BYGGEMODNING - GRÆVLINGEN II



Afgangsprojekt
Veronica Velling Sveistrup
Byggeri, By & Miljø
Aalborg Universitet
Den 20. januar 2023

AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

BUILD - Institut for Byggeri, By og Miljø
Aalborg Universitet
Byggeri og Anlæg
Thomas Manns Vej 23
9220 Aalborg Øst
http://www.build.aau.dk

Titel:

Byggemodning - Grævlingen II

Projekt:

Afgangsprojekt - Diplomingeniør

Projektperiode:

Oktober 2022 - Januar 2023

Forfatter:

Veronica Velling Sveistrup

Vejleder:

Paw Nielsen

Censor:

Svend Erik Pedersen

Synopsis:

Denne rapport omhandler projektering af Byggemodning - Grævlingen II. Rapporten er bygget op med indledning, projektbeskrivelse, projektering, udbudsmateriale og perspektivering.
I indledningen undersøges kommune- og lokalplanen for området, samt det eksisterende område Grævlingen.
I projektbeskrivelsen undersøges området, med hensyn til bindinger som terræn og jordbundsforhold med mere. Sigtforholdene og udformningen gennemgås for den originale udstykningsplan. Der udarbejdes en tidsplan til opstart af projektet.
I projekteringen undersøges mulighederne for udformning af udstykningsplanen ud fra vejgeometrien. Her udarbejdes vejens tracé i 2D og 3D til senere brug i projektet. Vejens opbygning dimensioneres, og inventar i området placeres. Videre undersøgers forsyningens rolle i området samt placeringen af denne i sammenspil med vejen.
I udbudsmaterialet er der udarbejdet tilbudsliste og anlægsoverslag for projektet, mens de resterende poster er beskrevet.
I perspektiveringen undersøges alternative løsninger for materialer og udformning.

Sidetal: 54
Afsluttet 20-01-2023

Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatteren.

Forord

Nærværende rapport er udarbejdet af Veronica Velling Sveistrup på 7. semester på uddannelsen Byggeri og Anlæg med specialisering i veje og trafikteknik ved Aalborg Universitet. Rapporten er udarbejdet på baggrund af data, som virksomheden MOE A/S har stillet til rådighed med tilladelse fra bygherren på det kommende projekt.

Forudsætningerne for at læse rapporten er et vist kendskab til vejprojektering samt generel viden om infrastruktur.

Der rettes stor tak til Paw Nielsen for vejledning gennem projektet samt konstruktiv kritik herpå. Endvidere rettes en stor tak til mine kolleger i MOE Infrastruktur, som har været behjælpelige igennem mit projekt med alt fra god opbakning, IT-hjælp og erfaringsdeling.

Læsevejledning

I rapporten er der anvendt kildehenvisning efter Harvardmetoden, hvor der i teksten refereres til en kilde med [Efternavn, År]. Denne henvisning fører til kildelisten, hvor bøger er angivet med forfatter, titel, udgave og forlag, mens internetsider er angivet med forfatter, titel og dato. Er der ingen kildehenvsining, skyldes det, at den studerende har ophavsretten.

Figurer og tabeller er nummereret i henhold til kapitel, hvor den første figur i kapitel 4 har nummer 4.1, den anden 4.2 og så fremdeles. Forklarende tekst til figurer og tabeller findes under de givne figurer og tabeller.

Eksterne bilag i form af tegnings- og udbudsmateriale er vedlagt rapporten separat. Navngivningen af disse findes i tegnings- og materialelisten. Der henvises til eksterne bilag løbende i rapporten. Henvisningen sker i figurteksten med tegningsnummer eller dokumentnavn.

Programmer

Der er anvendt en række IKT-værktøjer i forbindelse med udarbejdelsen af denne rapport. De centrale IKT-værktøjer er vist i tabel 1.

Program	Anvendelse
MicroStation	Fremstilling af modeller og tegninger i 2D
OpenRoads	Fremstilling af 3D-model og beregninger
AutoTurn	Kørekurver og sigtforhold
DanDasGraf	Projektering af kloakledninger
Excel	Dimensionering af kloakledninger
QGIS	Fremstilling af kortmateriale og figurer

Tabel 1. Anvendte IKT-værktøjer.

