuden fra projektering af vej og stibelysning som leveres af Ringkøbing-Skjern Forsyning.



PROJEKTERING

4 DIMENSIONERING AF BEFÆSTELSE

I fire ud af fem geotekniske undersøgelser er der fundet sandbund hvilket indikerer frostsikker bund, men den sidste geotekniske undersøgelse viser lerholdigt jord og dermed frosttvivlsom bundforhold. Da der kun er lavet få geotekniske undersøgelser i området og ingen i området for etape 2, antages det at jordbunden er frosttvivlsom. Vejene dimensioneres for en periode på 20 år efter katalogmetoden som gælder for frosttvivlsom jordbund. (Vejdirektoratet, 2017).

4.1 VEJ C-C OG D-D

Boligvejene kan, jævnfør lokalplanen, anlægges med permeabel belægning men de projekteres med almindelig asfalt. Permeabel asfalt kræver jævnlig oprensning og er dyrere for bygherre at etablere end traditionel asfalt og er derfor fravalgt.

Til dimensionering bestemmes antallet af ækvivalente 10-tons akseltryk pr. kørespor i dimensioneringsperioden, $N_{\text{Æ}10}$. Denne kan beskrives ved ligning 4.1. (Vejdirektoratet, 2017).

$$N_{\text{Æ}10} = P \cdot K_F \cdot K_K \cdot K_R \cdot F_{SS} \cdot \sum (F_{\text{Æ}10} \cdot L) \quad 4.1$$

- P er vækstfaktoren. $P = 20$ da der ikke forventes årlig tilvækst i trafikbelastning på boligveje og P dermed er lig dimensioneringsperioden i år.
- K_F er en korrektionsfaktor der tager højde for lastbilernes fordeling over vejens tværsnit. $K_F = 0,5$ da vejen er 2 sporet.
- K_K er en korrektionsfaktor der tager højde for kanalisering af trafikken. $K_K = 1,0$ da der ikke er kanalisering af trafikken.
- K_R er en korrektionsfaktor der tager højde for vridning i rundkørsler og kryds. $K_R = 1,0$ da der ingen kryds er og der ingen vridning sker.
- F_{SS} er en korrektionsfaktor der tager højde for dækmontering. $F_{SS} = 1,2$ for kommuneveje i byen.
- $F_{\text{Æ}10}$ er en korrektionsfaktor der er afhængig af køretøjsart og vejtype. $F_{\text{Æ}10, \text{lastbil}} = 0,15$ for lastbiler på kommuneveje i byen.
- L er antallet af lastbiler pr. år i begge retninger. $L_{\text{lastbil}} = 2 \frac{\text{stk}}{\text{dag}} \cdot 365 \frac{\text{dage}}{\text{år}} = 730 \text{ stk/år}$ da det forventes at der kører 1-2 lastbiler i døgnet, når boligområdet er færdigbygget.

$$N_{\text{Æ}10} = 20 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,15 \cdot 730 = 1314 \quad 4.2$$

$$\frac{N_{\text{Æ}10}}{\text{år}} = \frac{1314}{20} = 65,7 \quad 4.3$$



Det ses af Tabel 3, at boligvejen tilhører trafikklasse T2 hvis $N_{\text{Æ10}}$ er mindre end 7.300 og antallet af lastbiler er mellem 1 og 65 pr døgn i begge regninger tilsammen. Boligvejen tilhører derfor trafikklasse T2.

Tabel 3: Tabel over trafikklasser set i forhold til $N_{\text{Æ10}}$. (Vejdirektoratet, 2017).

Trafikklasse	Lastbiler på vejen pr. døgn i begge retninger tilsammen	$N_{\text{Æ10}}$ pr. døgn i spor (øvre grænse)	Dimensioneringstrafik $N_{\text{Æ10}}$ /år
T0 ¹⁾	Kun lette køretøjer	-	-
T1	Mindre end 1	0,5	75
T2	Op til 65	20	7.300
T3	65 til 120	50	18.300
T4	120 til 560	200	73.000
T5	560 til 1.200	500	180.000
T6	1.200 til 1.500	800	300.000
T7	Mere end 1.500	1.500 ²⁾	500.000 ²⁾
Noter 1) I trafikklasse T0 bør træffes aktive foranstaltninger mod færdsel med tunge køretøjer (mere end 3.500 kg totalvægt), f.eks. tungt snerydningsmateriel. 2) Principielt ubegrænset - de angivne værdier bruges som standardværdier i MMOPP.			

Vejkassen mindste koblingshøjde skal således være minimum 500 mm, jævnfør Tabel 4, da det der er forudsat frosttvivlsom jordbund.

Tabel 4: Mindste koblingshøjde for vej kassen bestemt ud fra trafikklasse og jordbundsforhold. (Vejdirektoratet, 2017).

Risikogruppe	Mindste koblingshøjde		
	Frostsikker ¹⁾	Frosttvivlsom ¹⁾	Frostfarlig ¹⁾
Materiale-typer	Sand og grus uden betydende partier af silt og siltholdigt ler	Moræneler, ler og stabiliseret underbund ³⁾	Silt og meget siltholdige jordarter med mulighed for vandtilførsel, forbrændingsslagge og flyveaske ²⁾ og stabiliseret underbund ³⁾
Trafik-klasse			
T0, T1		400 mm	500 mm
T2		500 mm	700 mm
T3		600 mm	800 mm
T4, T5, T6, T7	Som bestemt ud fra Analytisk-Empirisk Dimensionering	700 mm	900 mm



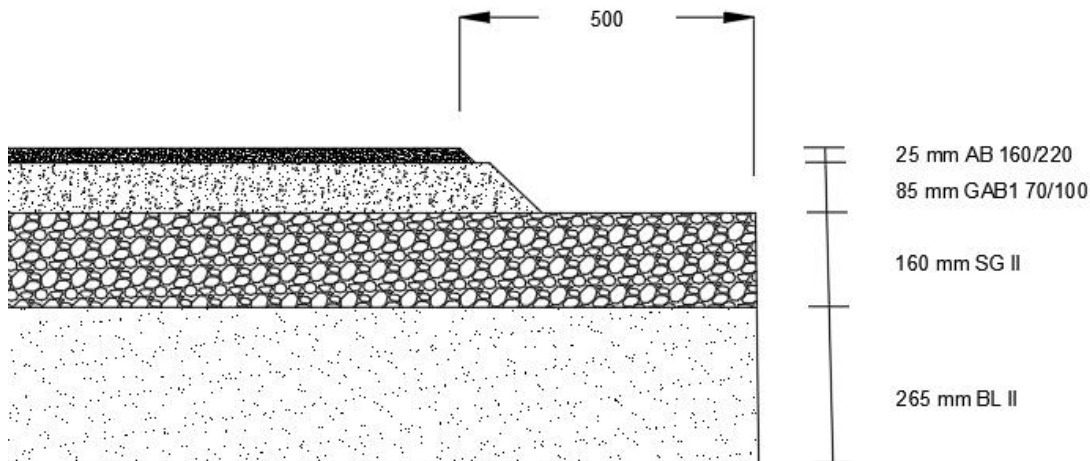
Befæstelsens opbygning kan bestemmes ved opslag i Tabel 5, hvor den valgte opbygning er indrammet.

Tabel 5: Tabel over mulige belægningsopbygninger af vejaksen ved forskellig levetid og trafikklasse. Den valgte opbygning er indrammet. (Vejdirektoratet, 2017).

	Fleksible befæstelser til 10 og 20 års trafik (lagtykkelse i mm)					
Trafik- klasse ¹⁾	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Lastbiler pr. døgn ²⁾	Kun lette køretøjer ⁴⁾	< 1	1-65	65-120	120-560	560-1.200
Æ10- belastning ³⁾		0,5	0,5-20	20-50	50-200	200-500
Asfalt + SG 10 års trafik	30 PA 250/330 100 SG 270 BL	Benyt befæstelse for 20 år ⁵⁾	20 PA 250/330 80 GAB I 70/100 140 SG 270 BL	20 PA 250/330 45 GAB O 70/100 55 GAB I 70/100 160 SG 320 BL	20 PA 250/330 50 GAB O 40/60 65 GAB I 40/60 210 SG 355 BL	
			25 AB 160/220 70 GAB I 70/100 150 SG 255 BL	25 AB 160/220 40 GAB O 70/100 50 GAB I 70/100 170 SG 315 BL	25 AB 70/100 45 GAB O 40/60 60 GAB I 40/60 210 SG 360 BL	30 AB 40/60 50 ABB 40/60 70 GAB I 40/60 220 SG 330 BL
			25 SMA 70/100 65 GAB I 70/100 150 SG 260 BL	25 SMA 70/100 40 GAB O 70/100 50 GAB I 70/100 160 SG 325 BL	25 SMA 40/60 50 GAB O 40/60 60 GAB I 40/60 190 SG 375 BL	30 SMA 40/60 50 ABB 40/60 70 GAB I 40/60 220 SG 330 BL
Asfalt + SG 20 års trafik	30 PA 250/330 120 SG 250 BL	20 PA 250/330 40 GAB O 70/100 100 SG 240 BL	20 PA 250/330 95 GAB I 70/100 150 SG 270 BL	20 PA 250/330 45 GAB O 70/100 75 GAB I 70/100 160 SG 300 BL	20 PA 250/330 50 GAB O 40/60 80 GAB I 40/60 220 SG 330 BL	
			25 AB 160/220 85 GAB I 70/100 160 SG 265 BL	25 AB 160/220 40 GAB O 70/100 70 GAB I 70/100 170 SG 295 BL	25 AB 70/100 45 GAB O 40/60 75 GAB I 40/60 220 SG 335 BL	30 AB 40/60 50 ABB 40/60 85 GAB I 40/60 250 SG 350 BL
			25 SMA 70/100 80 GAB I 70/100 160 SG 275 BL	25 SMA 70/100 40 GAB O 70/100 65 GAB I 70/100 170 SG 300 BL	25 SMA 40/60 50 GAB O 40/60 70 GAB I 40/60 220 SG 335 BL	30 SMA 40/60 50 ABB 40/60 85 GAB I 40/60 250 SG 350 BL
Noter	1) For trafikklasser højere end T5 anvendes MMOPP. 2) Lastbiler på vejen pr. døgn i begge retninger tilsammen, se endvidere Tabel 1. 3) N _{Æ10} pr. døgn i spor, se endvidere Tabel 1. Der er dimensioneret for den øvre værdi i intervallet. 4) Befæstelsestypen er alene tænkt anvendt til stier i parker og tilsvarende, hvor der er truffet aktive foranstaltninger til at sikre, at der ikke forekommer trafik med tunge køretøjer, se endvidere Tabel 1. 5) Minimumslagtykkelser samt overholdelse af nødvendig koblingshøjde medfører 20 års levetid.					

Det er tilstrækkeligt at anvende stabilgrus og bundsikringslag af kvalitet II. (Vejdirektoratet, 2017). GAB1 skal ifølge NCC's produktbeskrivelse påføres slidlag senest kalenderåret efter udførelsestidspunktet, og vælges til disse veje idet det vurderes, at området vil være tilstrækkelig udbygget i løbet af ét kalenderår, til at

slidlaget kan påføres. Alternativt kan vælges GAB0 som kan ligge uden slidlag indtil udgangen af 2. kalenderår, GAB0 er dog en dyrere løsning. (NCC, u.d.). Der laves desuden 50 cm overbredde af stabilgrus og bundsikringsgrus for at sikre tilstrækkelig komprimering under de bundne bærelag, jævnfør vejdirektoratets typetegning 25253. Boligvejenes vejkasseopbygning ses af Figur 16.



Figur 16: Opbygning af vejassen for boligvejene C-C og D-D.

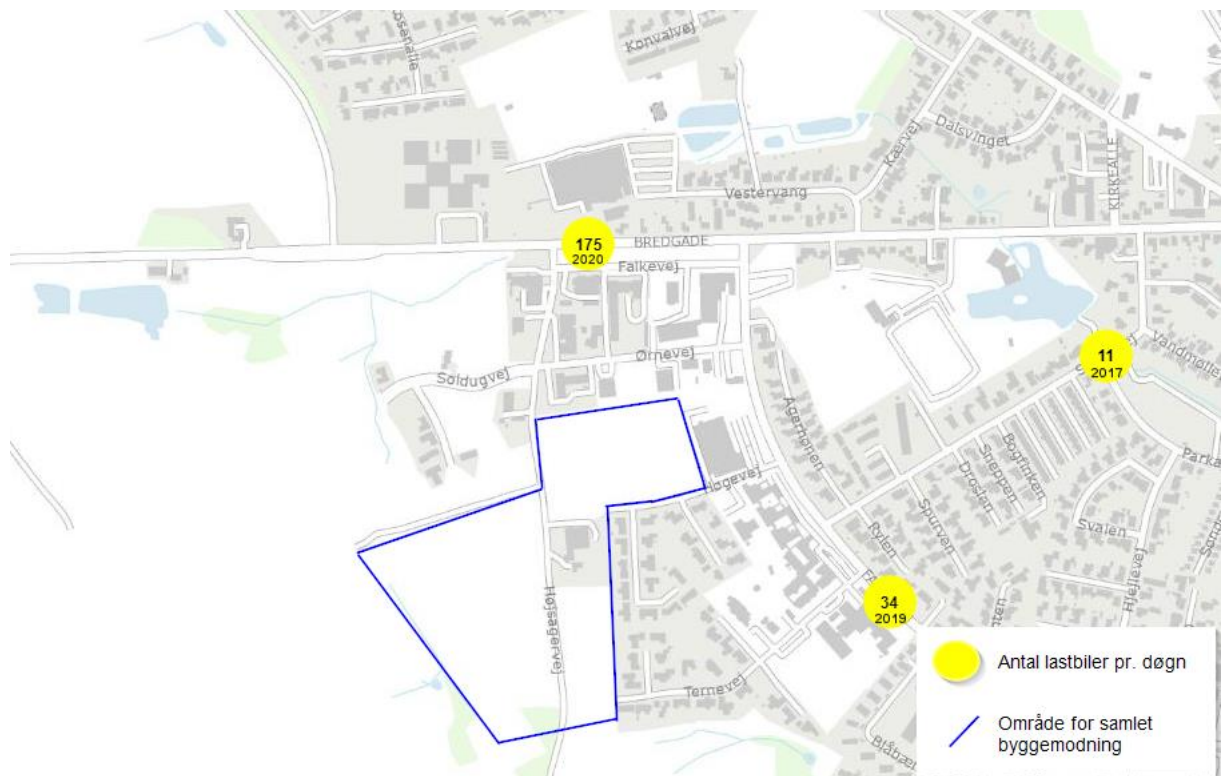
4.2 VEJ A-A

Vej A-A skal i fremtiden anvendes som adgangsvej til et boligområde øst for området behandlet i dette projekt. Desuden er der gjort tanker om en fremtidig omfartsvej rundt om byen, hvor der bliver forbindelse til byen via vej A-A, se Figur 17.



Figur 17: Illustration over den samlede bebyggelse der planlægges, hvor området omkranset af rødt er den samlede byggemodning dækket af lokalplan 452. (Ringkøbing-Skjern Kommune 4, 2020).

For at fastlægge den lastbiltrafik der kan komme i fremtiden på vej A-A tages udgangspunkt i trafiktællinger opgjort i perioden mellem 2017 og 2019, se Figur 18. Denne viser, at der på Fasanvej vest for området er målt 34 lastbiler pr. døgn og at der på Svanevej vest for området kører 11 lastbiler pr. døgn, se Figur 18. (Ringkøbing-Skjern Kommune 8, u.d.). Det antages for dimensioneringen af vej A-A, at den vil betjene denne lastbiltrafik. Der vil derudover kører enkelte lastbiler og renovationskøretøjer til området. Den samlede sum af lastbiler under 12,5 meter sættes derfor til 60, hvilket vurderes på den sikre side.



Figur 18: Trafiktælling hvor antal lastbiler er angivet i gule cirkler. (Ringkøbing-Skjern Kommune 8, u.d.).

- $P = 20$ da der ikke forventes en årlig tilvækst i trafikbelastning ind til Videbæk by og P dermed er lig dimensioneringsperioden i år.
- $K_F = 0,5$ da vejen er 2 sporet.
- $K_K = 1,0$ da der ikke er kanalisering af trafikken.
- $K_R = 1,0$ da vejene er tilnærmelsesvis lige og der ingen vridning sker.
- $F_{SS} = 1,2$ for kommuneveje i byen.
- $F_{\text{A10,lastbil}} = 0,15$ for lastbiler på kommuneveje i byen.
- $L_{\text{lastbil}} = 60 \frac{\text{stk}}{\text{dag}} \cdot 365 \frac{\text{dage}}{\text{år}} = 21.900 \text{ stk/år}$, med udgangspunkt i at der kører 60 lastbiler pr. døgn.

$$N_{\text{A10}} = 20 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,15 \cdot 21.900 = 39420$$

4.4

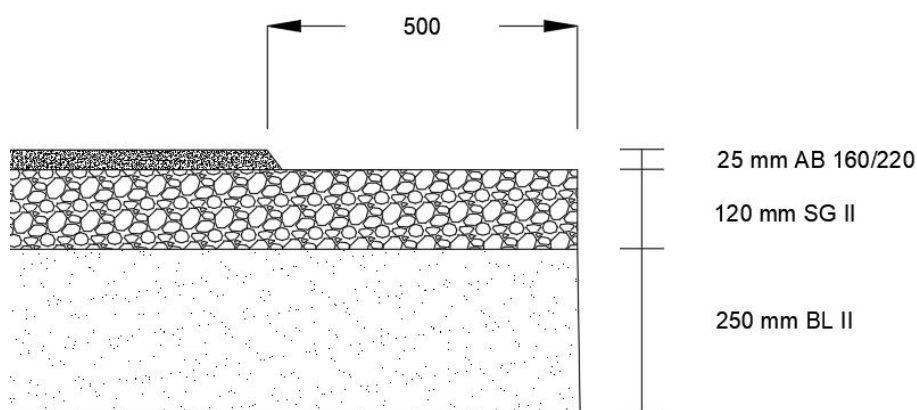
$$\frac{N_{\text{Æ}10}}{\text{år}} = \frac{39420}{20} = 1971$$

4.5

På baggrund af Tabel 3 klassificeres vej A-A i trafikklasse T2 og vej-kassen opbygges på samme måde som vej C-C og D-D.

4.3 FÆLLESSTIER

Samtlige stier i projektet anlægges som fællesstier med forbud mod knallertkørsel, hvor der ikke er adgangsvej for køretøjer ud over mindre driftskøretøjer til snerydning og lignende. Stierne kan ifølge lokalplanen etableres med permeabel belægning, men det vælges at projektere dem med almindelig asfaltbelægning. Asfaltbelægning giver en nemmere færdsel med cykel og kørestol, og da sti e-e har store stigninger vil asfaltbelægning give en nemmere kørsel end permeabel belægning. Stierne dimensioneres efter trafikklasse T0 med 20 års forventet levetid efter katalogmetoden, med ensidig hældning på 25‰. Koblingshøjden på stien bliver 400 mm, hvilket er minimum jævnfør Tabel 4. Opbygningen ses af Figur 19.



Figur 19: Opbygning af vej-kassen for fællesstier.

5 TRACÉRING

I dette afsnit beskrives tracéringen af vejene. Som forudsætning for tracéring fastlægges planlægnings-hastighed, V_p , til 40 km/t, da der er skiltet med anbefalet hastighed på 40 km/t ved indkørsel til det nye område. Der er også lavet fartbegrænsende foranstaltninger på vej A-A, udarbejdet ud fra en hastighed på 40 km/t. Dimensionerings-hastighed, V_d , sættes i byer til det samme som planlægnings-hastigheden, 40 km/t. (Vejdirektoratet, 2019). Den vej-bredde der er fastlagt i lokalplanen indikere også en dimensionerings-hastighed på 30-40 km/t. (Vejdirektoratet 2, 2019).

Indledende bestemmes minimums radier for både horisontale og vertikale kurver.



5.1 LINJEFØRING VEJE GENERELT

Vejen er projekteret på grundlag af dispositionsplanen udarbejdet af landinspektøren, se Figur 4, og som beskrevet i afsnit 2.1 kan vejene flyttes nogle meter i forbindelse med projektering uden at der skal udarbejdet ny lokalplan. Hvis vejen flyttes, skal det ske under hensyn til dispositionsplanen, således at der stadig kan etableres attraktive byggegrunde langs vejen. Generelt har det været en udfordring, at terrænet har et lavpunkt ca. 35 meter fra vej A-A samt at terrænet hæver sig som det nordvestlige hjørne.

5.1.1 MINIMUMSRADIUS HORIZONTAL KURVER

Indledende bestemmes minimumsradius for lang horisontal kurve for stopsigt og for mødesigt. Da det har været muligt at lave længdeprofiler som overholder disse radier, er minimumsradius for kort kurve ikke benyttet, selvom sigtlængden er mindre end kurvens længde.

Minimumsradius stopsigt lang kurve

Standselængden er summen af reaktionslængden og bremselængden.

$$L_{stop} = L_{re} + L_{br} \quad 5.1$$

Hvor reaktionslængden beregnes ved ligning 5.2.

$$L_{re} = \frac{V_d \cdot t_{re}}{3,6} \quad 5.2$$

- V_d er dimensioneringshastigheden [km/t]
- t_{re} er reaktionstiden [s] som sættes til 2 s på en fri strækning. (Vejdirektoratet, 2019).

Bremselængden bestemmes ved ligning 5.3.

$$L_{br} = \frac{(V_d)^2}{2 \cdot g \cdot (\mu_{br} + i_t) \cdot 3,6^2} \quad 5.3$$

- V_d er dimensioneringshastigheden [km/t]
- g er tyngdeaccelerationen på 9,82 km/s².
- μ_{br} er den resulterende middelfriktionskoefficient ved opbremsning fra dimensionshastigheden til standsning i en kurve. Ved 40 km/t sættes denne til 0,325. (Vejdirektoratet, 2019).
- i_t er vejstrækningens længdegradient, sættes her til et fald på 50‰ = -0,05.

Dermed kan standselængden beregnes ved indsættelse i ligning 5.1.



$$L_{stop} = \frac{40 \text{ km/t} \cdot 2 \text{ s}}{3,6} + \frac{(40 \text{ km/t})^2}{2 \cdot 9,82 \text{ m/s}^2 \cdot (0,325 + (-0,05)) \cdot 3,6^2} = 45,0 \text{ m} \quad 5.4$$

Minimumsradius for stopsigt i lang kurve kan hermed beregnes

$$R_{h.stop} = \frac{(L_{stop})^2}{8 \cdot d_{sh}} \quad 5.5$$

- d_{sh} er afstand til sigthindrende genstand, her afstanden fra føreren af bilen til rabattens slutning, 4,13 meter.

$$R_{h.stop} = \frac{(45,0 \text{ m})^2}{8 \cdot 4,13 \text{ m}} = 61 \text{ m} \quad 5.6$$

Afrundet er minimumsradius for horisontalkurver som skal overholdes 65 meter for at sikre at køretøjer kan nå at registrere et objekt på vejen og bringe bilen til standsning.

Minimumsradius mødesigt lang kurve

For at sikre bedre oversigtsforhold, udregnes minimumsradius for mødesigt. Sigtlængden for mødesigt er fastsat til 80 m ved en planlægningshastighed på 40 km/t. (Vejdirektoratet, 2019).

Afstanden til sigthindrende genstand er afstanden fra midten af kørebanen til rabattens slutning, 5,5 meter.

Dermed bliver minimumsradius for mødesigt

$$R_{h.møde} = \frac{(L_{sigt})^2}{8 \cdot d_{sh}} = \frac{(80 \text{ m})^2}{8 \cdot 5,5 \text{ m}} = 145 \text{ m} \quad 5.7$$

5.1.2 OVERGANGSKURVER

Overgangskurver betragtes som et selvstændigt element i linjeføringen på linje med lige linjer og kurver og kan udgøre en betragtelig del af en vejs linjeføring.

Overgangskurver anvendes særligt når hastigheden er 50 km/t eller højere. (Kjems, 2015).

Overgangskurver etableres ved klotoider, hvor klotoidparameterens sammenhæng med horisontalkurvens radius beskrives ved

$$L \cdot R_h = A^2 \quad 5.8$$

- L er overgangskurvens længde [m].
- R_h er horisontal kurveradius [m].
- A er klotoidparameteren



For små horisontalradier er klotoideparameteren forholdsvis større i forhold til horisontalradius end ved større horisontalradier. For boligvejene gælder at de horisontale radier er mindre end 300 m og derfor gælder at klotoideparameteren bør vælges i intervallet: (Vejdirektoratet, 2019).

$$\frac{1}{2}R_h \leq A \leq \frac{2}{3}R_h \quad 5.9$$

I projekteringen af vejene i dette projekt er der anvendt overgangskurver selvom hastigheden er mindre end 50 km/t, dog er størrelsen af klotoideparameteren og dermed længden af klotoiden ikke helt så stor som beskrevet i ligning 5.9, da det vil betyde at horisontalkurven bliver meget kort og de rette linjer ved tilslutning til vej A-A og til vendepladsen bliver meget korte.

5.2 LÆNGDEPROFIL VEJE GENERELT

Længdeprofilet er projekteret på baggrund af linjeføring samt højdekurver opmålt af landinspektør. Minimumsradius for vertikal konvekse kurve bestemmes indledende for lang kurve og da det har været muligt at overholde disse radier ved projekteringen, bestemmes radier for kort kurve ikke uagtet om kurverne er korte eller lange.

5.2.1 MINIMUMSRADIUS FOR VERTIKALE KONVEKSE KURVER

Minimumsradius bestemmes på baggrund af sigtlængderne bestemt i afsnit 5.1.1. og beregnes ved følgende:

$$R_v = \frac{(L_{sigt})^2}{2 \cdot (\sqrt{h_{øje}} + \sqrt{h_{obj}})^2} \quad 5.10$$

- Øjepunktshøjde, $h_{øje}$, er 1,00 meter for personbil.
- Objektpunktshøjde, h_{obj} , er for stopsigt 0,25 meter og for mødesigt 1,00 meter.

Der er kun anvendt konvekse kurver med mødesigt på vejene og mindsteradius for disse er:

$$R_{v,stop} = \frac{(80 \text{ m})^2}{2 \cdot (\sqrt{1,00 \text{ m}} + \sqrt{1,00 \text{ m}})^2} = 800 \text{ m} \quad 5.11$$

5.2.2 KOMFORT

For at tilgodese kørselskomforten skal centrifugalaccelerationen ikke overstige 0,5 m/s². Dette gælder både for konkave og konvekse kurver og sikres ved at

minimumsradius ikke er mindre end den udregnet ved 5.12 , hvor planlægnings hastigheden indsættes i m/s.

$$R_v = 2 \cdot v_p = 2 \cdot \left(11.11 \frac{m}{s}\right)^2 = 247 m \quad 5.12$$

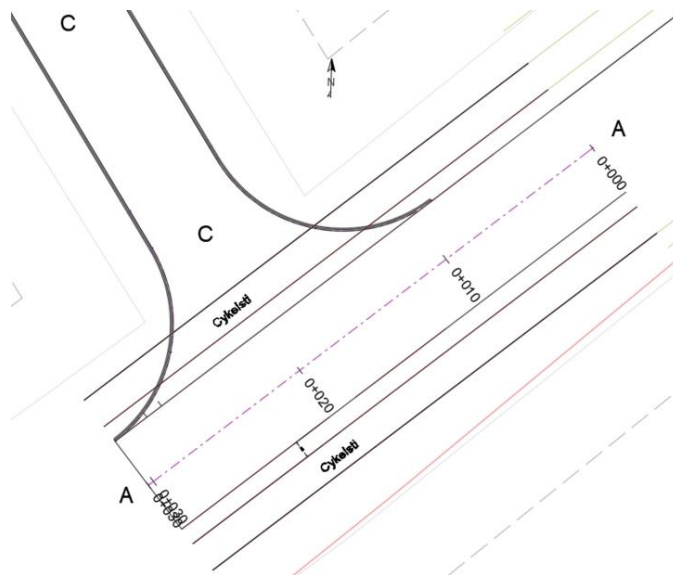
Konkave kurver er således projekteres med en mindsteradius på 250 meter.

5.3 TRACÉRING VEJ A-A

Følgende beskrives tracéringen for fordelingsvejen A-A. Vejplan ses af tegning 202 og længdeprofil af tegning 210.

5.3.1 LINJEFØRING VEJ A-A

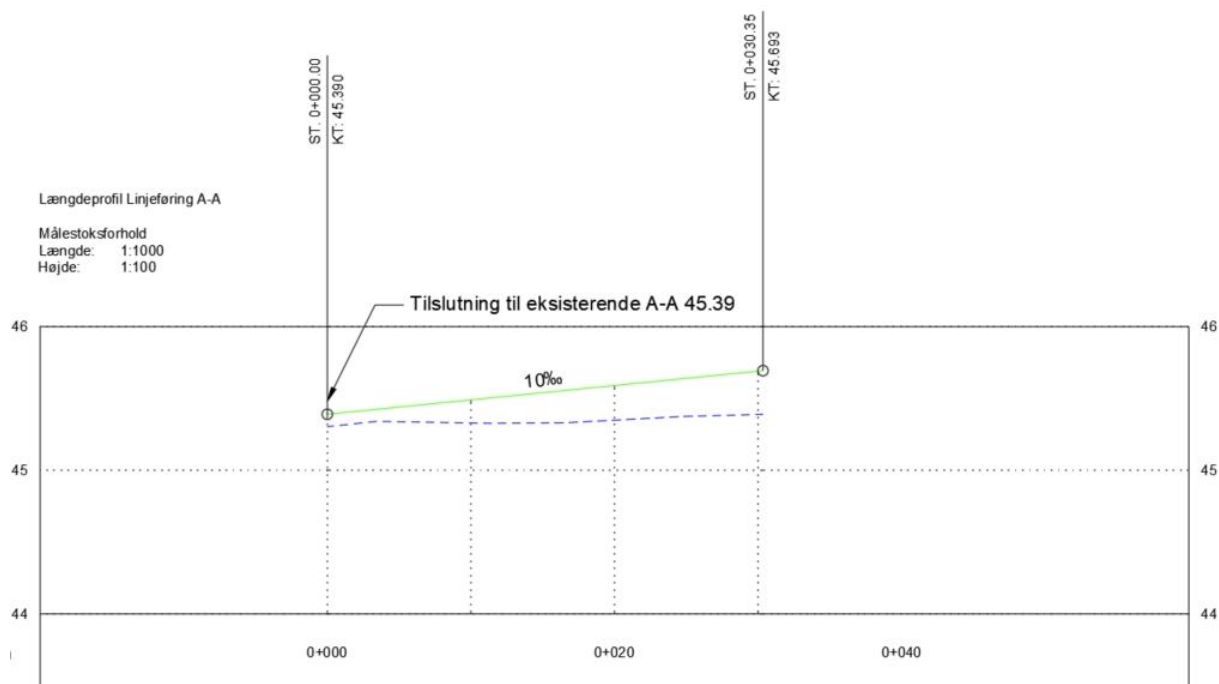
Fordelingsvejen A-A forlænges med 30 meter i lige linje. Linjeføringen ses af Figur 20.



Figur 20: Linjeføring for vej A-A.

5.3.2 LÆNGDEPROFIL VEJ A-A

Vejens tilsluttes i kote 45.39 hvor den eksisterende vej slutter og stiger med 10% som er samme stigning som der er på vejen den tilslutter. Dermed vil vejen ligge op til 30 cm over terræn. Længdeprofil ses af Figur 21.



Figur 21: Længdeprofil for vej A-A.

5.4 TRACÉRING VEJ C-C

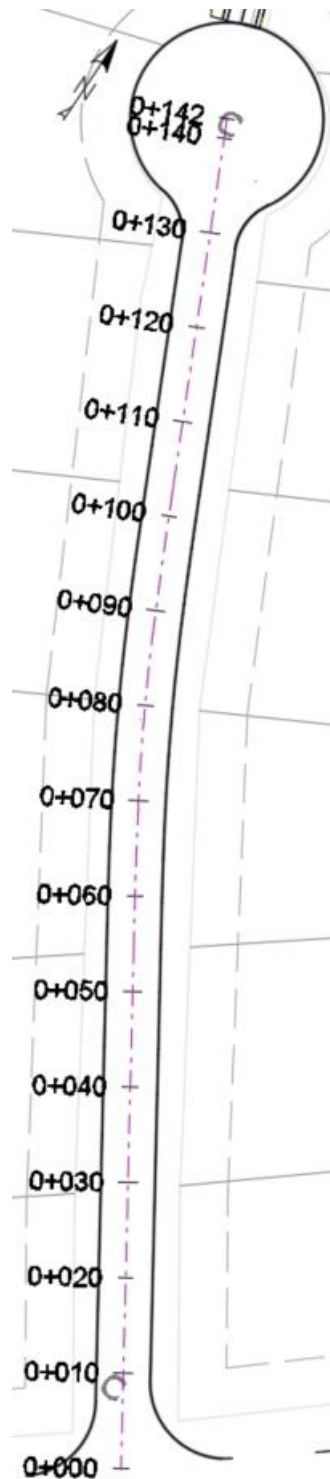
Følgende beskrives tracéringen for boligvej C-C. Vejplan ses af tegning 202 og længdeprofil af tegning 210.

5.4.1 LINJEFØRING VEJ C-C

Vejens linjeføring sikre en nogenlunde vinkelret tilslutning til vej A-A og horisontal kurveradius sikre mødesigt. Linjeføringen er ikke flyttet nævneværdig i forhold til dispositionsplanen. Oversigt over linjeføringen ses af Tabel 6.

Tabel 6: Linjeføring for boligvej C-C.

Type	Start station [m]	Slut station [m]	Længde [m]	Radius [m]	A
Linje	00.00	54.44	54,44		
Klotoide	54.44	69.44	15,00		64,23
Kurve	69.44	87.56	18,11	275,00	
Klotoide	87.56	102.56	15,00		64,23
Linje	102.56	142.56	39,52		



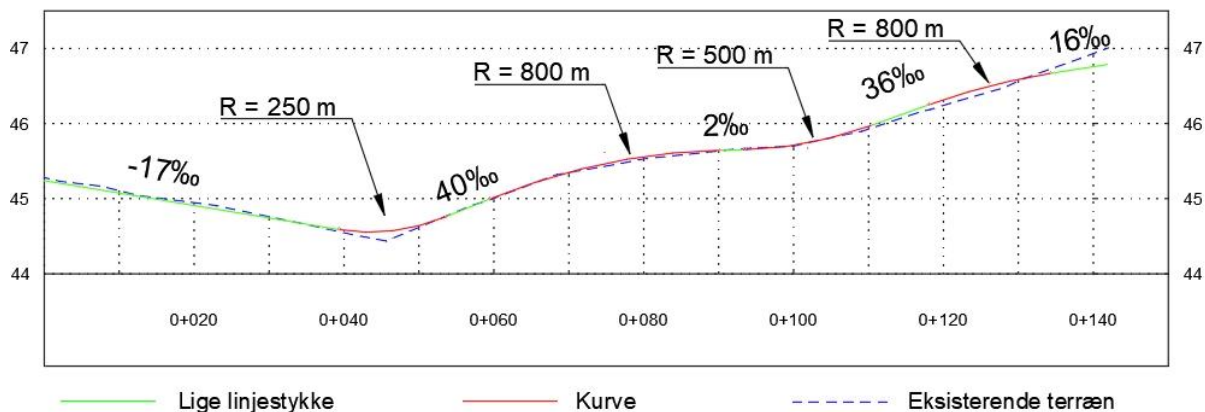
Figur 22: Linjeføring for boligvej C-C.

5.4.2 LÆNGDEPROFIL VEJ C-C

Længdeprofilet for vej C-C følger terrænet, om end vejen projekteres lavere end terræn ved vendepladsen da terrænet her stiger meget. Kurverne på længdeprofilet overholder minimumsradius for mødesigt og komfort og længdeprofilet elementer ses af Tabel 7 og Figur 23.

Tabel 7: Længdeprofil for boligvej C-C.

Type	Start station/kote [m]	Midtpunkt Station/kote [m]	Slut station/kote [m]	Radius [m]	Fald [‰]
Linje	00.00/45.24		39.33/44.59		-17
Kurve	39.33/44.59	46.44/44.47	53.55/44.76	250,00	
Linje	53.55/44.76		59.41/44.99		40
Kurve	59.41/44.99	74.72/45.61	90.03/45.64	800,00	
Linje	90.03/45.64		93.39/45.65		2
Kurve	93.39/45.65	101.85/45.67	110.30/45.97	500,00	
Linje	110.30/45.97		118.01/46.25		36
Kurve	118.01/46.25	126.12/46.54	134.23/46.67	800,00	
linje	134.23/46.67		141.83/46.79		16



Figur 23: Længdeprofil for vej C-C.

5.5 TRACÉRING VEJ D-D

Følgende beskrives tracéringen for boligvej D-D. Vejplan ses af tegning 201 og længdeprofil af tegning 210.

5.5.1 LINJEFØRING VEJ D-D

Boligvejen tilslutter på dispositionsplanen vej A-A med meget spids vinkel, hvilken udgør en udfordring for hvordan kørsel mellem vej A-A og vej D-D opleves. Der skal også sikres 75 meters oversigt langs vej A-A for bilister som tilslutter fra vej D-D. Det er derfor tilstræbt at tilslutte vejen på en måde hvor vinkel bliver så lidt spids som muligt. Vejen kan ikke tilsluttes vinkelret, da det vil ødelægge muligheden for at lave tilstrækkelig store udstykninger langs vestsiden af vej D-D.

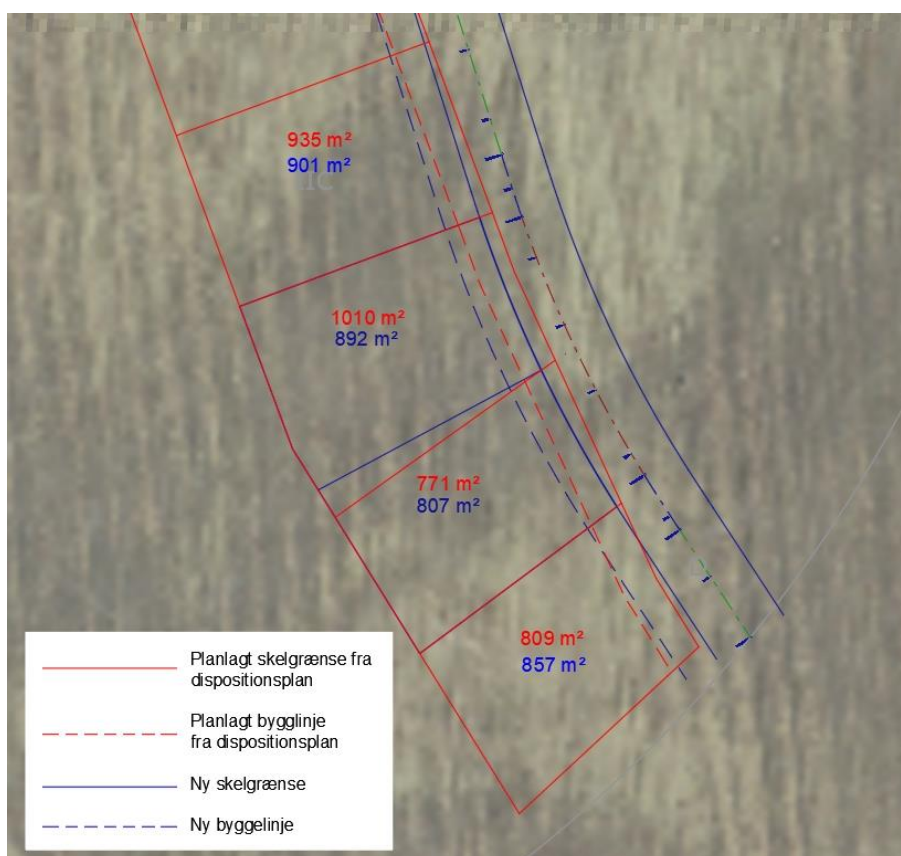
Tilslutningen til vej A-A er flyttet ca. en meter mod nordøst og samtidig er vejens centerlinje er forskubbet ca. en meter mod sydvest i horisontalkurven. Det betyder at grundplanerne på den vestlige side af vejen skal genvurderes, således at de får

nogenlunde samme størrelse og samtidig er store nok til at være attraktive som byggegrunde.

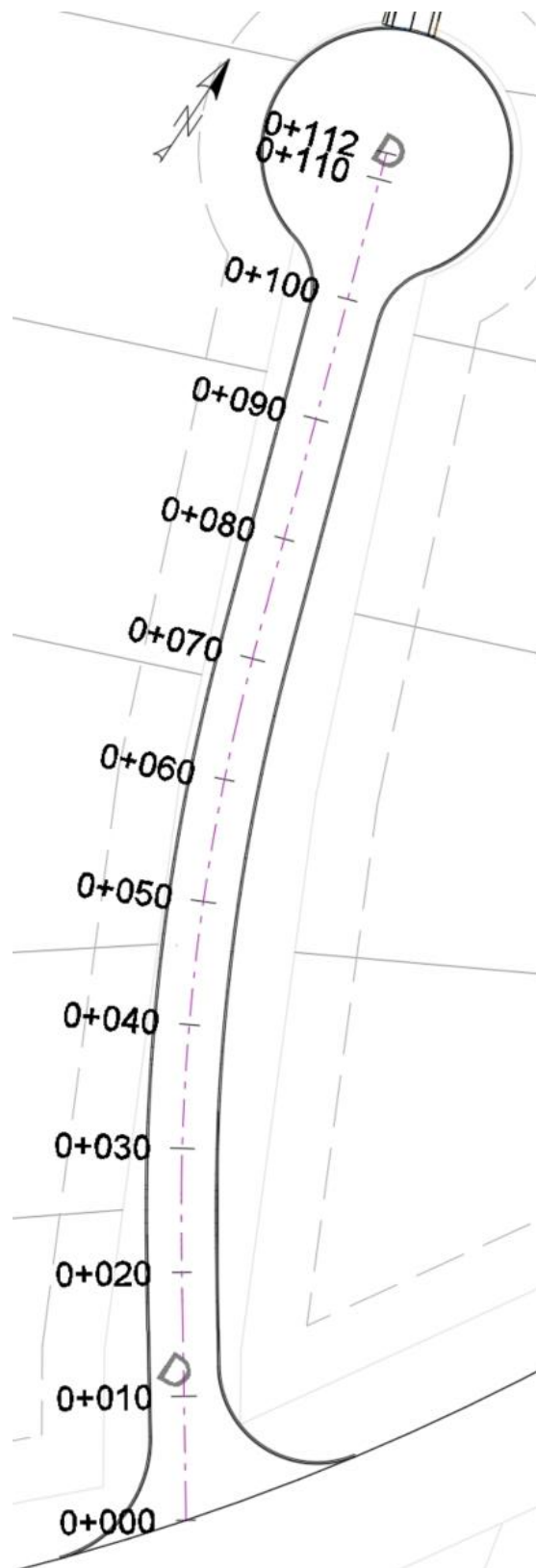
Linjeføringen består af en kurve med en radius på 175 meter. Dette er mere end nødvendig for at opnå mødesigt. Det er undersøgt om vejen kan tilsluttes tættere på vinkelret og dermed med en mindre horisontalradius, men det vil få den virkning, at vejen så ville gøre et stort indhug i byggegrundene på vest siden af vejen, og dermed gøre dem mindre attraktive som byggegrunde. Linjeføringen ses beskrevet i Tabel 8 og ses af Figur 25. På Figur 24 ses forslag til ny skelgrænse mellem to byggegrunde, således at byggegrundene får tilstrækkelig størrelse.

Tabel 8: Linjeføring for boligvej D-D.

Type	Start station [m]	Slut station [m]	Længde [m]	Radius [m]	A
Linje	00.00	17.64	17,64		
Klotoide	17.64	26.64	9,00		39,69
Kurve	26.64	65.91	39,27	175,00	
Klotoide	65.91	74.91	9,00		39,69
Linje	74.91	112.21	37,30		



Figur 24: Skelgrænse og byggelinje på vestsiden af vej D-D, oprindelig grænse optegnet med rødt, ny linje optegnet med blå.



Figur 25: Linjeføring for vej D-D.

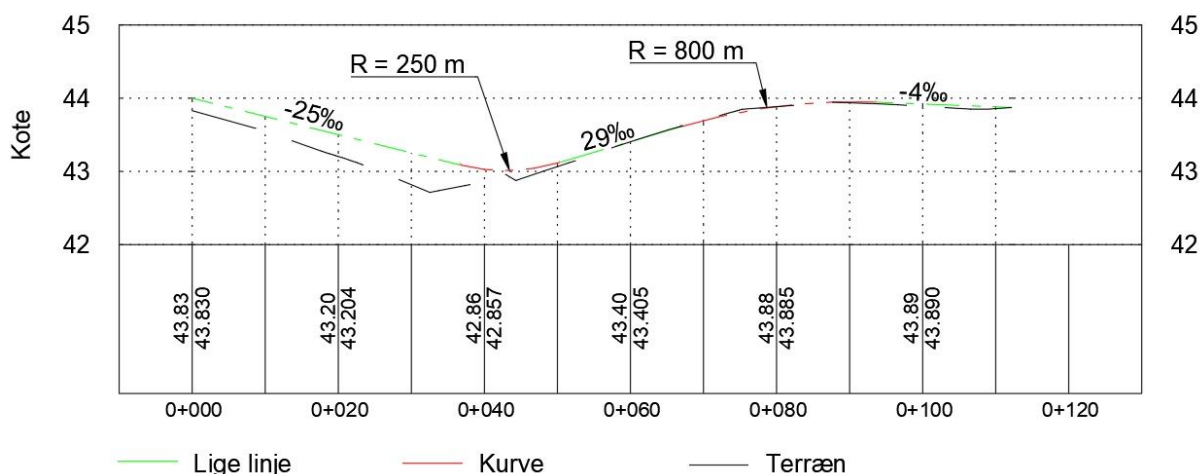
5.5.2 LÆNGDEPROFIL VEJ D-D

Vej D-D skal tilslutte vej A-A i kote 44.00, som er koten ved yderste asfaltkant i det punkt hvor vejen tilsluttes. Desuden skal der ved tilslutningen være en 20 meter lang strækning med et længdefald på maksimalt 25‰. Kurver på længdeprofilet overholder minimumsradius for mødesigt og komfortkrav.

En tabel over elementerne i længdeprofilet, samt en illustration af længdeprofilet i forhold til terrænet ses af Tabel 9 og Figur 25.

Tabel 9: Tabel over stationer, koter og radier for elementer i længdeprofilet for vej D-D.

Type	Start station/kote [m]	Midtpunkt Station/kote [m]	Slut station/kote [m]	Radius [m]	Fald [‰]
Linje	00.00/44.00		36.62/43.09		-25
Konkav	36.62/43.09	43.41/42.92	50.19/43.12	250	
Linje	50.19/43.12		66.79/43.61		29
Konveks	66.79/43.61	80.11/44.00	93.44/43.95	800	
Linje	93.44/43.95		112.21/43.87		-4

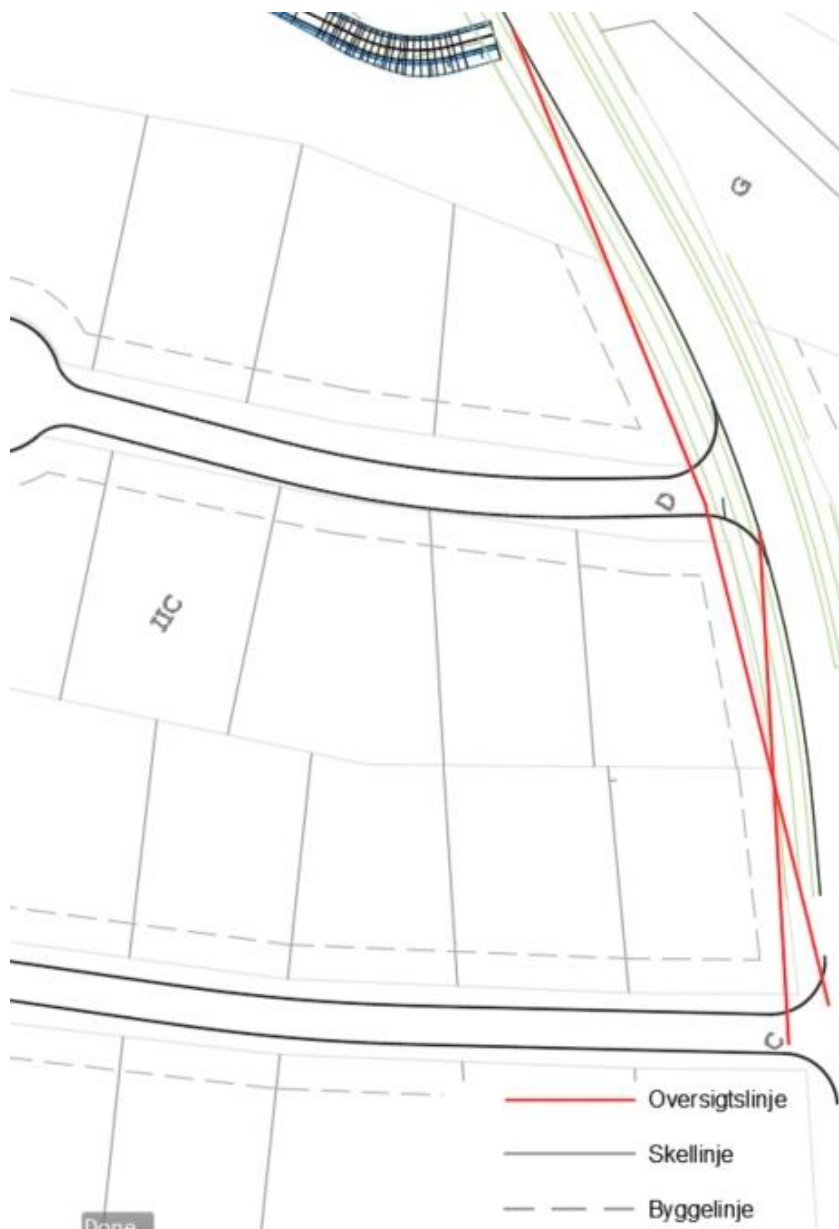


Figur 25: Længdeprofil for vej D-D.

Vejen vil med dette længdeprofil være hævet ca. 50 cm over terrænet, hvor terrænet er lavest. Dette skyldes en kombination af, at vejens startkote er 17 cm over terræn, at terrænet falder mere end 25‰ de første 30 meter og at den konkave kurve ikke skal have mindre radius en 250 meter. Hvis bygherre ønsker det, tillader lokalplanen begrænset terrænregulering, og terrænet kan dermed tilpasses vejen i et vist omfang. Desuden må de omkringliggende grunde ifølge lokalplanen terrænregulere op til 0,5 meter og kan således tilpasse terrænet til vejen i et vist omfang. Enhver terrænregulering medfører dog en økonomisk udgift.

5.6 OVERSIGTSFORHOLD VEJ C-C OG D-D

Ved en planlægningshastighed på 40 km/t skal oversigtslængden være 75 meter ad primærvej og 43 meter ad sti med kun cykelkørsel, målt fra en afstand af 2,5 meter fra vigelinje. (Vejdirektoratet 4, 2018). Af Figur 26 ses det, at oversigtslinjerne overstiger skellinjer, men ikke byggelinjer, ved begge boligveje.



Figur 26: Oversigtslinjer for boligveje ud over cykelsti og vej A-A. Oversigtslinjerne går ind over skellinjer men ikke ind over byggelinjer og dækker både over 75 meters oversigt over vej A-A og 43 meters oversigt over cykelstien.



5.7 TRACÉRING FÆLLESSTIER

Stierne skal forbinde vejene med hinanden og med de omkringliggende villakvarterer. Det er valgt at projekttere stierne som fællesstier, da stierne også via øvrige stier giver skolebørn adgang til skolen nord for området, og dermed må forventes at blive brugt af cyklister. Stien i kvarteret lige nord for byggemodningen er ikke cykelsti, og cyklister skal derfor køre ad Højsagervej og derfra med sti til skolen. Den sti der er tegnet på dispositionsplanen fra sti e-e til kvarteret nord for området, sti f-f, ligger ind over matriklen nord for den matrikel som udstykningen ligger indenfor. Derfor skal det afklares med ejer af matriklen om de ønsker denne sti før den kan etableres. Stien er kun delvis projekteret i dette projekt, således at projektet kan præsenteres for relevante parter.

Til projektering af stier er anvendt anbefalede værdier for sammenhængen mellem stigning og stigningens længde fra Tabel 10 samt værdier for horisontalradier fra Tabel 11. Det skal bemærkes at den exceptionelle minimumsradius gælder ved længdefald op til 30 ‰ og ved fald større end dette bør den horisontale radius være større end de 16 meter. I horisontalkurver skal oversigtskurver sikres på baggrund af standselængder for cykeltrafik, angivet i Tabel 12.

Oversigt over stier ses af Figur 27 og vejprofiler og længdeprofiler for stierne ses af henholdsvis tegning 203, 204 og 211, 212.

Tabel 10: Sammenhæng mellem stigning og stigningslængde som bør overvejes. (Celis Consult, 2014).

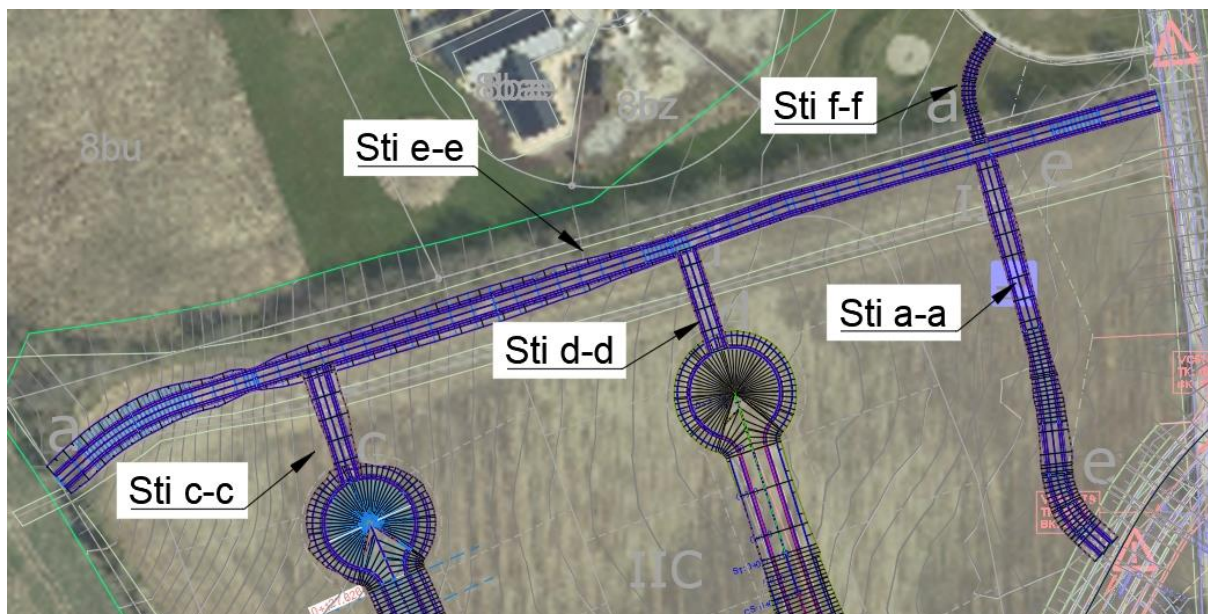
Stigning [‰]	Største længde [m]	Overvunden højdeforskel [m]
50	50	2,0
45	100	4,5
40	200	8,0
35	300	10,5
30	500	15,0

Tabel 11: Mindste horisontalradier for stier med cykeltrafik. (Celis Consult, 2014).

Stitype	Exceptionel minimums-radius [m]	Minimums-radius [m]	Mindste normal-radius [m]	Anbefalet tracéring-værdi [m]
Sti med cykeltrafik	16	40	60	210

Tabel 12: Standselængde for cykeltrafik. (Celis Consult, 2014).

Gradient [‰]	Hastighed [km/t]	Standselængde [m]
+50	20	18
0	25	26
-50	34	49



Figur 27: Oversigt over stier.

5.7.1 STI E-E

I forhold til dispositionsplanen er stien forlænget ud til Højsagervej, for at give cyklister fra boligvejene og evt. fremtidige boligveje vest for området nem adgang til Højsagervej, og derfra til skolen. Stien bliver 277 meter lang, og får en samlet stigning på 9,4 meter. Fra sti e-e bliver der via fællestier forbindelse til boligvejene samt til vej A-A. Der kan desuden etableres en fodgængersti til kvarteret nord for området.

Stien udmunder i den vestlige side i en åbning i læbæltet, hvorfra der er adgang til markvej og mulighed for fremtidig tilslutning af sti i kommende boligområde.

Oversigt over linjeføringen ses af Tabel 13 og længdeprofil af Tabel 14. Den del af strækning der har en stigning på 50% har en længde på 50 meter, således at anbefalede værdier for stigning i forhold til længde er overholdt. Det samme gælder for stigningen på 45% som er knap 100 meter lang. I starten af stien, i det nordvestlige hjørne af byggemodningen, ligger stien i afgravning på op til 1 meter. Dette er for at sikre at stien ikke får en stigning højere en 50% og den jord der afgraves her, og som er egnet til genindbygning kan genanvendes der hvor stien ligger i påfyldning.

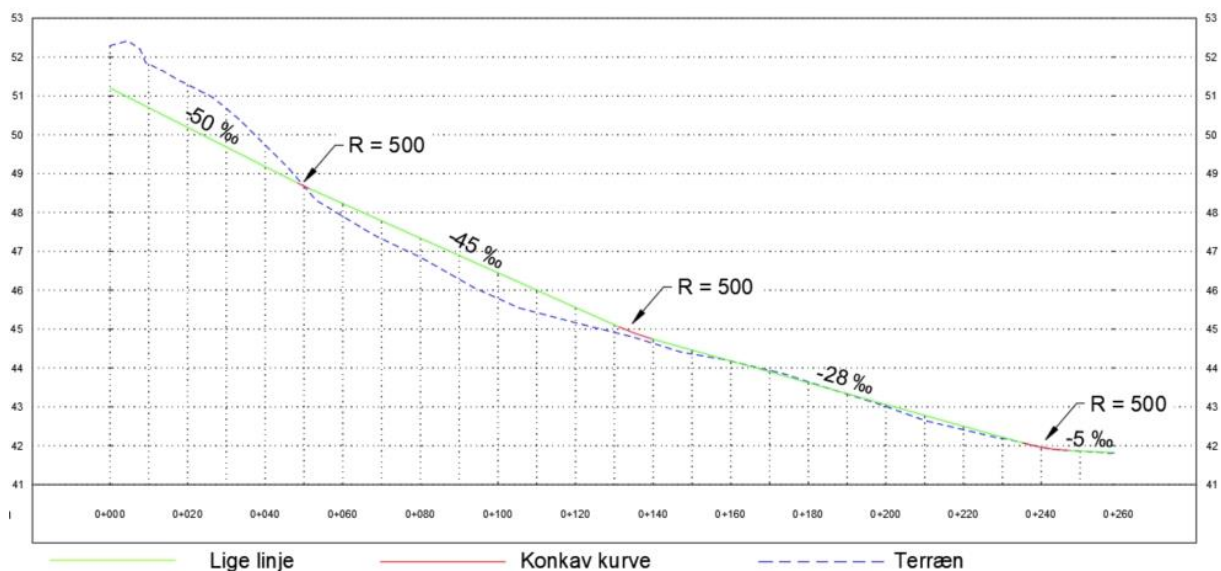
Tabel 13: Oversigt over linjeføring for sti e-e.

Type	Start station [m]	Slut station [m]	Længde [m]	Radius [m]
Linje	00.00	08.21	8,21	
Kurve	08.21	33.71	25,20	60
Linje	33.71	172.48	138,77	
Kurve	172.48	174.70	2,23	60
Linje	174.70	258.83	84,13	

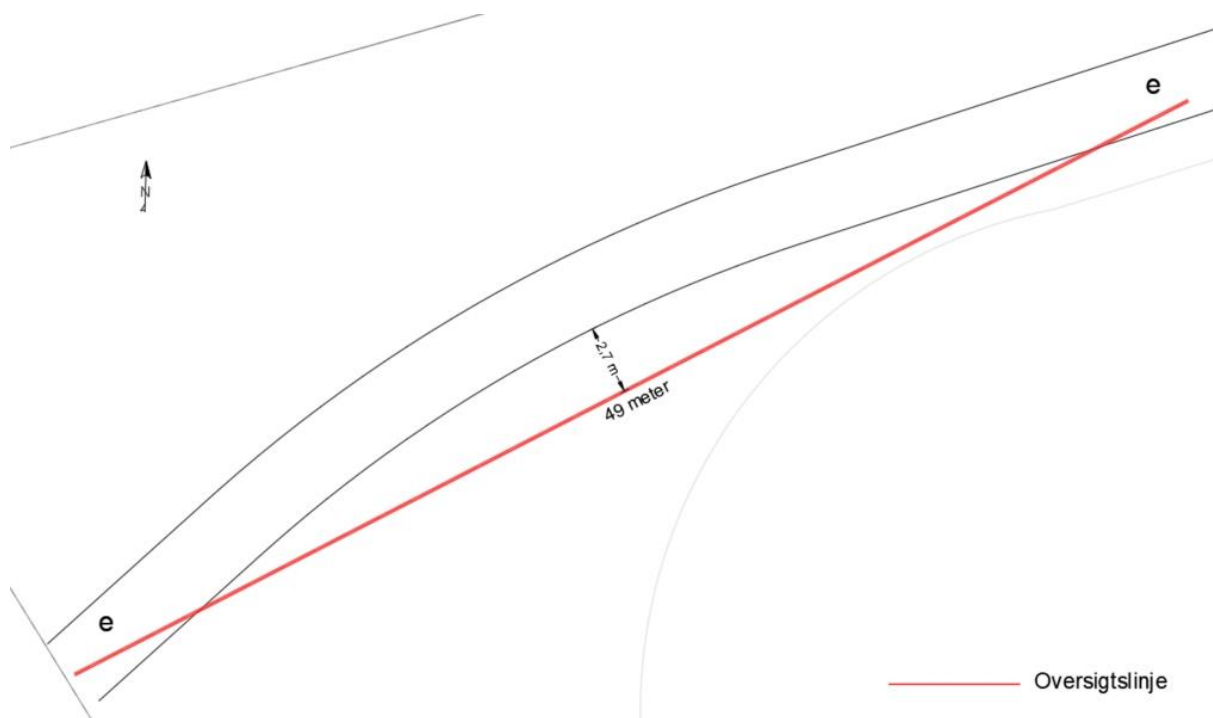
Tabel 14: Oversigt over længdeprofilet for sti e-e.

Type	Start station/kote [m]	Midtpunkt Station/kote [m]	Slut station/kote [m]	Radius [m]	Fald [%]
Linje	00.00/51.52		48.41/48.76		-50
Konkav	48.41/48.76	49.88/48.68	51.35/48.62	500	
Linje	51.35/48.62		131.31/45.05		-45
Konkav	131.31/45.05	135.44/44.87	139.57/44.75	500	
Linje	139.57/44.75		235.36/42.07		-28
Konkav	235.36/42.07	241.12/41.91	246.88/41.88	500	
Linje	246.88/41.88		258.82/41.82		-5

Ved den vestlige kurve er der et længdefald på 50‰ og derfor en standselængde 49 meter jævnfør Tabel 12. Oversigtskurven for denne kurve ses af Figur 29 hvor der indenfor oversigtsarealet ikke må være genstande højere end 1 meter. Længdeprofilet ses af Figur 28 og tegning 211.

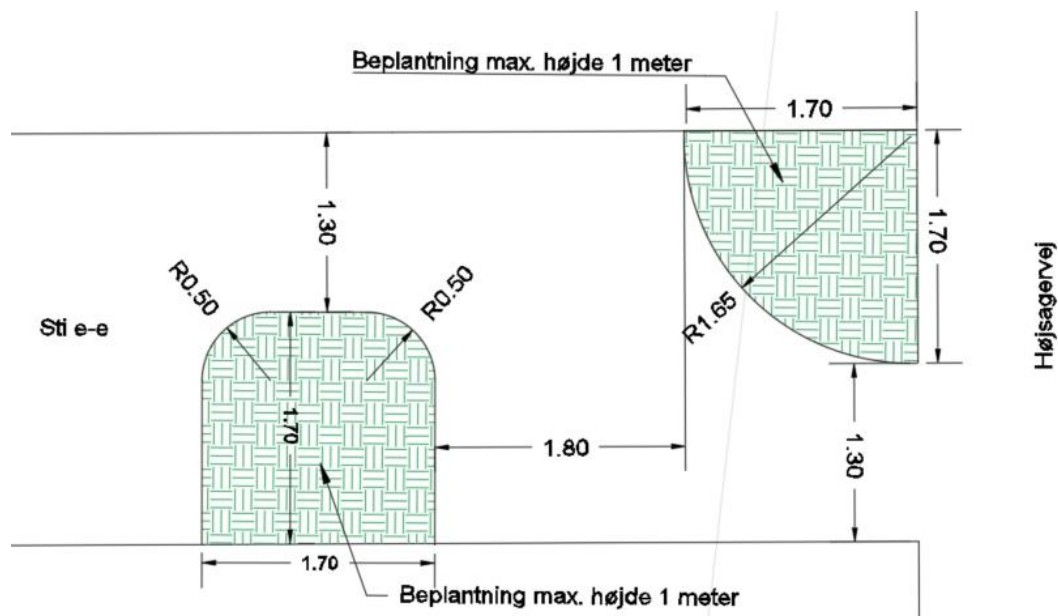


Figur 28: Længdeprofil for sti e-e, se også tegning 211.



Figur 29: Hvor sti e-e udmunder i markvej ved de nordvestlige hjørne af byggemodningen, skal der i horisontalkurven sikres oversigt ved en standselængde på 49 meter. Indenfor oversigtsarealet må der ikke placeres genstande med en højde over 1 meter.

Cyklister som kører mod Højsagervej ad sti e-e kan komme op i høj fart, idet færdsel foregår ned ad bakke. Der kan opstå farlige situationer, hvis cyklister overser deres vigepligt hvor sti e-e udmunder i Højsagervej eller svinger ud på vejen i høj hastighed og derfor anlægges forsætninger ved stiens afslutning. Forsætningerne beplantes for at sikre at cyklister er nødsaget til at køre uden om og ikke bare fortætter over, dog skal planter ikke være højere end 1 meter, således at der er god oversigt over stien sikres. Forsætningen ses af Figur 30. Forsætninger kan udgøre en risiko for cyklister som overser disse og det er derfor vigtigt at disse oplyses tilstrækkeligt. (Celis Consult, 2014).



Figur 30: Forsætninger ved sti e-e's udmunding i Højsagervej.

5.7.2 STI C-C OG D-D

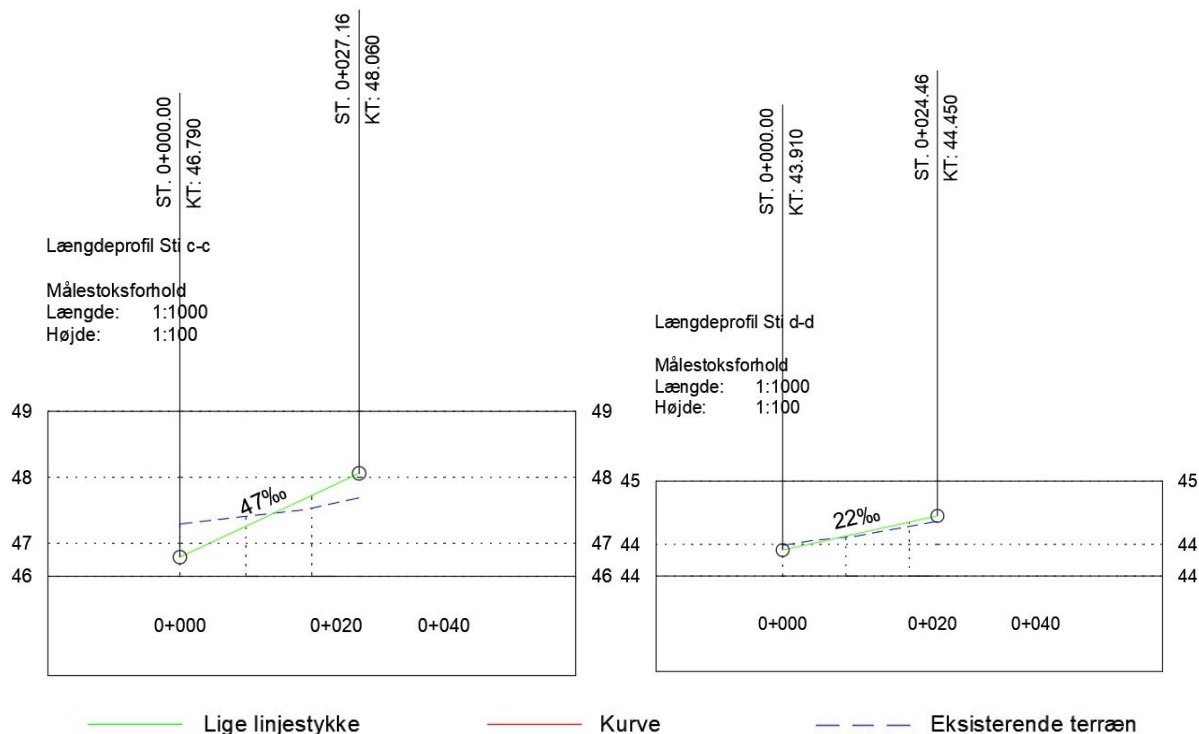
Linjeføring for begge stier en ret linje fra start til slut. Oversigt over længdeprofilerne for sti c-c og d-d ses af henholdsvis Tabel 15 og Tabel 16 og af Figur 31.

Tabel 15: Længdeprofil for sti c-c.

Type	Start station/kote [m]	Slut station/kote [m]	Fald [‰]
Linje	00.00/46.79	27.16/48.06	47

Tabel 16: Længdeprofil for sti d-d.

Type	Start station/kote [m]	Slut station/kote [m]	Fald [‰]
Linje	00.00/43.91	24.46/44.45	22



Figur 31: Længdeprofiler for stierne c-c og d-d. Se også tegning 212.

5.7.3 STI A-A

Sti a-a er flyttet ca. 12 meter mod vest i forhold til dispositionsplanen. Dette er gjort for at tilslutte sti a-a til sti e-e på samme sted som en eventuel sti der fører til kvarteret mod nord skal tilsluttes. Stien mod nord, f-f, skal gå gennem en lysning i læbæltet og er derfor bestemmende for tilslutningspunktet på e-e.

Linjeføringen går gennem den lavning der er i terrænet, og da vej A-A ligger lidt højere end terræn, vil stien de første 45 meter også ligge ind til 40 cm over terrænet. Stien bliver 94 meter lang og er uden betydelig stigning. I kurven lige inden tilslutning til vej A-A er der anvendt exceptionel minimumsradius, dog er længdefaldet 40‰, og altså større end de 30‰ der er forudsætningen for tabelværdien i Tabel 11. Derfor er radius for horisontalkurven hævet fra 16 til 20 meter. Oversigt over linjeføring og længdeprofil ses af henholdsvis Tabel 17, tabel 18 og af Figur 32.

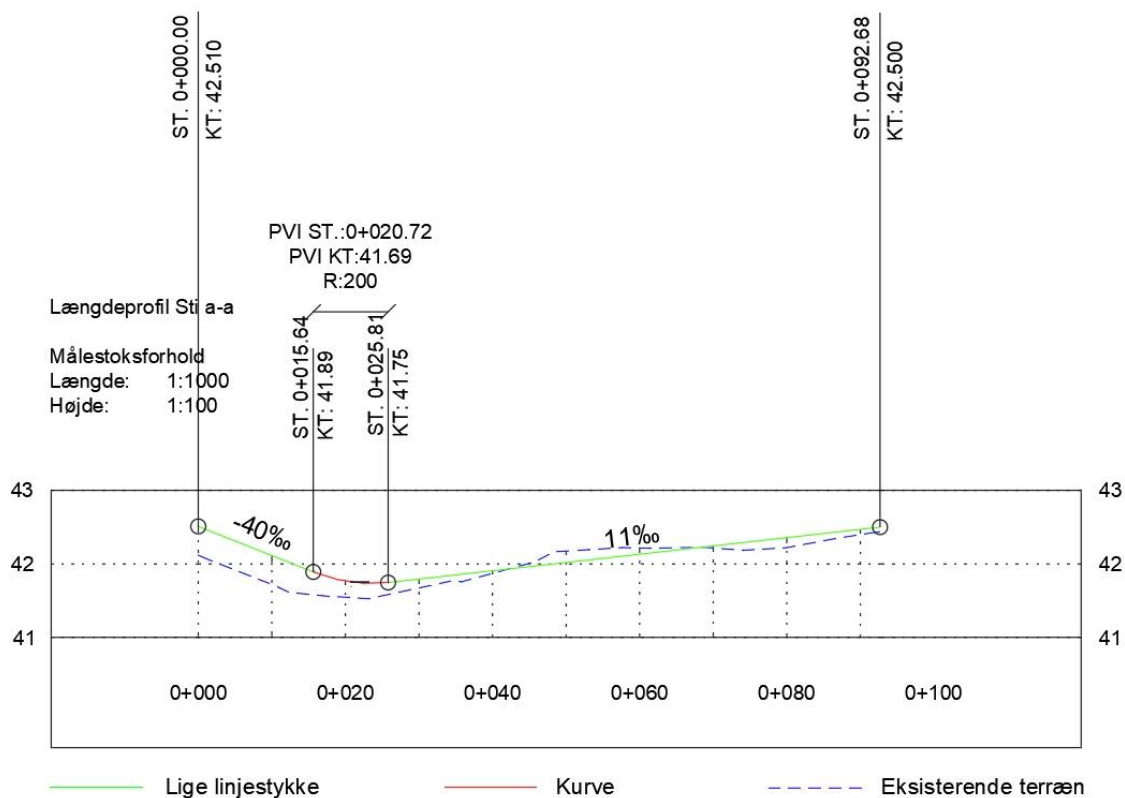
Tabel 17: Oversigt over linjeføring for sti a-a.

Type	Start station [m]	Slut station [m]	Længde [m]	Radius [m]
Linje	00.00	06.23	3,23	
Kurve	06.23	20.53	25,78	20
Linje	20.53	31.83	11.30	
Kurve	31.83	53.13	39.54	132
Linje	53.13	92.68	39.54	



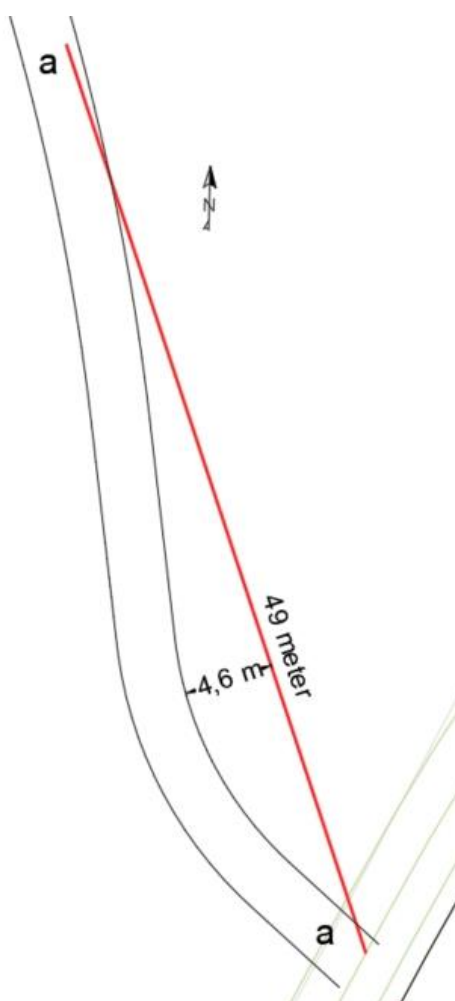
Tabel 18: Oversigt over længdeprofil for sti a-a.

Type	Start station/kote [m]	Midtpunkt Station/kote [m]	Slut station/kote [m]	Radius [m]	Fald [‰]
Linje	00.00/42.51		15.64/41.89		-40
Kurve	15.64/41.89	20.72/41.69	25.81/41.75	200	
Linje	25.81/41.75		92.68/42.50		11



Figur 32: Længdeprofil for sti a-a, se også tegning 212.

For horisontalkurven med en radius på 20 meter er der en standselængde på 49 meter, da der samtidig er et længdefald på 40‰. Oversigtskurven ses af Figur 33 og indenfor oversigtsarealet må ikke anbringes genstande højere end 1 meter.



Figur 33: Oversigtsareal for horisontalkurve inden tilslutning til vej A-A.

Hvor Sti a-a udmunder ved cykelstien langs vej A-A er det vurderet om der skal laves fartdæpende foranstaltninger, men da stien har en længere stigning frem mod udmundingen og der er gode oversigtsforhold, vurderes dette at være tilstrækkelig til at sikre at cyklisterne ned sættes inden krydsningen.

6 VEJPLAN

I dette afsnit beskrives øvrige forhold der skal fastlægges for etablering af vejene.

6.1 KANTSTEN

Overgangen fra vej til rabat kan projekteres med kantsten i en eller begge vejsider eller der kan i den laveste side hvor vandopsamling sker anlægges en asfaltvulst. Løsningen hvor der er direkte overgang fra asfalt til rabat i vejbanens højeste side, og hvor der er asfaltvulst i den laveste side af vejen, er den billigste at udføre. Det er i projektet valgt at projektere vejene med kantsten i begge sider af vejen, da det



vurderes at give et mere færdigt udtryk. Desuden udgås det at større køretøjer køre ud over vejbanen og på længere sigt ødelægger rabatten. Kantstenen sættes først når området har en vis bebyggelse, og i forbindelse med at slidlaget påføres. Således undgås det at lastbiler i byggeperioden påkører kantstenene og beskadiger disse.

Til projektet er der valgt rabatkantsten med egenskaber som findes hos IBF rabatkantsten, som kan skaffes med en radius til kantstenens forkant på 6,0 meter, 8,0 meter og 10,0 meter samt mindre radier der ikke anvendes i dette projekt.

6.2 RABAT OG LEDNINGER

Ifølge lokalplanen skal vejmatricken have en bredde på 11 meter. Vejens bredde udgør 5,5 meter, hvilket efterlader 2,75 meter til rabat på hver side af vejen.

I rabatten skal ledninger til fjernvarme, vand, antenne/tele, el og fibernet nedgraves. I Region Midtjylland er det virksomheden Norlys Energi A/S som etablerer fibernet, og virksomheden har aftaler med specifikke entreprenører om nedgravning og etablering af fiberkabler, da der er specifikke krav til dette. Derfor skal fibernet ikke ligge i fælles grav med de øvrige ledninger.

Minimumsafstanden mellem ledninger er bestemt af DS475. Den fri vandrette afstand mellem ledninger ført parallelt bør være minimum 0,5 meter. Derudover er afstanden for specifikke ledningstyper beskrevet, hvor den fri vandrette afstand kan nedsættes til 0,3 meter ved knebne pladsforhold og for ledninger i samme grav for visse ledningstyper. Minimumsafstandene for ledninger ses af Tabel 19.

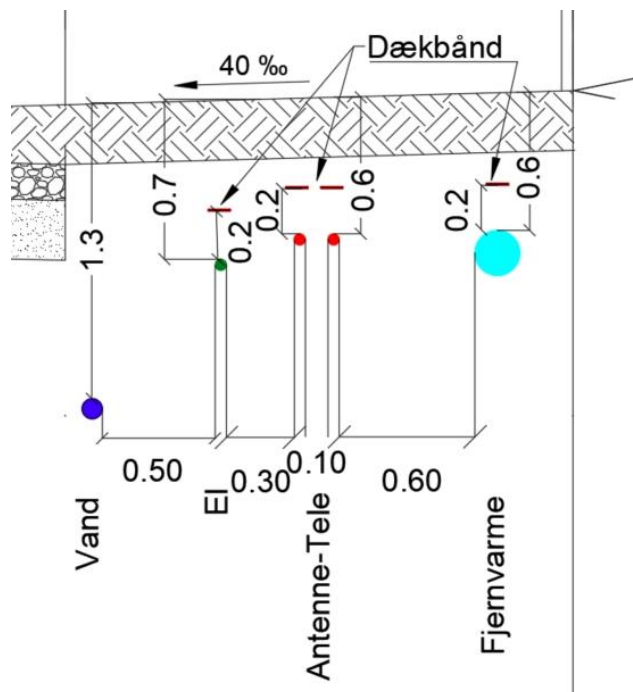
Tabel 19: Mindste frie vandrette afstand mellem ledninger. Der er angivet både de anbefalede afstande, samt de mindste afstande for ledninger under knebne pladsforhold og i fælles grav. Tabellen er lavet på baggrund af DS475.

Ledningstyper	Anbefalet mindste frie vandrette afstand / fælles grav [m]
Fjernvarme/Vand, plast	1,0 / 1,0
Fjernvarme/kommunikation	0,5 / 0,3
Vand, plast/kommunikation	0,5 / 0,3
Kommunikation/kommunikation	0,5 / Ledningsspecifik
El/vand, plast	0,5 / 0,5
El/fjernvarme	1,0 / 1,0
El/kommunikation	0,5 / 0,3

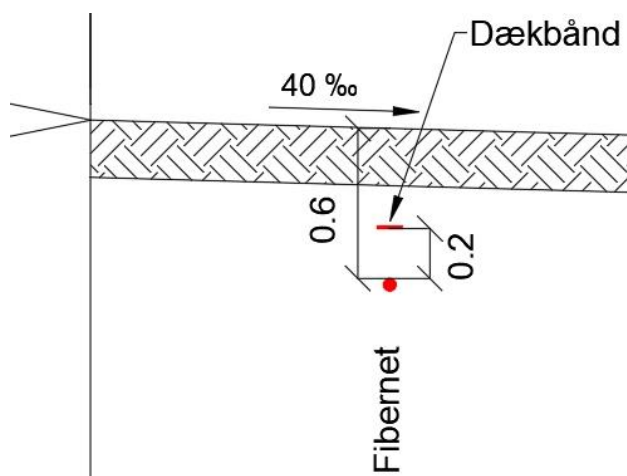
Den fri afstand mellem ledningerne, hvis alle skal placeres i samme rabat, vil blive minimum 2,5 meter, idet fiber ikke placeres i fælles grav. Ledningerne ønskes placeret udenfor vejkaassen, som har en overbredde på 0,5 meter ud under rabatten, og derudover skal der også være plads til selve ledningerne og en afstand til skel fra yderste ledning. Dette betyder at der ikke er plads til samtlige ledninger i den samme rabat. Da fiberkablerne skal placeres i egen grav, og da de er komplicerede

at reetablere hvis de senere graves over, placeres de i den ene rabat, mens de resterende ledninger placeres i den anden.

Vandledningen placeres i en dybde på 1,3 meter for at sikre den mod frost. Grundet dybden lægges der ikke dækbånd over ledningen. De resterende ledninger afmærkes med dækbånd 20 cm over ledningen. Ledningerne placeres som det ses af Figur 34 og Figur 35.



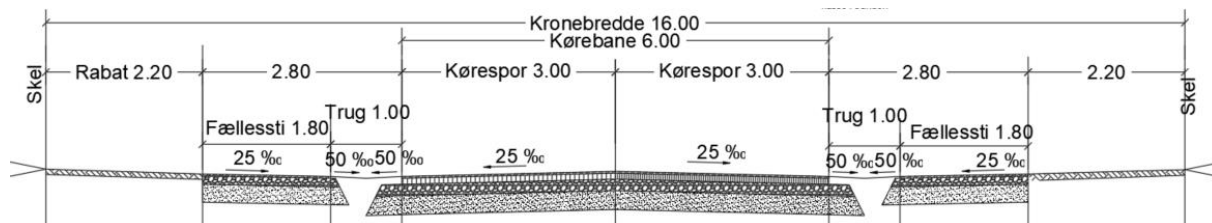
Figur 34: Ledningernes placering i rabatten øst for vejen. Ledningerne er placeret med mindste fri afstand i fælles grav. Der er dækbånd over ledninger for at sikre mod at ledningerne senere graves over, med undtagelse af vandledningen, da denne ligger dybere.



Figur 35: Fibernet nedgraves i rabatten vest for vejen, idet fiberkablerne ikke skal ligge i fælles grav med øvrige ledninger. Disse nedgraves af en entreprenør der er certificeret til at håndtere fiberkablerne. Der placeres dækbånd over ledningen for at undgå at ledningerne senere graves over.

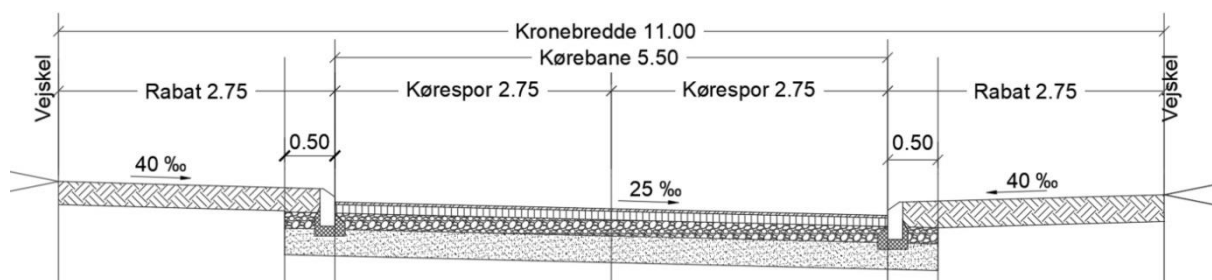
6.3 VEJPROFILER

Vejprofilet for vej A-A er identisk med den eksisterende vejprofil, for at sikre et ensartet udtryk af vejen. Vejprofilet ses af Figur 36 og tegning 220.



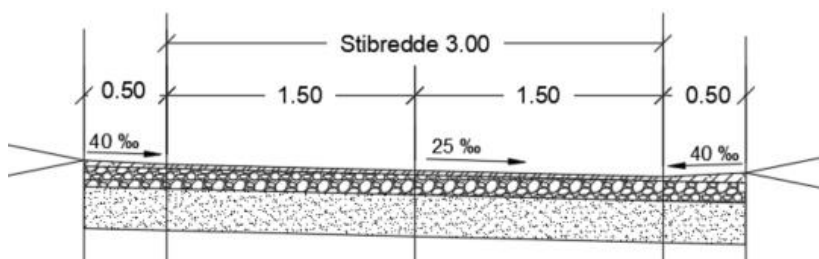
Figur 36: Vejprofil for vej A-A.

For boligvejene ses vejprofilet af Figur 37 og tegning 221. Det er valgt at projektere vejene med ensidig hældning da terrænet skråner fra vest mod øst og derfor vil vejen blive tilpasset terrænet bedre med ensidig hældning som ved tagprofil.



Figur 37: Vejprofil af boligveje C-C og D-D.

Fællesstiernes vejprofil ses af Figur 38 og tegning 221. Stierne er projekteret med ensidig vejhældning på 25‰.

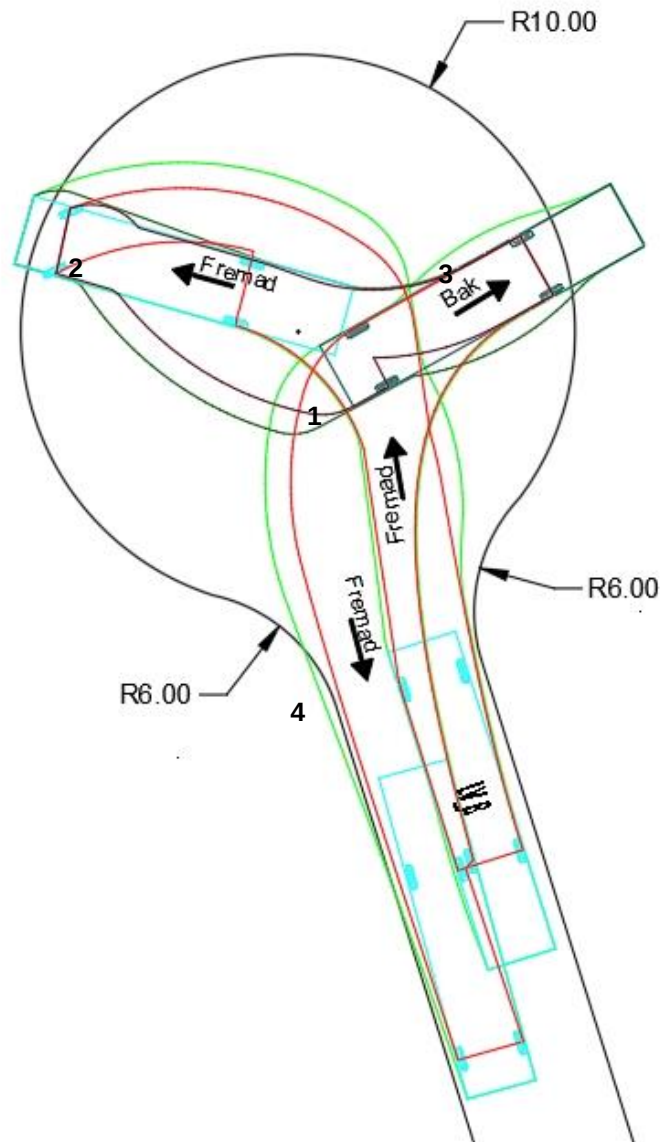


Figur 38: Vejprofil for fællesstier.

6.4 VENDEPLADSER

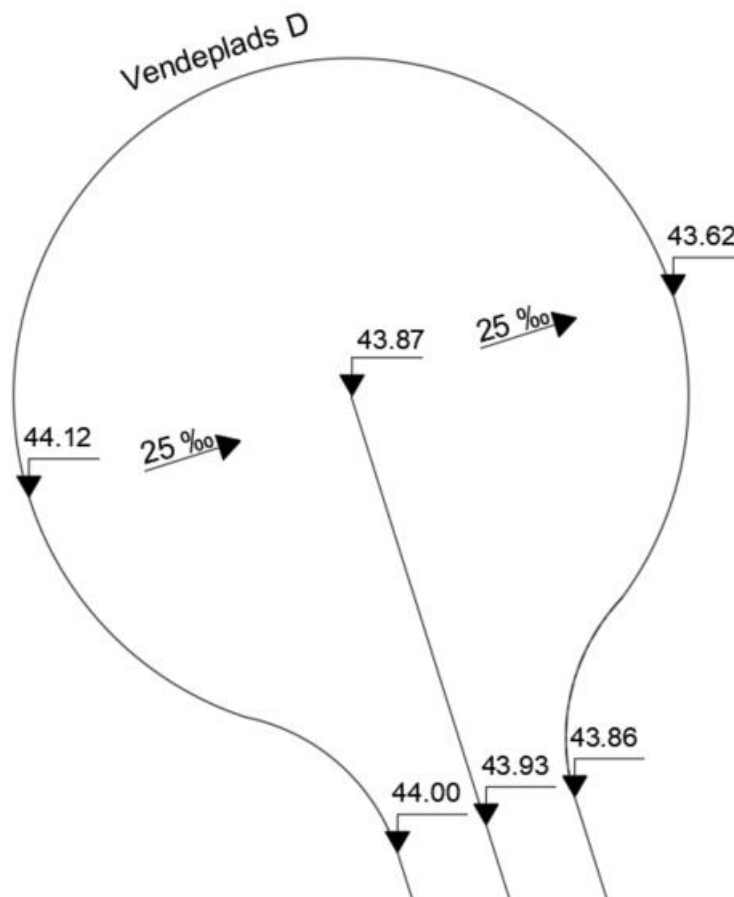
Radius for vendepladser og tilslutninger skal være af en størrelse så der kan skaffes præfabrikerede radiuskantsten. Vendepladsen projekteres med en radius til forkant af kantsten på 10,0m, og får således en diameter som er 1 meter større, end de 19 meter der foreskrives i lokalplanen. Dette er gjort, for at tilpasse

vendepladsen til de kantsten der er valgt til vejen. Det er valgt at projekttere vendepladsen lidt større i stedet for mindre end de 19 meter, da en 12 meter lang lastbil skal kunne vende. Overgang fra vejen til vendepladsen projekteres med en radius på 6 meter. Vendepladsernes geometri og kørekurve for 12 meter lastbil, køremåde B, ses af Figur 39



Figur 39: Kørekurve for 12 meter lastbil, køremåde B.

Vendepladserne projekteres med 25% ensidig hældning ligesom vejene for at sikre en jævn overgang fra vej til vendeplads, illustration for vej D-D ses af Figur 40.

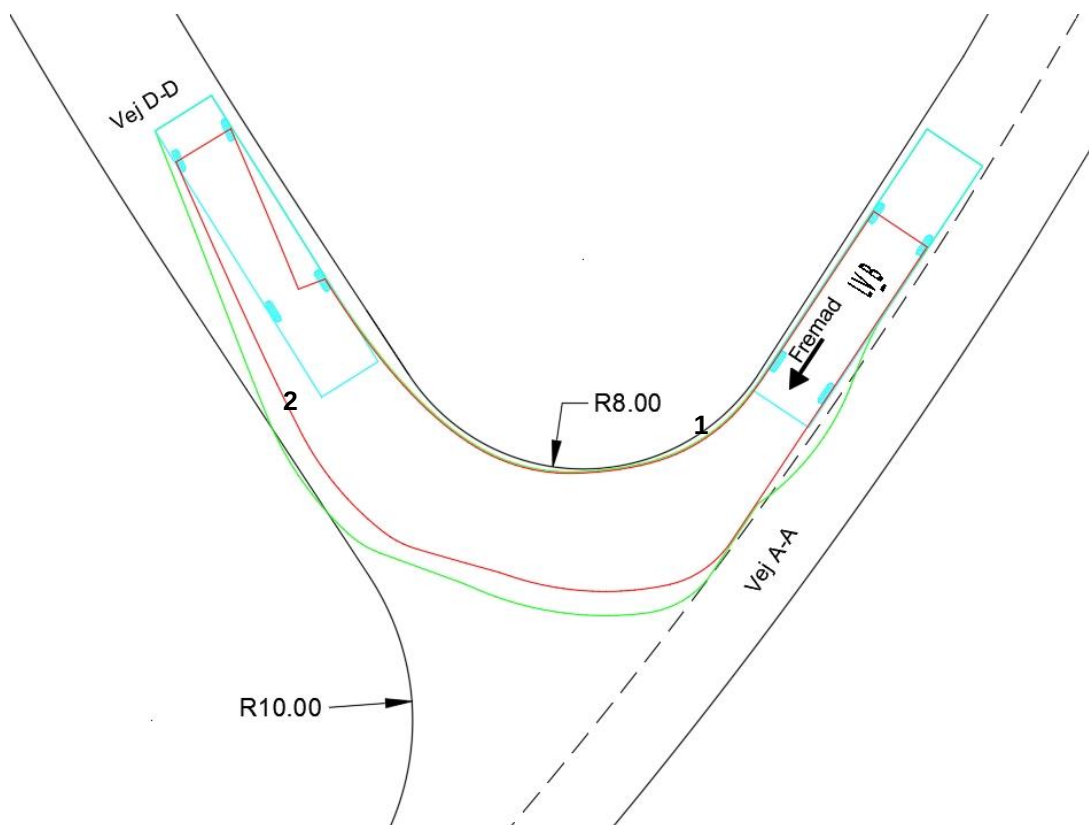


Figur 40: Illustration af koter på vendepladsen for enden af vej D-D.

6.5 TILSLUTNING TIL VEJ A-A

Tilslutningen mellem vej D-D og A-A ses af Figur 41. Radius for tilslutning på den spidse vinkel er 8,00 meter og på den stumpe vinkel 10,00 meter. Kørekurve for en 12 meter lang lastbil med køremåde B ses ligeledes af Figur 41.

Tilslutningen mellem vej C-C og A-A er projekteret med radius 8,00 meter på begge sider, da vejen tilslutter mere vinkelret. Der er ikke lavet kørekurver for vejen, idet det kritiske sving er ved krydsning mellem vej D-D og A-A.



Figur 41: Tilslutning af vej D-D til vej A-A med radier og kørekurve for en 12 meter lastbil, køremåde B.

6.6 AFMÆRKNING OG SKILTNING

Ved boligvejenes udmunding i A-A har trafikanterne fra boligvejene ubetinget vigepligt. Derfor afmærkes med S 11 vigelinje. På svagt trafikerede veje kan ubetinget vigepligt afmærkes alene ved vigelinje, men da der er cykelsti langs vej A-A, som trafikanter fra boligvejene har ubetinget vigepligt for, opsættes der desuden B11 tavler, selvom cykelstien ikke er dobbeltrettet.

Det vil ikke blive etableret længdeafmærkning på boligvejene, da der ikke er krav om dette og det ikke vurderes nødvendig, for at trafikanterne kan køre sikkert på vejene.

Der vil blive etableret spærrelinje foran vigelinjerne på boligveje. Linjen vil bestå af 11,25 meter spærrelinje, Q41/Q44, efterfulgt af varslingslinje, Q41/Q42, indtil en samlet længde på 30 meter. Der er ikke krav om, at der anvendes spærrelinje foran vigelinje indenfor tættere bebyggede områder, når vognbanens bredde er mindre end 2,8 meter. Men da vej D-D tilslutter vej A-A i en spids vinkel vælges det for at tydeliggøre vejforløbet for trafikanter som svinger til venstre ud på vej A-A eller svinger til venstre fra vej A-A og ind på boligvejen. For at skabe symmetri i bybilledet etableres det også på boligvej C-C.



Hvor cykelsti og vognbane langs vej A-A ikke er adskilt af rabat anvendes bred punkteret kantlinje, Q 47, som adskillelse.

Ved start af fællesstier skiltes med fællessti, D 27 og knallert forbudt, UD 21,5.

Ved fællesstiers udmundning til vej A-A og Højsagervej etableres vigelinje, S11 og B11 tavle. Trafikanter på sti a-a, c-c og d-d har ubetinget vigepligt for trafikanter på sti e-e hvilket afmærkes med vigelinje.

Afmærkningen fremgår på vejplanerne, tegning 201, 202, 203 og 204.

7 AFVANDING

Det skal sikres at ledninger til regnvand og spildevand kan føres i tilstrækkelig dybde fra et fremtidigt hus og frem til det eksisterende system som det tilsluttes. For regnvandsledninger gælder, at de skal ligge med 20‰ fald frem til skelbrønden hvor der er et sandfang og med minimum 30 cm jorddække. Allerede ved huset skal ledningerne derfor ligge i en dybde af 40 cm (30 cm jorddække plus ledningen) og skal falde derfra til skelbrønden. Spildevandsledninger kan lægges med 12‰ fald uden beregning når der er tilsluttet et wc og skal ligge i en dybde af minimum 75 cm for at sikre dem mod frost. Derfor starter ledninger ved huset i en dybde på de 75 cm og falder derfra til skelbrønden. (Ovesen, et al., 1997). Spildevandsledninger er desuden projekteret til at ligge 30 cm dybere end regnvandsledninger for at beskytte regnvandsbassin og recipient fra forurening med spildevand i tilfælde af læk.

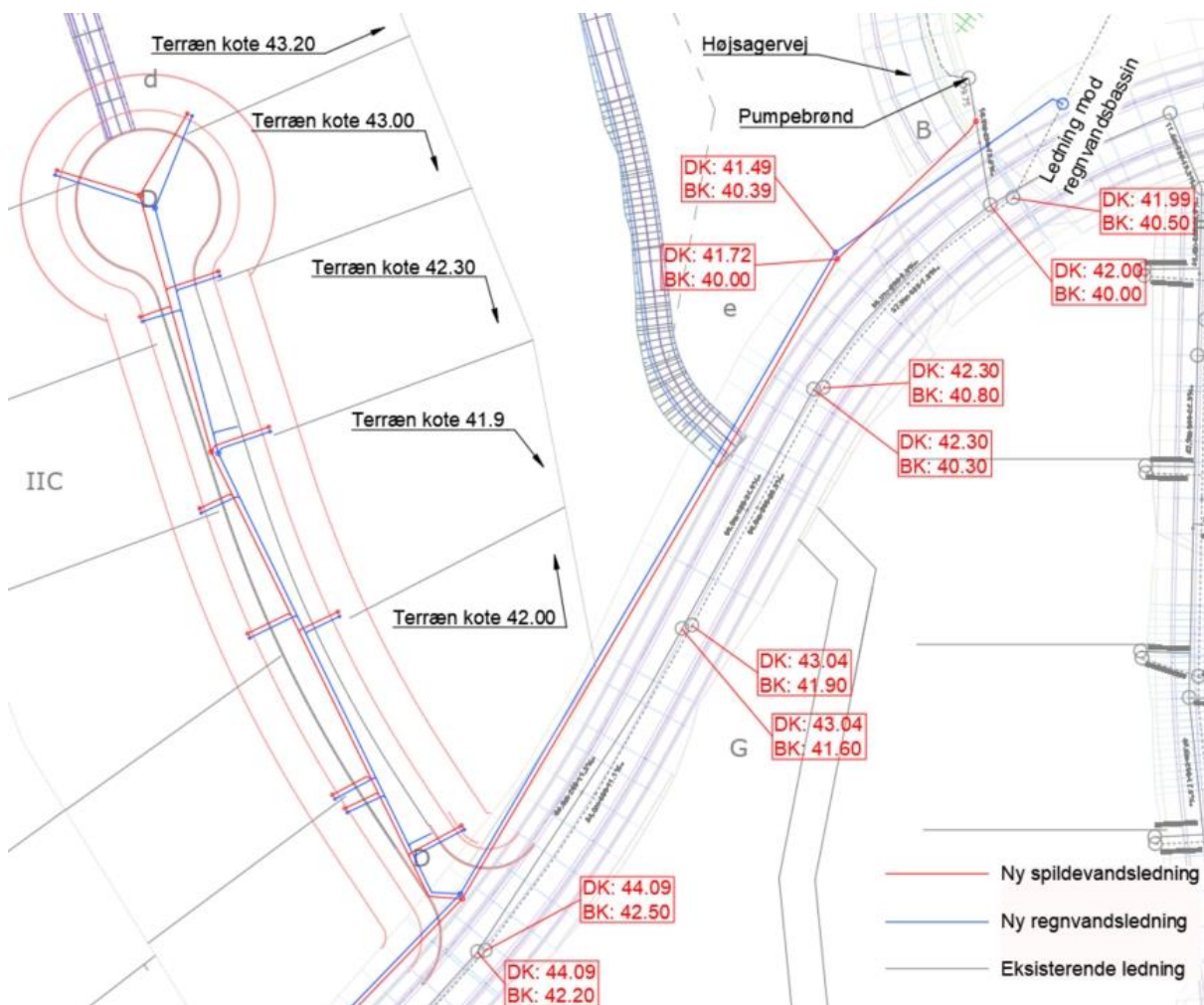
I forbindelse med etablering af etape 1, er der lagt stik ind til spildevand og regnvand fra brønde i vej A-A til de nye boligveje. Spildevandet graviterer under vej A-A til en pumpebrønd på hjørnet af Højsagervej og Høgevej og regnvandet graviterer til et regnvandsbassin placeret i den nordvestlige del af området. Da systemet blev projekteret, er der dog ikke taget tilstrækkeligt hensyn til muligheden for afvanding fra etape 2, idet bundkoten på spildevands- og regnvandsbrønde i vej A-A ligger i niveau med terrænet på byggegrundene på den østlige side af boligvejene i etape 2. Grundene falder desuden væk fra boligvejen, hvilket betyder at ledningerne i vejen skal ligge endnu lavere, for at sikre tilstrækkeligt fald på ledninger fra et fremtidigt hus til skelbrønden.

For at løse denne udfordring føres spildevand og regnvand i ledninger i rabatten langs vej A-A for at blive tilsluttet de eksisterende ledninger når disse har tilstrækkelig dybde. Af Figur 42 ses laveste terrænkoter for byggegrundene på øst siden af boligvej D-D som er i niveau med bundkoten i brøndene ud for boligvej D-D. Det samme er tilfældet for boligvej C-C. Af figuren ses også hvor de nye ledninger tilsluttes til det eksisterende system.

Det har været undersøgt, om ledningerne kan tilsluttes til en af brøndene, der er i vej A-A nedstrøms fra boligvejene, dette har dog ikke været muligt, da der ikke er tilstrækkelig dybde på brøndene. En anden løsning på udfordringen kunne være at anlægge pumpebrønde for enden af hver boligvej og derved, via den stikledning der allerede er indlagt, pumpe spildevand og regnvand til det eksisterende ledningssystem.

Med denne løsning vil det undgås at opgrave Højsagervej og at anlægge nye 220 meter spildevands- og regnvandsledning langs vej A-A. Løsningen med at pumpe er dog fravalgt, da det er vurderet at være en dyrere løsning at anlægge og kræver løbende drift og vedligehold.

Ledningsplaner fremgår af tegning 101, 102 og 103.



Figur 42: Oversigt over laveste terrænkoter på østsiden af boligvej D-D, brøndkoter på eksisterende brønde samt en enkel ny brønd for at illustrere de nye ledningernes dybde i forhold til de ledninger der allerede ligger under vej A-A. Terrænkoter på byggegrundene ligger i niveau med bundkoten på brønden ud for vej D-D. Tilslutning til eksisterende ledninger ses, hvor spildevandsledningen tilsluttes lige inden pumpebrønden, og regnvandsledningen tilsluttes på det sidste stræk inden eksisterende ledninger har udløb i regnvandsbassin.

Overfladevand fra stier ledes ikke til regnvandsbassinet men nedsiver i rabatten.

7.1 REGNVANDSLEDNINGER

Regnvandsledninger dimensioneres i helhold til Ringkøbing-Skjern Kommunes dimensioneringspraksis, beskrevet i forbindelse med spildevandsplanen i afsnit 2.2,



hvor simple ledningsstræk skal dimensioneres for en regnintensitet på 260 l/s/red. ha. inklusive sikkerhedsfaktor og hydrologisk reduktionsfaktor.

Bebyggelsesprocenten er 30% for byggegrundene og ifølge lokalplanen må de befæstes med 50%, hvor de resterende 20% forudsættes belagt med fliser.

Befæstelsesgrad og hydrologisk reduktionsfaktor brugt ved dimensionering ses af Tabel 20.

Tabel 20: Befæstelsesgrad og hydrologisk reduktionsfaktor for de arealer der skal afvandes.

	Befæstelsesgrad	Hydrologisk reduktionsfaktor
Andel af byggegrund der bebygges	30%	1
Ekstra udhus, carport pr. byggegrund	50 m ²	1
Andel af byggegrund med flisebelægning	20%	0,7
Vejarealer	100%	1

Ledningskapacitet beregnes ved Colebrook-Whites formel, ligning 7.1, for ledninger med fyldningsforhold 1.

$$Q_{fuld} = -6,95 \cdot \log \left(\frac{0,74}{d_i \cdot \sqrt{d_i \cdot I} \cdot 10^6} + \frac{k}{3,71 \cdot d_i} \right) \cdot d_i^2 \cdot \sqrt{d_i \cdot I} \quad 7.1$$

- d_i er ledningen indvendig diameter [m].
- I er friktionstabt [m/m], som her er sat lig energilinjens gradient.
- k er ledningsruhed [m], for plastledninger 0,00025 meter og for betonledninger er den 0.001 meter.

Regnvandsledninger er dimensioneret for selvrensning, hvor forskydningsspændingen skal overstige 1,35 N/m² for plastledninger og 1,5 N/m² for betonledninger og beregnes for en regnintensitet på 0,012 l/s/m². (Dansk Standard, 2020). Forskydningsspændingen beregnes af ligning 7.2. Topstrækningen på ledninger er undersøgt for den mængde regnvand der strømmer til disse.

$$\tau = \rho \cdot g \cdot I \cdot R \quad 7.2$$

- ρ er afløbsvandets densitet [kg/m³], 1000 kg/ m³.
- g er tyngdeaccelerationen [m/s²], 9,82 m/s².
- I er energilinjens gradient [m/m].
- R er ledningen hydrauliske radius ved den aktuelle afløbsstrøm [m].

Den hydrauliske radius for den aktuelle afløbsstrøm findes ved ligning 7.3.

$$R = \frac{d_i}{8 \cdot \theta} \cdot (2 \cdot \theta \cdot \sin(2 \cdot \theta)) \quad 7.3$$



Hvor vinklen θ findes ved ligning 7.4.

$$\theta = \cos^{-1}\left(1 - 2 \cdot \frac{y}{d_i}\right) \quad 7.4$$

Den aktuelle vanddybde y findes ved omskrivning af Brettings formel, ligning 7.5, og ved iteration til der findes et tilpas præcist resultat for y .

$$y = \cos^{-1}\left(0,92 - 2 \cdot \frac{q}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right)\right) - \frac{d_i}{\pi} \quad 7.5$$

Udledning af ligning 7.5 ses af appendiks A.

Skabelon til beregning af ledningsdimension og selvrensning i Excel ses af appendiks B.

Regnvandsledninger under boligvejene anlægges med $\emptyset 250$ PP ledninger på første ledningsstræk og derefter $\emptyset 400$ PP. For den del af strækningen der fører regnvand fra begge boligveje, er ledningerne af dimension $\emptyset 600$ bt. Dimensionering af regnvandsledninger for henholdsvis boligvej C-C og D-D ses af appendiks B.1 og B.2. Alle plastledninger skal have ringstivhed så de er klassificeret SN8 ledninger, da de udsættes for trafikbelastning.

Regnvandsledningen ligger med et lidt mindre længdefald end spildevandsledningen og krydser den nye samt den eksisterende spildevandsledning. I disse to punkter er det sikret at ledningerne har en dybde der gør denne krydsning mulig. Regnvandsledningen tilsluttes til den eksisterende regnvandslednings sidste stræk inden udløb til bassinet. Samlingen af eksisterende og ny ledning sker i en ny brønd af dimension $\emptyset 1250$ bt.

7.2 SPILDEVANDSLEDNINGER

Spildevandsledninger dimensioneres ud fra en forudsat spildevandsstrøm på 11.9 l/s pr. bolig og en dimensionsgivende spildevandsstrøm på 1,8 l/s pr. bolig. (Dansk Standard, 2020). Beregning af forudsat spildevandsstrøm pr. bolig ses af Tabel 21. Ledninger er dimensioneret ud fra kurve B fra figur 1 i Anneks B, DS432:2020 om samtidighedsfaktor.



Tabel 21: Sum af forudsatte spildevandsstrøm pr. bolig til dimensionering af spildevandsledninger. (Dansk Standard, 2020).

Installationsgenstand	Antal	Forudsat spildevandstrøm pr. stk	Sum af forudsat spildevandstrøm
Håndvask	3	0,3	0,9
WC	2	1,8	3,6
Gulvafløb ø75mm	3	1,5	4,5
Brusekabine	2	0,4	0,8
Køkkenvask	1	0,6	0,6
Opvaskemaskine	1	0,9	0,9
Vaskemaskine	1	0,6	0,6
Ventilation bolig	1	0,001	0,001
SUM			11.9

Ledningskapacitet er beregnet med et fyldningsforhold, y/d_i , på 0,5 ud fra Brettings formel ved ligning 7.6, hvor den fulde ledningskapacitet, Q_{fuld} , er beregnet ved ligning 7.1.

$$q = \left(0,46 - 0,5 \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right) + 0,04 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right) \right) \cdot Q_{fuld} \quad 7.6$$

Spildevandsledninger er dimensioneret for selvrensning ved forskydningsspænding større end 2,25 N/m². (Dansk Standard, 2020). Topstrækninger for ledninger er sikret at være selvrensende for den mængde spildevand der strømmer til disse. Forskydningsspændingen er beregnet ud fra samme metode som for regnvand. Skabelon til dimensionering i Excel ses af appendiks C.

Spildevandsledningernes bliver på strækningerne under boligvejene af dimension ø160PP selvom ø110PP vil være tilstrækkelig på topstrækningen ved begge boligveje. Den let øgede omkostning til større rør opvejes af fordele som bedre plads ved fremtidig tv-inspektion og mindre risiko for tilstopning. For den del af strækningen som fører spildevand fra begge boligveje bliver rørene af dimension ø200PP. Alle ledninger skal have ringstivhed så de er klassificeret SN8 ledninger, da de udsættes for trafikbelastning. Dimensionering af spildevandsledninger for henholdsvis boligvej C-C og D-D ses af appendiks C.1 og appendiks C.2. Spildevand bliver tilsluttet til den eksisterende spildevandsledning lige før pumpebrønden. Den nye ledning og den eksisterende ledning samles i en rense- og inspektionsbrønd, således at den nye ledning kan rensen og inspiceres fra brønden.



7.3 BRØNDE

Skelbrønde til spildevand udføres som PP rense- og inspektionsbrønde med en diameter på 425mm. Set er forskelligt hvilke størrelse skelbrønd de forskellige forsyningsselskaber foretrækker og det er muligt at anvende ø315. Her er altså valgt ø425 mm for at sikre god plads ved fremtidig inspektion og rensning. Brøndene anlægges med rødt opføringsrør med tætningsring, kegle, fast karm og dæksel.

Skelbrønde til regnvand udføres i ø315mm PP blå korrugeret rør. Bunden af røret skal være 0,5 meter under løbskoten for at sikre 35 L sandfang. Brønden afsluttes med kegle, fast karm og dæksel.

Ved at montere rødt og blå opføringsrør på henholdsvis spildevand- og regnvandsledninger mindskes risikoen for fejlkoblinger.

Brønde til vejafvanding udføres i ø315PP med blå opføringsrør og vandlås. Bunden af røret er 1 meter under løbskoten for at etablere 70 L sandfang. Brønden afsluttes med kegle, flydende karm og rist.

Brønde på hovedledningen for regn- og spildevand hvor ledningen har en maksimal diameter på 400mm udføres som ø600mm PP rense- og inspektionsbrønde med opføringsrør, kegle, karm og dæksel. Opføringsrøret skal være rødt for spildevand og blå for spildevand. Brønde i vejene udføres med flydende karm.

Hvor dimensionen på hovedledningen for regnvand er 600mm samles ledninger i ø1250 beton brønde med brøndkegle med ø600 top og dæksel.

Dæksler skal være i belastningsklasse D400. For brøndene som ikke ligger i veje og skelbrønde er belastningsklasse B125 tilstrækkelig, da der ikke vil være kørsel af betydning på disse, men for at undgå fejlmontering vælges det, at samtlige dæksler overholder kravene til D400.

8 MÆNGDER

De geotekniske undersøgelser i området indikerer fyld i en dybde mellem 0,2 meter og 0,9 meter som beskrevet i afsnit 2.4. Til beregning af muldmængde der skal bortgraves og bortskaffes, er anvendt en mulddybde på 60 cm. Denne kan afvige fra de faktiske forhold og må betragtes som et udgangspunkt for udregning af prisen på udført arbejde. Af samme grund er det vigtigt, at pris på afgravning og bortskaffelse af jord er angives med en enhedspris, for at sikre at der ikke opstår usikkerheder omkring afregning med entreprenør omkring denne post. Mængder er udtrukket fra AutoCAD og opgjort i Tabel 22.



Tabel 22: Mængder af afgravet muld, tilkørt fyldsand, slidlag, GAB 1, stabilgrus og bundsikringslag til etablering af veje og stier i området.

	Afgravning muld [m ³]	Fyldsand [m ³]	Slidlag [m ³]	GAB 1 [m ³]	SG II [m ³]	BL II [m ³]
Vej A-A	222,13	48,15	6,37	17,30	64,33	114,38
Vej C-C	726,21	95,39	25,72	87,44	189,21	313,38
Vej D-D	600,22	171,83	21,75	73,97	159,03	263,40
Sti e-e	621,19	257,86	23,41	0	124,24	258,83
Sti a-a	222,42	93,02	8,38	0	44,48	92,68
Sti c-c	65,19	17,28	2,46	0	13,04	27,16
Sti d-d	58,70	16,04	2,19	0	11,63	24,23
SUM	2517,06	699,57	90,28	178,71	605,96	1094,06

Derudover skal der afgraves 192 m³ råjord der antages kan genindbygges.

Det ses at særligt vej D-D og sti e-e kræver større mængder fyldsand tilkørt. Dette skyldes at vejen ligger i påfyldning i første del af strækningen og for sti e-e er hovedårsagen, at der afgraves 20 cm mere end vejassens dybde sammenholdt med stien længde på 259 meter. Det er som før beskrevet forsøgt at lave længdeprofilen følge terrænet i så stor udstrækning som muligt, blandt andet for at undgå denne udgift.

Til fyldsand kan anvendes enhver sandart der kan komprimeres tilstrækkeligt, og dermed også samme sand som bruges til bundsikringslag hvis dette vurderes økonomisk mest attraktivt.

Total skal der tilføjes 40 m³ mere materiale end den mængde muld der fjernes.

9 UDBUD

Projektet udbydes som en samlet entreprise. Følgende beskrives de enkelte dele i udbudsmaterialet

Projektet udarbejdes efter aftalegrundlaget AB18 som beskriver det juridiske grundlag for entreprisen, som eksempelvis hvordan tvister skal håndteres, at entreprenøren skal stille sikkerhed for opfyldelsen af sine forpligtigelser og aftale omkring tidsplan. Hvis der er præciseringer eller yderligere juridisk at tilføje udarbejdes for entreprisen en SB, Særlige Betingelser. Det kan f.eks. være tidsfrister for arbejdet og bodstørrelse ved overskridelse af disse.

Den tekniske del af udbudsmaterialer består af alle relevante tegninger som skal danne grundlag for og give de nødvendige informationer til entreprenørens arbejde med udførelsen. Derudover forligger der Almindelige Arbejdsbeskrivelser, AAB, for de fleste arbejdsområder. Disse beskriver minimumskrav til materialer og udførsel af almindelig forekommende anlægsarbejder. Der udarbejdes også en Særlig Arbejdsbeskrivelse, SAB, som beskriver hvis der er specifikke krav til projektet som



afviger fra AAB, eller hvis der er dele af arbejdet som ønskes udført indenfor specifikke rammer.

Den økonomiske del af aftalegrundlaget består af tilbudslisten, som på samme tid skal være så enkel som mulig og så præcist som muligt. Dette giver mulighed for at entreprenøren får et godt og overskueligt overblik over projektets omfang, således at tilbuddet bliver realistisk og hvor entreprenøren ikke tilføjer unødigt sikkerhed i priserne, fordi denne er usikker på entreprisens omfang. Tilbudslistens poster skal afregnes i mængder i videst muligt omfang, da dette vil gøre det nemmere at afregne korrekt. Ved ekstraarbejder ligger grundlaget for afregningen også klar, når tilbudslisten angiver mængdepriser, hvis det samtidig i aftalegrundlaget gøres klart, at ekstraarbejder afregnes efter de angivne mængdepriser.

Det økonomiske grundlag for aftalen mellem bygherre og entreprenør består også af en Tilbuds- og Aftalegrundlag, TAG, hvor der redegøres for hvordan mængder opgøres og i hvilket omfang afvigelse fra mængder skal accepteres uden priskorrektion.

De mest præcise tilbud fås ved at gøre materialet overskueligt og nemt for entreprenøren at forstå og finde rundt i. Samtidig giver et overskueligt og letforståeligt aftalegrundlag et godt grundlag for samarbejdet gennem hele udførelsen. En logisk opbygning opnås bl.a. ved at punkter i f.eks. TAG er nummereret ens som det punkt i tilbudslisten det henviser til.

Til projektet er udarbejdet en tilbudsliste med en overslagspris. Priserne er beregnet som et gennemsnit af de afgivne tilbud på etape 1, "Molio Prisdata" udgivet af Byggeriets videnscenter og andre nylige tilbud på enkelte dele. Overslagsprisen ses af Tabel 23 og tilbudslisten er vedlagt rapporten. Tilbudslisten er opdelt i vejarbejder og kloakarbejder, idét kloakarbejder ikke betales af bygherre med af Ringkøbing-Skjern Forsyning.

Tabel 23: Overslagspris på anlægsarbejdet, se i øvrigt tilbudslisten vedlagt denne rapport. Priser er eks. moms.

Arbejdsplads	Vejarbejder	Kloakarbejder	Total
158.750 kr	1.357.076 kr	1.351.968 kr	2.867.794

10 KONKLUSION

Udstykningen i Videbæk består af 25 byggegrunde beliggende omkring to boligveje samt stier som forbinder vejene. Området ligger i et kuperet terræn men er ikke ellers omfattet af nogle særlige bindinger der skal tages hensyn til og der skal dermed ikke søges dispensationer inden etableringen kan påbegynde. De to boligveje har adgang fra Høgevej som skal forlænges med 30 meter for at give adgang til boligvej C-C. Her er det besluttet ikke at forlænge Høgevej helt ud til udkanten af området, idét det endnu ikke er besluttet hvornår der skal udstykkes yderligere.



Vejenes linjeføring og længdeprofiler er projekteret i AutoCAD med henblik på at vejene ligger i niveau med terrænet i så vid udstrækning som muligt. For boligvej D-D har det dog ikke været muligt at lade vejen ligge i terræn de første 45 meter, idet vejen tilslutter Høgevej hævet over terrænet og terrænet falder en del de første ca. 50 meter. Derfor ligger vejen i op til 50 cm påfyldning. Dette kan udgøre en udfordring for de omkringliggende grunde, som får opkørsel op til vejen. Det er dog, ifølge lokalplanen, muligt at terrænregulere på byggegrundene med op 0,5 meter, og således anses vejen længdeprofil som acceptabel.

Stierne er ligeledes projekteret i AutoCAD. Sti e-e har et længdefald som kan udgøre en sikkerhedsrisiko for cyklister, idét de kan komme op i høj fart inden udkørsel til Højsagervej. Derfor er der projekteret en forsætning ved udkørslen, for at sænke cyklisternes fart inden mødet med vejen.

Vej projekteringen af afvandingen af boligvejene har det vist sig, at de brønde der er etableret i Høgevej i forbindelse med byggemodningen af etape 1, ligger så højt at de ikke kan anvendes for denne byggemodning. Dette var ellers planlagt, og der er lagt stik ind til boligvejene. Terrænet på boligvejenes østlige side ligger i niveau med bundkoterne i brøndene, og da ledningerne jo skal sænkes yderligere, er der kigget på alternative løsninger. Her er det valgt at lægge nye ledninger i rabatten langs Høgevej og tilslutte det eksisterende system når muligt.

Afvandingen af vejene sker ved rendestensbrønde både på vejen lavpunkter samt udvalgte steder langs vejen.

Slutteligt er der udarbejdet en tilbudsliste, hvorved en overslagspris på projektet kan beregnes til 2.867.794 kr.



APPENDIKS



A Udlledning af formel for beregning af y fra Brettings formel

$$\frac{q}{Q_{fuld}} = 0,46 - 0,5 \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right) + 0,04 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right)$$

 $\Updownarrow$

$$2 \cdot \frac{q}{Q_{fuld}} = 2 \cdot 0,46 - 2 \cdot 0,5 \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right) + 2 \cdot 0,04 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right)$$

 $\Updownarrow$

$$2 \cdot \frac{q}{Q_{fuld}} = 0,92 - \cos\left(\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right) + 0,08 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right)$$

 $\Updownarrow$

$$\cos\left(\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right) = 0,92 - 2 \cdot \frac{q}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right)$$

 $\Updownarrow$

$$\cos^{-1}\left(\cos\left(\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right)\right) = \cos^{-1}\left(0,92 - 2 \cdot \frac{q}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right)\right)$$

 $\Updownarrow$

$$\pi \cdot \frac{y}{d_i} = \cos^{-1}\left(0,92 - 2 \cdot \frac{q}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right)\right)$$

 $\Updownarrow$

$$\pi \cdot y = \cos^{-1}\left(0,92 - 2 \cdot \frac{q}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right)\right) \cdot d_i$$

 $\Updownarrow$

$$y = \cos^{-1}\left(0,92 - 2 \cdot \frac{q}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{y}{d_i}\right)\right) \cdot \frac{d_i}{\pi}$$



B Beregning af regnvandsledninger

Bygherre: Hansen og Larsen				Regnintensitet =				260 l/s				Sikkerhedsfaktor = INKL				Dato: 20-12-2020	
Gentagelsesperiode: 5				Areal				Tilkommer				Int:				MSS	
Punkt	Stræk	Q _{regnvand} [l/s]	Q _{fuld} [l/s]	Y _{start} [m]	Q _{regnvand} [m ²]	Q _{fuld} [m ²]	Y _{end} [m]	Q _{regnvand} [l/s]	Q _{fuld} [l/s]	Sum Q _{regnvand} [l/s]	Sum Q _{fuld} [l/s]	Fald [‰]	Fald [m]	PP	Kote [m]	Hastighed [m/s]	Aflobstid [s]
a					$A_{byggesgrund} \cdot 0,3 + A_{ntalbyggesgrunde} \cdot 50 + A_{byggesgrund} \cdot 0,2 \cdot 0,7 + A_{vej}$			1,00							41,32		
	a - b									$A_{regd} \cdot \phi \cdot i$	Q _{a-b}	0,00	15 0,00	auto		auto	auto
b					$A_{byggesgrund} \cdot 0,3 + A_{ntalbyggesgrunde} \cdot 50 + A_{byggesgrund} \cdot 0,2 \cdot 0,7 + A_{vej}$			1,00							41,32		
	b - c									$A_{regd} \cdot \phi \cdot i$	Q _{a-c}	0,00	10 0,00	auto		auto	auto
c					$A_{byggesgrund} \cdot 0,3 + A_{ntalbyggesgrunde} \cdot 50 + A_{byggesgrund} \cdot 0,2 \cdot 0,7 + A_{vej}$			1,00							41,32		
										$A_{regd} \cdot \phi \cdot i$	Q _{a-d}	0,00	8 0,00	auto		auto	auto

d _i [m]	Q _{regnvand} [l/s]	Q _{fuld} [l/s]	Y _{start} [m]	Y _{end} [m]	Y ₂ [m]
auto	Q _{a-b} * 0,012 l/s/m ²	Colebrook White	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-b}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{D_i}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-b}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_{start}}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-b}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_1}{D_i} \right) \right)$
auto	Q _{a-c} * 0,012 l/s/m ²	Colebrook White	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-c}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{D_i}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-c}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_{start}}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-c}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_1}{D_i} \right) \right)$
auto	Q _{a-d} * 0,012 l/s/m ²	Colebrook White	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-d}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{D_i}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-d}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_{start}}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-d}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_1}{D_i} \right) \right)$

$$Q_{fuld} = -6,95 \cdot \log \left(\frac{0,74}{d_i \cdot \sqrt{d_i} \cdot I} + \frac{k}{3,71 \cdot d_i} \right) \cdot d_i \cdot \sqrt{d_i} \cdot I$$

Y ₃ [m]	Y _{start} [m]	Θ	R [m]	T [N/m ²]	Selvrensning
$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-c}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_2}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-c}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_2}{D_i} \right) \right)$	$\cos^{-1} \left(1 - \frac{2 \cdot Y_{start}}{d_i} \right)$	$\frac{d_i}{8 \cdot \Theta} \cdot (2 \cdot \Theta - \sin(2 \cdot \Theta))$	$\gamma \cdot R \cdot I$	T > 1,35
$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-c}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_2}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-c}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_2}{D_i} \right) \right)$	$\cos^{-1} \left(1 - \frac{2 \cdot Y_{start}}{d_i} \right)$	$\frac{d_i}{8 \cdot \Theta} \cdot (2 \cdot \Theta - \sin(2 \cdot \Theta))$	$\gamma \cdot R \cdot I$	T > 1,35
$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-c}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_2}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-c}}{Q_{fuld}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{Y_2}{D_i} \right) \right)$	$\cos^{-1} \left(1 - \frac{2 \cdot Y_{start}}{d_i} \right)$	$\frac{d_i}{8 \cdot \Theta} \cdot (2 \cdot \Theta - \sin(2 \cdot \Theta))$	$\gamma \cdot R \cdot I$	T > 1,35

Figur 43: Regnvandsledninger er beregnet i Excel ud fra denne skabelon.



B.1. Beregning af regnvand vej C-C

Bygherre: Hansen og Larsen										Dato: 20-12-2020		
Gentagelsesperiode: 5 Regnintensitet = 260 l/s Sikkerhedsfaktor = INKL										Int: MSS		
Punkt	Stræk	Areal		Tilkommer								
			φ-værdi	Q	Sum Q	Længde	Fald	Fald	PP	Kote	Hastighed	Afløbstid
		[m ²]		[l/s]	[l/s]	[m]	[‰]	[m]		[m]	[m/s]	[s]
a		2.346,76	1,00	61,02								
	a - b				61,02		12		Ø315		1,81	0,0
b		3.046,92	1,00	79,22								
	b - c				140,24		8		Ø400		1,76	0,0
c		1.860,08	1,00	48,36								
					188,60		7		Ø450		1,72	0,0

Figur 44: Beregning af regnvandsledninger for boligvej C-C.

SELVRENSNING											
d _i	Q _{selvrensning}	Q _{fuld}	y _{start}	y	y	y	y _{slut}	θ	R	τ	Selvrensning
[m]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[N/m ²]	
0,277	12,26	108,78	0,060377	0,068819	0,070704	0,071123	0,071216	1,063510655	0,041601	4,902215	JA
0,370	28,16	189,45	0,093231	0,105982	0,108541	0,109038	0,109134	1,148246379	0,06237	4,899783	JA
0,396	87,05	211,56	0,175558	0,195212	0,195834	0,195838	0,195838	1,559878937	0,098307	6,757635	JA

Figur 45: Beregning af selvrensning af regnvandsledninger for boligvej C-C. Den tilstrømmende regnvandsmængde er den som løber på topstrækningen af ledningen.

B.2. Beregning af regnvand vej D-D

Bygherre: Hansen og Larsen										Dato: 20-12-2020		
Gentagelsesperiode: 5 Regnintensitet = 260 l/s Sikkerhedsfaktor = INKL										Int: MSS		
Punkt	Stræk	Areal		Tilkommer								
			φ-værdi	Q	Sum Q	Længde	Fald	Fald	PP	Kote	Hastighed	Afløbstid
		[m ²]		[l/s]	[l/s]	[m]	[‰]	[m]		[m]	[m/s]	[s]
a		1.989,52	1,00	51,73								
	a - b				51,73		20		Ø250		2,02	0,0
b		3.481,24	1,00	90,51								
					142,24		7		Ø400		1,65	0,0

Figur 46: Beregning af regnvandsledninger for boligvej D-D.

SELVRENSNING											
d _i	Q _{selvrensning}	Q _{fuld}	y _{start}	y	y	y	y _{slut}	θ	R	τ	Selvrensning
[m]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[N/m ²]	
0,220	11,78	76,92	0,056304	0,063983	0,065503	0,065793	0,065848	1,157766985	0,037536	7,371974	JA
0,370	23,87	176,97	0,088590	0,100810	0,103369	0,103893	0,103999	1,117600025	0,05992	4,11887	JA

Figur 47: Beregning af selvrensning af regnvandsledninger for boligvej D-D. Den tilstrømmende regnvandsmængde er den som løber på topstrækningen af ledningen.



C Beregning af spildevandsledninger

Bygherre: Hansen og Larsen									
Ledningsdimensionen gælder kun for liggende udluftede ledninger									
Boliger									
Punkt	Stræk	Installationsgenstand	Tilkommer		Reduceret spildevandsstrøm		Længde	Fald	PE
		Antal	Type	Q	Q	Sum Q	Q _{red}	Q _{red}	Kote
				[l/s-stk]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]
a		8 stk	Bolig	11,9					44,99
	a - b				Antal · Q	Q _{a-b}	0,586995989327 · Q _{a-b}	15,0	auto
b		2 stk	Bolig	11,9					
	b - c				Antal · Q	Q _{a-c}	0,586995989327 · Q _{a-c}	10,0	auto
c		4 stk	Bolig	11,9					
	c - d				Antal · Q	Q _{a-d}	0,586995989327 · Q _{a-d}	8,0	auto

d _i	Q _{selvrensning}	Q _{fuld}	Y _{start}	y1	y2
[m]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]
auto			$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,a-b}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{D_i}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,a-b}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_{start}}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,a-b}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_1}{D_i} \right) \right)$
	q _{selvrensning,a-b}	Colebrook			
		White			
auto			$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,b-c}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{D_i}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,b-c}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_{start}}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,b-c}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_1}{D_i} \right) \right)$
	q _{selvrensning,b-c}	Colebrook			
		White			
auto			$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,c-d}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{D_i}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,c-d}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_{start}}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,c-d}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_1}{D_i} \right) \right)$
	q _{selvrensning,c-d}	Colebrook			
		White			

$$Q_{fuld} = -6,95 \cdot \log \left(\frac{0,74}{d_i \cdot \sqrt{d_i \cdot I \cdot 10^6}} + \frac{k}{3,71 \cdot d_i} \right) \cdot d_i \cdot \sqrt{d_i \cdot I}$$

y3	Y _{start}	θ	R	T	Selvrensning
[m]	[m]		[m]	[Nm ²]	
$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,a-b}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_2}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,a-b}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_3}{D_i} \right) \right)$	$\cos^{-1} \left(1 - \frac{2 \cdot y_{start}}{d_i} \right)$	$\frac{d_i}{8 \cdot \theta} \cdot (2 \cdot \theta - \sin(2 \cdot \theta))$	$\gamma \cdot R \cdot I$	τ>1,35
$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{Q_{a-c}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_2}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,b-c}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_3}{D_i} \right) \right)$	$\cos^{-1} \left(1 - \frac{2 \cdot y_{start}}{d_i} \right)$	$\frac{d_i}{8 \cdot \theta} \cdot (2 \cdot \theta - \sin(2 \cdot \theta))$	$\gamma \cdot R \cdot I$	τ>1,35
$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,c-d}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_2}{D_i} \right) \right)$	$\frac{D_i}{\pi} \cdot \cos^{-1} \left(0,92 - 2 \cdot \frac{q_{selvrensning,c-d}}{Q_{fuld}} + 0,08 \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{y_3}{D_i} \right) \right)$	$\cos^{-1} \left(1 - \frac{2 \cdot y_{start}}{d_i} \right)$	$\frac{d_i}{8 \cdot \theta} \cdot (2 \cdot \theta - \sin(2 \cdot \theta))$	$\gamma \cdot R \cdot I$	τ>1,35

Figur 48: Spildevandsledninger er beregnet ud fra denne skabelon i Excel.



C.1. Beregning af spildevandsledninger vej C-C

Bygherre: Hansen og Larsen											Dato: 25-12-2020		
Boliger											Int: MSS		
Ledningsdimensionen gælder kun for liggende udluftede ledninger													
Punkt	Stræk	Installationsgenstand			Tilkommer								
		Antal	Type	Q	Q	Sum Q	Q _{red}	Længde	Fald	Fald	PE	Kote	Hastighed
				[l/s-stk]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[‰]	[m]		[m]	[m/s]
a		4 stk	Bolig	11,9	47,6							43,60	
	a - b					47,6	3,30	39,44	15,0	0,59	Ø110		0,46
b		6 stk	Bolig	11,9	71,4							43,01	
	b - c					119	4,96	56,26	8,0	0,45	Ø160		0,43
c		4 stk	Bolig	11,9	47,6							42,56	
	c - d					166,6	5,77	44,17	20,0	0,88	Ø160		0,68
d		0 stk		11,9								41,67	
	d - e					166,6	5,77	79,62	13,6	1,09	Ø160		0,56
e												40,59	

Figur 49: Beregning af spildevandsledninger for boligvej C-C.

SELVRENSNING												
d _i	Q _{selvrensning}	Q _{slut}	y _{start}	y	y	y	y _{slut}	θ	R	T	Selvrensning	
[m]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[N/m ²]		
0,102	3,30	8,94	0,042294	0,047214	0,047506	0,047517	0,047517	1,504	0,024	3,584	JA	
0,148	4,96	17,5	0,052940	0,059538	0,060291	0,060362	0,060369	1,386	0,032	2,527	JA	
0,148	5,77	27,7	0,044682	0,045440	0,050689	0,051534	0,051660	1,264	0,029	5,612	JA	

SELVRENSNING for topstrækning med 2 boliger og Ø160 ledning												
d _i	Q _{selvrensning}	Q _{slut}	y _{start}	y	y	y	y _{slut}	θ	R	T	Selvrensning	
[m]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[N/m ²]		
0,148	2,42	23,95	0,030481	0,034772	0,035763	0,035991	0,036044	1,032	0,021	3,125	JA	

SELVRENSNING for mellemste strækning med 6 boliger												
d _i	Q _{selvrensning}	Q _{slut}	y _{start}	y	y	y	y _{slut}	θ	R	T	Selvrensning	
[m]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[N/m ²]		
0,148	3,95	17,48	0,046672	0,052738	0,053656	0,053781	0,053798	1,294	0,029	2,317	JA	

SELVRENSNING for nederste strækning med 10 boliger												
d _i	Q _{selvrensning}	Q _{slut}	y _{start}	y	y	y	y _{slut}	θ	R	T	Selvrensning	
[m]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[N/m ²]		
0,148	4,96	27,65	0,041203	0,046729	0,047730	0,047901	0,047930	1,211	0,027	5,288	JA	

Figur 50: Beregning af selvrensning af spildevandsledninger for boligvej C-C.



C.2. Beregning af spildevandsledninger vej D-D

Bygherre: Hansen og Larsen										Boliger				Dato: 25-12-2020
Ledningsdimensionen gælder kun for liggende udluftede ledninger										Int: MSS				
Punkt	Stræk	Installationsgenstand		Tilkommer										
		Antal	Type	Q	Q	Sum Q	Q _{red}	Længde	Fald	Fald	PE	Kote	Hastighed	Afløbstid
				[l/s stk]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[‰]	[m]		[m]	[m/s]	[s]
a		4 stk	Bolig	11,9	47,6							41,55		
	a - b					47,6	3,30	37,24	10,0	0,37	Ø110		0,43	86,5
b		7 stk	Bolig	11,9	83,3							41,18		
	b - c					130,9	5,18	63,27	8,0	0,51	Ø160		0,49	129,0
c												40,67		
	c - d	14 stk	Bolig	11,9	166,6	297,5	7,47	140,00	6,0	0,84	Ø200		0,49	286,5
d												39,83		

Figur 51: Beregning af spildevandsledninger for boligvej D-D.

SELVRENSNING

d _i	Q _{selvrensning}	Q _{fuld}	y _{start}	y	y	y	y _{slut}	θ	R	τ	Selvrensning
[m]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[N/m ²]	
0,102	3,30	10,32	0,038918	0,043636	0,044068	0,044097	0,044099	1,4368	0,0231	4,6209	JA
0,148	5,18	17,5	0,054222	0,060915	0,061627	0,061688	0,061693	1,4037	0,0327	2,8756	JA

SELVRENSNING FOR Ø160 PÅ TOPSTRÆKNINGEN A-B med 2 boliger

d _i	Q _{selvrensning}	Q _{fuld}	y _{start}	y	y	y	y _{slut}	θ	R	τ	Selvrensning
[m]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[N/m ²]	
0,148	2,42	27,65	0,028295	0,032311	0,033271	0,033504	0,033560	0,9926	0,0199	3,9163	JA

SELVRENSNING FOR Ø160 PÅ MELLEMSTRÆKNINGEN med 5 boliger

d _i	Q _{selvrensning}	Q _{fuld}	y _{start}	y	y	y	y _{slut}	θ	R	τ	Selvrensning
[m]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[N/m ²]	
0,148	3,95	17,48	0,046672	0,052738	0,053656	0,053781	0,053798	1,2943	0,0295	2,3169	JA

Figur 52: Beregning af selvrensning af spildevandsledninger for boligvej D-D.

BILAG



Bilag 1

ChristensenKromønn

GEOTEKNISK RÅDGIVNING WWW.CKROD.DK

ADRESSE: BALDERVEJ 10-12
8850 BJERRINGBRO

TELEFON: 41 68 64 12

MAIL: AK@CKROD.DK

CVR NR.: 33 25 81 94

HØGEVEJ/TERNEVEJ

6920 VIDEBÆK

GEOTEKNISK PLACERINGSUNDERSØGELSE

HANSEN & LARSEN A/S

NYSTEDVEJ 2, DEJBJERG

6900 SKJERN

SAG NR.:	19-029
SAGBEHANDLER:	ARIF ERTOGUN/
KVALITETSKONTROL:	KK/
VERSION:	1.0
DATO:	22. JANUAR 2019



Indholdsfortegnelse

1	Projekt	2
2	Mark- og laboratoriearbejde	2
3	Jordbunds- og vandspejlsforhold	3
4	Funderingsforhold	3
4.1	Generelt	3
4.2	Normal, direkte fundering	5
4.3	Dyb, direkte fundering	5
4.4	Direkte fundering efter udskiftning	5
5	Sætninger	6
6	Tørholdelse	6
6.1	Midlertidig	6
6.2	Permanent	7
7	Udførelsesmæssige forhold	7
7.1	Generelt	7
7.2	Gravearbejde i fedt ler	7
8	Supplerende undersøgelser	8
9	Kontrol	8
10	Miljø	8
11	Særligt	8

Bilag 1.	Boreprofiler.
Bilag 2.	Situationsskitse – ikke målfast.
Bilag 3.	Principskitse for indbygning af sandpude.
Bilag 4.	Principskitse for fundering på fedt ler.



1 Projekt

Det aktuelle projekt omfatter en orienterende undersøgelse i forbindelse med udstykning af grunde. Det forudsættes at der på grundene etableres parcelhuse i 1-2 plan uden kælder.

Det er undersøgelsens formål at fremskaffe geologiske og geotekniske data for det aktuelle projekt og derved angive:

- Jordbundsforhold samt styrke- og deformationsparametre for de trufne aflejringer.
- Mulige funderingsløsninger på baggrund af jordbunds- og vandspejlsforhold.
- Udførelsesmæssige forhold.
- Eventuelle nødvendige supplerende undersøgelser.

Ejendommens kortlægningsstatus er ikke oplyst og/eller kontrolleret forud for den geotekniske undersøgelse.

På undersøgelsestidspunktet forelå der ikke yderligere oplysninger.

Det forudsættes at der funderes på centralt belastede fundamenter.

Det forudsættes, at gulvet maksimalt udsættes for en nyttelast svarende til kategori A, jf. Eurocode 1: Laster, del 1-1.

2 Mark- og laboratoriearbejde

Den 16. januar 2019 er der med Ø150 mm sneglebor udført 5 uforede geotekniske boringer (B1 – B5), som er afsluttet 4,0 å 5,0 meter under nuværende terræn (m u. t.).

Under borearbejdet er der registreret laggrænser, optaget omrørte prøver og udført vingeforsøg i kohæsive aflejringer.

Boringerne er afsat af rekvirenten og fremgår af situationsskitzen i bilag 2.

Nivellement af terræn ved borestederne er udført med GPS i DVR90. Terrænkoter ved boringerne fremgår af boreprofilene.

Der er nedsat Ø25 mm pejlerør i boringerne til registrering af grundvandsspejlets beliggenhed. Der er pejlet umiddelbart efter borearbejdets afslutning.

Samtlige prøver er geologisk bedømt i henhold til DGF's "Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse", 1995.

Det naturlige vandindhold er bestemt på udvalgte prøver.

Resultatet af ovenstående fremgår af boreprofilene i bilag 1, som er optegnet i henhold til DGF's "Referenceblad for geotekniske profiler", 1995.

De i rapporten anvendte signaturer og definitioner fremgår af bilag 1.



3 Jordbunds- og vandspejlsforhold

I borerne er der øverst truffet fyld samt antageligt fyld (sand, ler, sandmuld og lermuld) til 0,2 á 0,9 m u. t., hvorefter der er truffet senglacialt/glacialt samt glacialt/prækvartært sand, silt og ler, som stedvist er ret fedt til fedt, til den borede dybde af 4,0 á 5,0 m u. t.

Der er pejlet i de nedsatte pejlører umiddelbart efter borearbejdets afslutning, hvor grundvandsspejlet (GVS) blev registreret 1,0 á 2,5 m u. t. i borerne B1, B2, B4 og B5, mens der ikke blev registreret et frit vandspejl i boring B3. Grundvandsspejlet har på pejlningstidspunktet ikke haft tid til at stabilisere sig endeligt.

Det kan ikke udelukkes at der over impermeable aflejringer som ler, silt og leret sand, kan opstå sekundære vandspejl som følge af overfladevand.

Grundvandsspejlet må påregnes at være afhængigt af årstid og nedbør.

Det anbefales at pejle regelmæssigt i borerne indtil udgravningsarbejdet påbegyndes.

For en mere detaljeret beskrivelse af jordbunds- og vandspejlsforholdene henvises til boreprofilerne i bilag 1.

4 Funderingsforhold

4.1 Generelt

I nedenstående tabel 4.1 er for det aktuelle projekt angivet det vurderede niveau for overside bæredygtige lag, OSBL, sammen med afrømningsniveau for gulve, AFRN:

Boring Nr.	Terræn Kote DVR90	OSBL		AFRN	
		Dybde m u. t.	Kote DVR90	Dybde m u. t.	Kote DVR90
B1	+39,5	0,9	+38,6	0,5	+39,0
B2	+40,7	0,9	+39,8	0,9	+39,8
B3	+45,0	0,6	+44,4	0,3	+44,7
B4	+47,1	0,2	+46,9	0,2	+46,9
B5	+49,0	0,2	+48,8	0,2	+48,8

Tabel 4.1 – Overside bæredygtige lag, OSBL, og afrømningsniveau for gulve, AFRN, for det aktuelle projekt.

Såfremt der funderes direkte i fedt ler er frost- og svindfri dybde minimum 1,2 meter under fremtidigt terræn. Såfremt der funderes i sand er frostfri dybde 0,9 meter under fremtidigt terræn. Fundamenter aftrappes i spring. Der henvises til bilag 4, principskitse for fundering i fedt ler.

Såfremt der funderes direkte i fedt ler skal der træffes en række særlige foranstaltninger, på grund af det fede lers meget uheldige svind- og svelningsegenskaber.

Udtøringsfri dybde under fremtidigt terræn for fedt ler øges, såfremt der forefindes løvfældende træer indenfor en afstand af 1,5 gange vegetationens endelige højde, da disse øger risikoen for svindprocesser.



Dimensioneringen skal udføres i såvel brudgrænsetilstanden (bæreevne) som anvendelsesgrænsetilstanden (sætninger), og skal omfatte såvel korttids- som langtidstilstanden og i henhold til EC7 samt det danske nationale anneks.

I anvendelsesgrænsetilstanden anvendes en trykspredning 1:2 (vandret:lodret) under fundamenter.

Fundamenterne aftrappes ved spring i funderingsniveau; jf. EC7 samt det danske nationale anneks.

For de trufne aflejringer under OSBL og indbygget velkomprimeret sandfyld kan der ved dimensionering af fundamenter påregnes følgende karakteristiske styrke- og deformationsparametre samt rumvægte:

Jordart	γ/γ' (kN/m ³)	$\Phi_{k,0}$ (°)	$c_{u,k}$ (kN/m ²)	$\Phi'_{k,0}$ (°)	c'_k (kN/m ²)	E_{oed} (MN/m ²)
Sand	18/10	35	-	35	-	25
Silt	19/9	-	60	32	-	8
Ler	19/9	-	60-180	21	6-18	5-21
Fyldsand	18/10	37	-	37	-	50

Værdierne er fastlagt på grundlag af målinger, erfaringer og skøn. Der kan regnes $c_u = c_v$. For de fede leraflejringer er c_u og $\Phi'_{k,0}$ reduceret for et skønnet $I_p = 40\%$.

Såfremt der forefindes fede leraflejringer i afrømningsniveau, skal der i byggefeltet ved disse områder, efter afrømning af aflejringer over OSBL/AFRN, udlægges damptæt folie på afrømningsniveauet inden indbygning af sandfyld under gulvkonstruktioner.

Etableringen af den damptætte folie på udgravningsniveauet samt indbygning af sandfyld under gulve, skal ske i én arbejdsgang, således at udgravningen ikke står åben og eksponeret for nedbør eller udtørring.

Ved fundering på vekslende aflejringer af ler, silt og sand dimensioneres fundamenterne, svarende til den mindste af bæreevnerne opnået ved bæreevneformlerne for ler- og sandtilfældet.

For det aktuelle projekt og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes projektet henført til geoteknisk kategori 2. Den naturligste funderingsløsning vurderes at være:

Projekteret fundamentsunderkant, FUK, under OSBL:

- Normal, direkte fundering i frostfri dybde i/under OSBL.

Projekteret fundamentsunderkant over OSBL:

- Dyb, direkte fundering i/under OSBL.
- Direkte fundering i frostfri dybde efter udskiftning af samtlige aflejringer over OSBL med velkomprimeret sandfyld.

De 3 funderingsmetoder er nærmere beskrevet i det følgende.



4.2 Normal, direkte fundering

Der funderes direkte på intakte aflejringer under OSBL og i mindst frostfri dybde under fremtidigt terræn.

Gulve inklusive kapillarbrydende lag kan udlægges direkte efter afrømning af samtlige aflejringer over AFRN.

Efterfyldning under gulve foretages med sandfyld, som udlægges i tynde lag (max. 0,3 meter) under effektiv komprimering.

Det anbefales at opstille de i tabel 4.2 angivne komprimeringskrav til indbygget sandfyld under/over fundamentsunderkant, FUK, hvor SP angiver Standard Proctor ved isotopsondemetoden:

	Under FUK	Over FUK
Middel af alle kontrollforsøg	> 98% SP	> 96% SP
Ingen kontrollforsøg	< 96% SP	< 94% SP

Tabel 4.2 - Komprimeringskrav over/under FUK.

Ovenstående komprimeringskrav kan normalt opnås ved mindst 3-4 overkørsler med vibrationsvalse eller en tung pladevibrator, hvor der anvendes velgraderet sand-/grusfyld med passende vandindhold, jf. dgf-Bulletin 18.

Der henvises i øvrigt til gældende bygningsreglement.

4.3 Dyb, direkte fundering

Funderingen udføres som beskrevet for en normal, direkte fundering i afsnit 4.2.

4.4 Direkte fundering efter udskiftning

Samtlige aflejringer over OSBL udskiftes med velkomprimeret sandfyld efter de i bilag 3 viste retningslinier, hvorefter der funderes direkte i mindst frostfri dybde under fremtidigt terræn.

Det skal sikres, at de intakte aflejringer under den indbyggede sandfyld har den fornødne bæreevne.

Gulve inklusive kapillarbrydende lag udlægges direkte på den indbyggede sandfyld som vist på bilag 3.

Det anbefales at anvende de i afsnit 4.2 anførte komprimeringskrav for sandfyld.

Der henvises i øvrigt til gældende bygningsreglement.



5 Sætninger

For at fordele svindrevnerne anbefales det at forsyne sribefundamenterne med revnefordelende armering, eksempelvis 3 stk. Y10 mm i top og bund, ligesom det anbefales at forsyne terrændækket med armeringsnet. Der kan alternativt benyttes fiberarmeret beton hvor armeringsindhold og -styrke er veldokumenteret fra producentens side.

I områder med terrænnære fede leraflejringer, anbefales det at forsyne samtlige sribefundamenter med revnefordelende armering, eksempelvis 3 stk. Y10 mm placeret både i top og bund af fundamentene (forudsat at fundamentene er 0,4 m brede), svarende til 0,2 % af sribefundamenternes tværsnitsareal, ligesom det anbefales at forsyne terrændækket med armering; jf. SBI-anvisning nr. 231. Der kan alternativt benyttes fiberarmeret beton hvor armeringsindhold og -styrke er veldokumenteret fra producentens side.

Såfremt der benyttes uarmerede fundamenter og gulve, må der forventes en mere synlig revneudvikling i konstruktionen.

Ved fundering på intakte aflejringer, svarende til de under OSBL truffe, eller på indbygget sandfyld og efter ovenstående retningslinier vurderes de fremtidige sætninger ved ensartede belastningsfordelinger for det aktuelle projekt, som beskrevet under punkt 1, ikke at overskride de vejledende grænseværdier for almindelige bygninger i henhold til anneks H i EC7.

6 Tørholdelse

6.1 Midlertidig

Såfremt der skal funderes/graves under grundvandsspejlet skal der ubetinget iværksættes de nødvendige foranstaltninger for at bevare udgravningssider og -bund intakte.

I sand og silt vurderes grundvandssænkningen mest hensigtsmæssigt udført med nedborrede, filterkastede eller nedspulede sugespidsen tilsluttet et effektivt vacuumpumpeanlæg.

I ler vurderes grundvandssænkningen mest hensigtsmæssigt udført med drænrender ført til pumpeump, eventuelt suppleret med belastede dræn i udgravningssiderne.

Inden udgravningsarbejdet påbegyndes, skal det sikres, at grundvandsspejlet i alle lag er afsænket mindst 0,3 å 0,5 meter under udgravningsniveau for at bevare udgravningsbunden intakt og muliggøre en effektiv komprimering af sandfyld, hvor det er aktuelt.

En grundvandssænkning kan give sætningsskader på nærliggende bygninger funderet over sætningsgivende aflejringer.

Det anbefales derfor, specielt i forbindelse med grundvandssænkning, at besigtige nærliggende bygninger for registrering af eventuelle bygnings/sætningsskader inden grundvandssænkningen påbegyndes, samt om muligt at klarlægge bygningernes funderingsforhold, så der om nødvendigt kan tages passende forholdsregler.



6.2 Permanent

Det kræves, at konstruktioner udføres på en sådan måde, at regn og sne samt overfladevand, grundvand, jordfugt, kondensvand og luftfugtighed ikke medfører fugtskader og fugtgener, jf. SBI-anvisning nr. 231.

Terrændæk skal derfor udføres på fast og tør jordbund, og således at terrænet ikke udsættes for oversvømmelser. Overfladevand skal bortledes ved eksempelvis at udføre et tilstrækkeligt fald på terrænet bort fra bygningen.

Angående dræning af bygværker, henvises til DS 436 "Norm for dræning af bygværker m.v.", samt det til enhver tid gældende bygningsreglement.

7 Udførelsesmæssige forhold

7.1 Generelt

De trufne silt- og leraflejringer kan karakteriseres som meget udblødningsfarlige og følsomme overfor dynamiske påvirkninger - specielt i forbindelse med nedbør og højtstående grundvand.

I så tilfælde bør al færdsel med entreprenørmateriel på afrømningsniveau undgås for at bevare jorden intakt og fyldsand indbygges i takt med udgravningen.

Ved fundering, udgravning, ændring af terrænhøjde eller anden terrænændring på en grund samt midlertidige eller permanente sænkninger af grundvandstanden skal der træffes enhver foranstaltning, der er nødvendig for at sikre omliggende grunde, bygninger og ledningsanlæg af enhver art.

Det anbefales at der foretages en omhyggelig oprensning af fundamentsrenderne for evt. løset, opblødt, frosset eller nedfaldet materiale inden der støbes beton, således der udstøbes mod rene og faste intakte aflejringer, eller mod fast velkomprimeret sand-/grusfyld.

7.2 Gravearbejde i fedt ler

Opmærksomheden henledes på, at der ved gravearbejde i det fede ler under udførelsen skal udvises særlig agtpågivenhed.

I tørre perioder kan der graves med lodrette uafstivede sider til 1,0 å 1,5 meters dybde i det plastiske ler, mens der i nedbørsrige perioder må påregnes et anlæg på $a > 10$, ved gravning dybere end 0,5 meters dybde i det plastiske ler, medmindre der foretages afstivning.

Ligeledes skal etableringen af den damptætte folie på udgravningsniveauet samt genindbygning af sandfyld, ske i én arbejdsgang, således udgravningen ikke står åben og eksponeret for nedbør eller udtørring.



8 Supplerende undersøgelser

Den udførte geotekniske placeringsundersøgelse er udelukkende orienterende, hvorfor det anbefales, at der i forbindelse med konkrete byggeprojekter udføres geotekniske parameterundersøgelser.

Funderingsmæssige problemstillinger i forbindelse med kælderbyggeri eller byggeri, der afviger fra de under punkt 1 beskrevne forudsætninger, vil blive nærmere beskrevet i forbindelse med den geotekniske parameterundersøgelse.

9 Kontrol

Samtlige udgravninger bør inspiceres til kontrol af, at der overalt funderes på intakte aflejringer, svarende til de under OSBL truffe; jf. EC7 kapitel 4.3.

Komprimeringen af sandfyld bør ved mægtigheder større end ca. 0,6 meter kontrolleres ved forsøg; jf. EC7 kapitel 5.3.4.

10 Miljø

I forbindelse med nærværende undersøgelse er der ikke foretaget egentlige miljøtekniske undersøgelser.

Ved borearbejdet og ved behandling af jordprøver blev der ikke observeret tegn på forurening ud fra syns- og lugtindtryk.

Krav til jordhåndteringen kan have indflydelse på projektets tidsplan og økonomi, hvorfor dette anbefales afklaret så hurtigt som muligt og helst inden opstart af projektet i marken.

Christensen/Kromann står gerne til rådighed for miljøtekniske undersøgelser i forbindelse med en eventuel jordhåndtering.

11 Særligt

Arbejdet er udført i henhold til ABR89.

Der skal jf. EC7 kapitel 2.8 udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport, som blandt andet indeholder dokumentation for sammenhængen mellem de faktiske belastninger og jordens bæreevne.

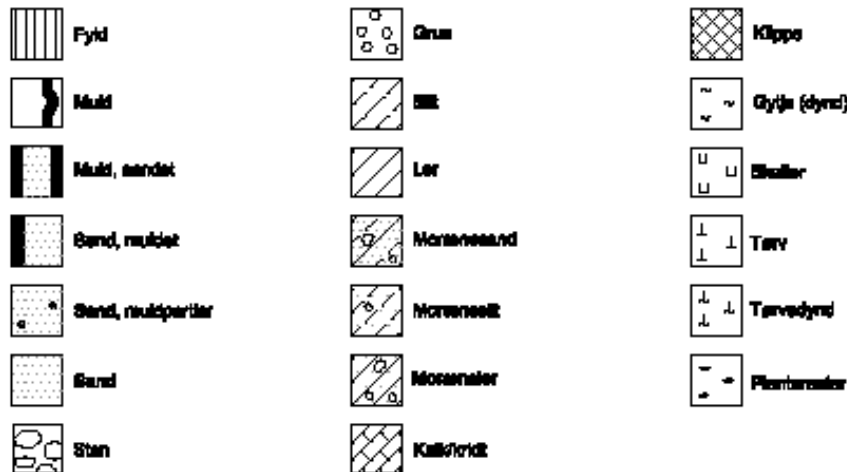
I det omfang det ønskes, står Christensen/Kromann til rådighed for udarbejdelse af den geotekniske projekteringsrapport samt videre drøftelse af geotekniske og funderingsmæssige spørgsmål i sagen.

Der kan være afvigelser fra en retlinet interpolation imellem boringerne.

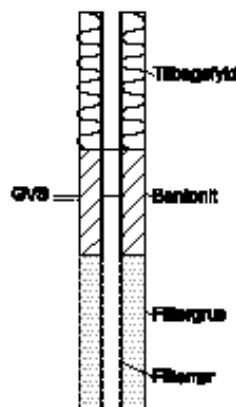
Jordprøverne opbevares i 14 dage fra dato, medmindre andet er aftalt.



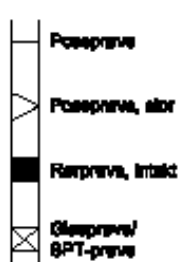
SIGNATURER OG DEFINITIONER



Flitaræsning og afpropning



Prøvetype



Dannelesamille

Br Brakvand
 Fe Ferskvand
 FI Flydejord
 GI Gletscher
 Ma Marin
 Ne Nedelyt
 O Overjord
 Sk Skredjord
 Sm Småhavend
 Vi Vindstøvet
 Vu Vulkanisk

Geologisk alder

Kv Kvartær
 Pg Postglacial
 Bg Børglacial
 Pk Præglacial
 Gø Glacial
 Ig Interglacial
 Is Interstadial
 To Tertiær
 Pl Pliocen
 Mi Miocen
 Oligocen

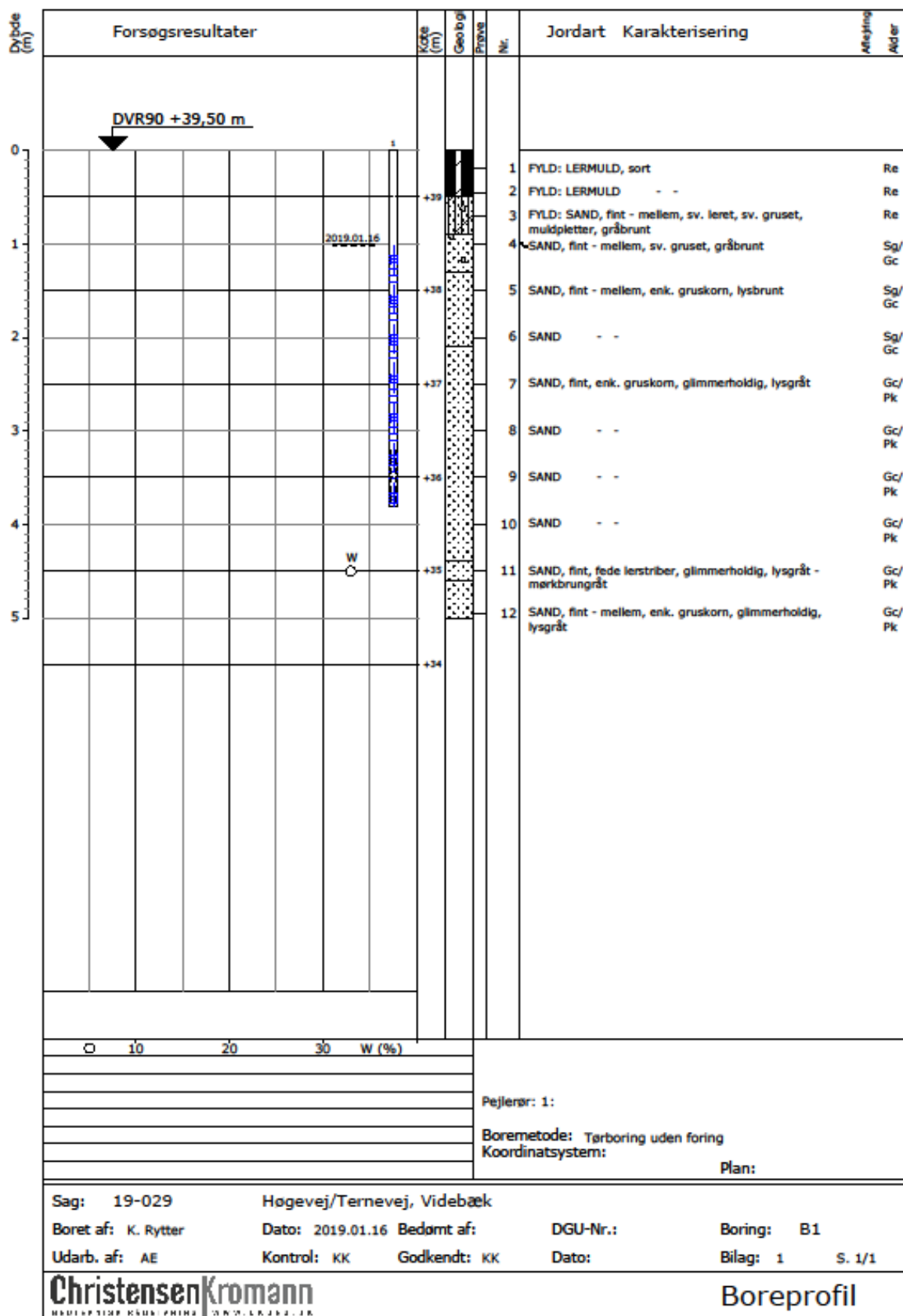
Forkortelser

ark. arkaisk
 sark. sarkaisk
 st. stærkt
 sv. svagt
 kr. koldt
 khl. koldholdig

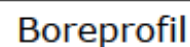
Forsøgsresultater

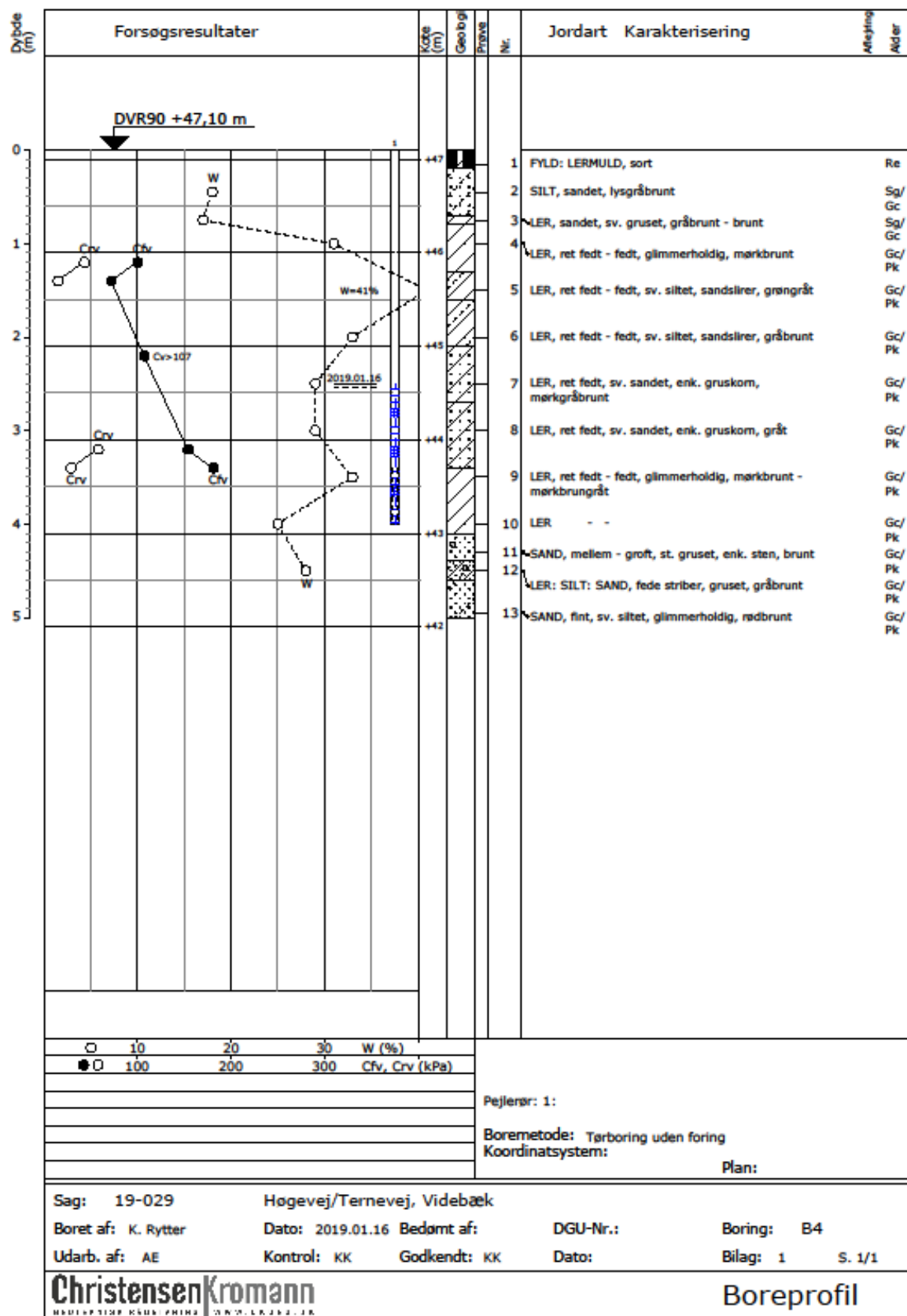
W (%)	$\circ$	: Vandindhold, forholdet mellem vandvægt og tørvvægt
W_L (%)	W_L — W_p	: Vandindhold ved overgang fra flydende til plastisk konsistens
W_p (%)		: Vandindhold ved overgang fra plastisk til halvfast konsistens
γ (kN/m ³)	$\triangle$	: Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
$C_{\gamma}, C_{\gamma_{\text{sat}}}$ (kN/m ³)	$e, \circ$	: Udregnet forskydningsstyrke baseret på vingeform
N (slag/30cm)	∇	: Resultat af standard penetration test
gl_r (%)	$+$	: Forholdet mellem vægttab ved glædning og tørvvægt (reduceret for kalk)
v	∇	: Forholdet mellem porevolumen og tørvvolumen

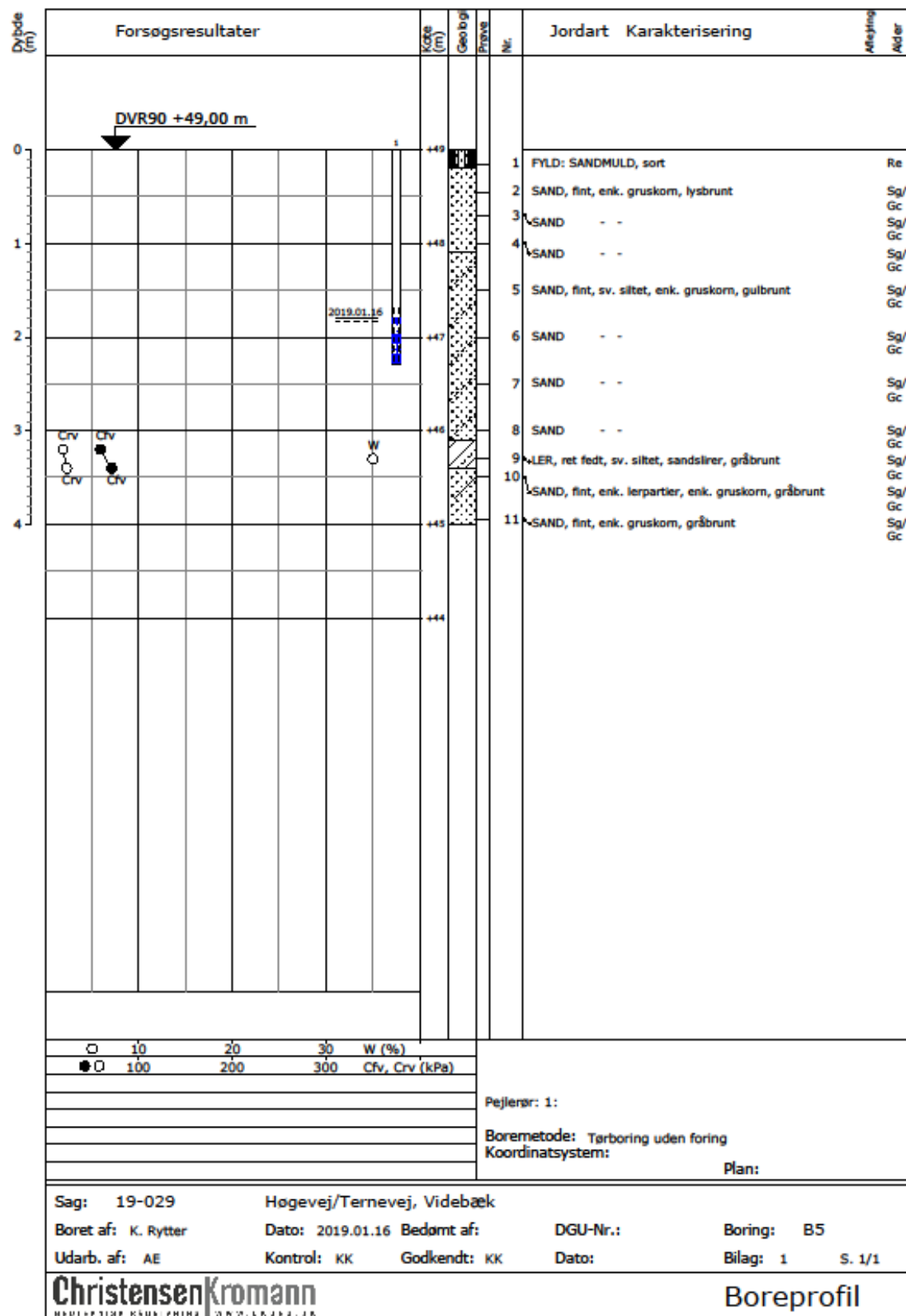
Boring	Vingeform	Støtningsmåling
Boring med prøvevægtning	Belastningsform	Poretrykmåling
Gravering / komprimeringskontrol	Prøvevægtning	Geoelektrisk punktoprøve
Tryksondering / CPT form	Flikvægt for niveauet	Geoelektrisk linieprøve





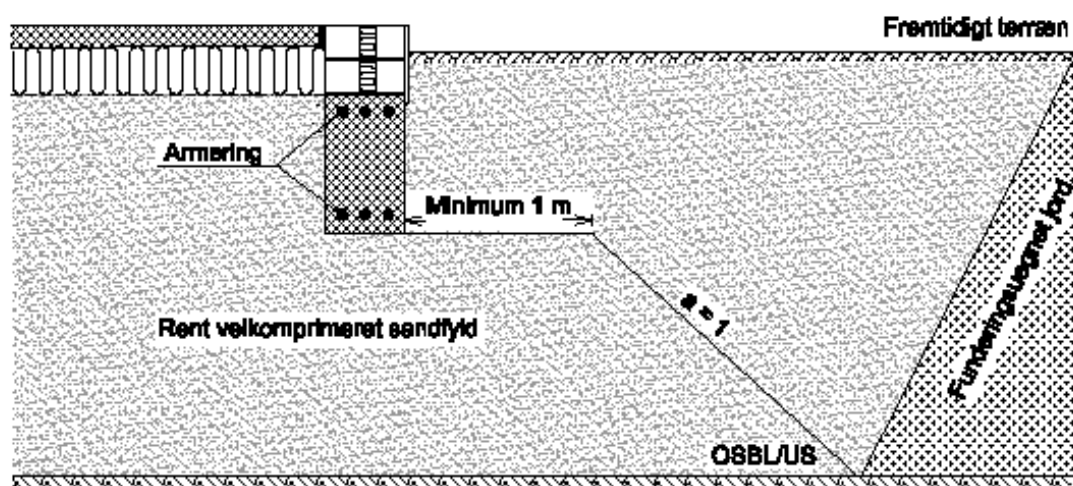








Principskitse for indbygning af sandpude



Udførelse

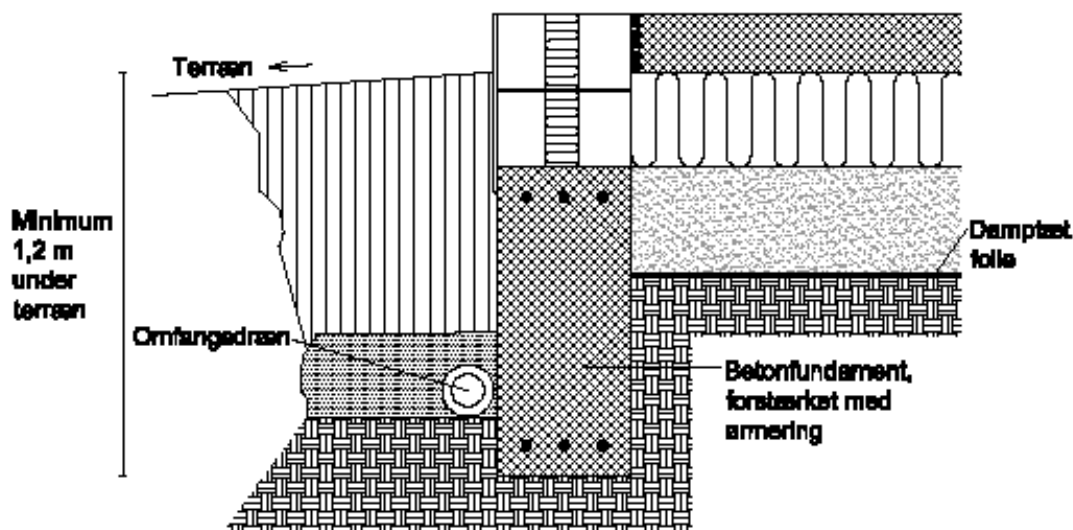
Samlige aflejringer over OSBL/US fjernes og erstattes med rent sandfyld, der udlægges i lag af højst 30 cm under effektiv komprimering til de i rapporten anbefalede komprimeringsgrader.

Derefter udføres en normal, direkte fundering i frostfri dybde med gulve udlagt direkte på kapillærbrydende lag.

Udskiftningen udføres i fornødent omfang udenfor fundamenterne (jf. ovenstående snit), således at stabilitets- og bæreevnekriterier er overholdt.

Principskitse for fundering på fedt ler

Skematisk snit



Udførelse

Funderingsprojektet i fedt ler kan henføres til geoteknisk kategori 2, jf. EC7 og det nationale anneks.

Fundamenter under bærende vægge føres til frost-, svind- og sævningfri dybde, hvilket afhænger af nærliggende løvfældende bevoksning, dog minimum 1,2 m under fremtidigt terræn.

Stribefundamenter skal armeres svarende til 0,2 % af stribefundamenternes tværsnitareal. Gulvkonstruktionen anbefales ligeledes armeret.

Der skal etableres omfangedræn i henhold til gældende normer og fremtidigt terræn skal holde væk fra den projekterede bygning.

Såfremt der i projekteret afvædningsniveau træffes fedt ler, skal afvædningsniveauet afdækket med dampstøt folie for at forhindre udtørring af det fede ler.



REFERENCER

Celis Consult, 2014. *Celis Consult*. [Online]

Available at: https://www.celis.dk/?page_id=79

[Accessed 30 November 2020].

Danmarks Miljøportal, n.d. *Danmarks Arealinformation*. [Online]

Available at:

<https://arealinformation.miljoportal.dk/html5/index.html?viewer=distribution>

[Accessed 2 November 2020].

Dansk Standard, 2020. *DS 432:2020 Afløbsinstallationer*, København: Dansk Standard.

GEUS 2, n.d. *Vandets kredsløb*. [Online]

Available at: <https://www.geus.dk/udforsk-geologien/viden-om/viden-om-grundvand/vandets-kredsloeb>

[Accessed 2 November 2020].

GEUS, n.d. *Grundvandskort og -data*. [Online]

Available at: <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/grundvandskort-og-data>

[Accessed 29 Oktober 2020].

Kjems, L. B. o. E., 2015. *Vejstrækningens geometri - Tracering, Lecture Notes No. 40*. Aalborg: Aalborg Universitet.

Miljøstyrelsen, n.d. *Klimatilpasningsplaner*. [Online]

Available at: <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&profile=miljoegis-klimatilpasningsplaner>

[Accessed 30 Oktober 2020].

NCC, n.d. *GAB ABB*. [Online]

Available at: <https://www.ncc.dk/siteassets/produktblade/asfalt/gab-abb---grusasfaltbeton-asfaltbetonbindelag.pdf>

[Accessed 5 November 2020].

Ovesen, K., Faldager, I. & Nielsen, V., 1997. *Afløbsinstallationer - SBlanvisning 185*. 2 ed. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Ringkøbing-Skjern Kommune 1, 2017. *Bymønstre*. [Online]

Available at: <http://rksk.viewer.dkplan.niras.dk/plan/6#/4037>

[Accessed 26 Oktober 2020].



Ringkøbing-Skjern Kommune 2, 2017. *Arealer til byvækst og byudvikling*. [Online]
Available at: <http://rksk.viewer.dkplan.niras.dk/plan/6#/4038>
[Accessed 26 Oktober 2020].

Ringkøbing-Skjern Kommune 3, 2017. *Videbæk/Herborg*. [Online]
Available at: <http://rksk.viewer.dkplan.niras.dk/plan/6#/4170>
[Accessed 26 Oktober 2020].

Ringkøbing-Skjern Kommune 4, 2020. *Lokalplaner*. [Online]
Available at:
<https://rksk.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=d4e88f22052a489bab0ee02b5169d705>
[Accessed 26 oktober 2020].

Ringkøbing-Skjern Kommune 5, 2019. *Spildevandsplan*. [Online]
Available at: <https://www.rksk.dk/borger/affald-energi-og-miljoe/spildevandsplan>
[Accessed 27 Oktober 2020].

Ringkøbing-Skjern Kommune 6, n.d. *Vandløb*. [Online]
Available at: <https://www.rksk.dk/borger/natur-soeer-og-vandloeb/vandloeb>
[Accessed 30 Oktober 2020].

Ringkøbing-Skjern Kommune 7, n.d. *Planstrategi og Kommuneplan*. [Online]
Available at: <https://www.rksk.dk/om-kommunen/planer-og-kort/planstrategi-og-kommuneplan>
[Accessed 2 November 2020].

Ringkøbing-Skjern Kommune 8, n.d. *RKSK Trafik*. [Online]
Available at: <http://vej08.vd.dk/komse/nytui/komse/komSe.html?noegle=1255273229>
[Accessed 6 November 2020].

Vejdirektoratet 2, 2019. *Håndbog i Tværprofiler i byen*. [Online]
Available at:
<https://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=tv%c3%a6rprofiler+i+byen&docId=vd20190006-full>
[Accessed 5 november 2020].

Vejdirektoratet 4, 2018. *Vejregler*. [Online]
Available at:
<https://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=vejkryds+i+byer&docId=vd20180158-full>
[Accessed 1 December 2020].



Vejdirektoratet, 2017. *Dimensionering af befæstelser og forstrærkningsbelægnings*. [Online]

Available at:

<https://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=dimensionering+af+bef%c3%a6stelser&docId=vd20170126-full>

[Accessed 5 november 2020].

Vejdirektoratet, 2018. *Vejregler*. [Online]

Available at:

<https://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=oversigtsareal&texttype=Vejdirektoratets%20h%C3%A5ndbog&docId=vd20180158-full>

[Accessed 10 november 2020].

Vejdirektoratet, 2019. *Håndbog om Grundlag for udformning af trafikarealer*.

[Online]

Available at:

<https://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=udformning&docId=vd20190080-full>

[Accessed 5 november 2020].

Århus Kommune, 2019. *Århus Kommune*. [Online]

Available at: <https://www.aarhus.dk/borger/bolig-byggeri-og-miljoe/miljoe-og-kloak/vand-og-kloak/hvad-goer-du-med-dit-regnvand/faa-inspiration-til-loesninger-med-nedsivning-anvendelse-fordampning-forsinkelse-og-rensning-af-regnvand/#2>

[Accessed 02 December 2020].