Tegnings- og materialeliste

Der er for projektet udarbejdet 18 tegninger, som er vedlagt som eksterne bilag. I tabel 2 ses en tegningsliste med de mest relevante informationer om tegningerne for projektet.

Tegningerne findes i mappen *Tegninger*, hvor de er navngivet *Tegn.nr_Emne*.

Tegn.nr.	Emne	Format	Mål	Dato
K10_N1130	Ledningsplan	2x7	1:500	20-01-2023
K11_N1000	Oversigtsplan, Eksisterende	2x7	1:500	20-01-2023
K11_N1001	Oversigtsplan, Projekteret	2x7	1:500	20-01-2023
K11_N1100	Geometri- og afsætningsplan	2x7	1:500	20-01-2023
K11_N1110	Kote- og niveaukurveplan	2x7	1:500	20-01-2023
K11_N1120	Belægningsplan	2x7	1:500	20-01-2023
K11_N1130	Koordinerende ledningsplan	2x7	1:500	20-01-2023
K11_N1140	Skilte- og afmærkningsplan	2x7	1:500	20-01-2023
K11_N1160	Inventar- og apteringsplan	2x7	1:500	20-01-2023
K11_N1300	Normaltværsnit, A-A	1x3	1:50	20-01-2023
K11_N1301	Normaltværsnit, B-B	1x3	1:50	20-01-2023
K11_N1302	Normaltværsnit, C-C	1x3	1:50	20-01-2023
K11_N1303	Normaltværsnit, D-D	1x4	1:50	20-01-2023
K11_N1304	Normaltværsnit, E-E	1x2	1:50	20-01-2023
K11_N1400	Længdeprofil, Stamvej og Boligvej 3	1x4	1:1000/100	20-01-2023
K11_N1401	Længdeprofil, Boligvej 1	1x3	1:1000/100	20-01-2023
K11_N1402	Længdeprofil, Boligvej 2	1x4	1:1000/100	20-01-2023
K11_N1500	Oversigts- og stopsigtsplan	2x7	1:500	20-01-2023

Tabel 2. Tegningsliste for Byggemodning - Grævlingen II

Foruden tegninger, er det udarbejdet tidsplan og tilbudsliste, som ligeledes er vedlagt som eksterne bilag. Relevante informationer om dokumenterne findes i tabel 3.

Dokumentnavn	Format	Dato
Tidsplan	PDF	20-01-2023
Tilbudsliste (TBL)	PDF	20-01-2023

Tabel 3. Dokumentnavngivning for Byggemodning - Grævlingen II

Veronica Sveistrup

Veronica Velling Sveistrup

Abstract

This project addresses a building development *Grævlingen II*, in Støvring in North Jutland. The project is based on the subdivision plan delivered by the developer. The Local Area Plan and the overlying Municipality Plan, delivered by Rebild Kommune, is used to include the major outlines involved in the project. The project includes a full road project with related supply and tender material.

First of all, the building development area is investigated for constraints as terrain, soil issues, paragraph 3 protected nature areas etc. The original subdivision plan has been examined for sight and overview, conditions for vulnerable road users and other road engineering issues. Based on the search a time schuedlefor the design, the tendering, and the construction phase of the building development has been made.

The design of the new subdivision plan is done by road geometry and the requirements from the developer and Rebild Kommune. The geometry is made by the horizontal and the vertical alignment. In the design of the horizontal alignment the dimensioning speed is reduced to comply with the requirements for the design of the road geometry. The vertical alignment is made by the transition to the existing road, terrain, and drainage. The structure of the road is determined based on the catalogue method. The road equipment placed in the area include signs and road markings.

The supply in the area is placed where the rainwater system is dimensioned and the rain- and wastewater system is projected. The other lines, including district heating, service water and soft cables, are placed according to the respect distances of the lines and are only a principle as they are installed by the respective owners.

Secondly, the tender material is described in the last part of the project, and a tender list has been drawn up. The remaining documents such as tender letter, tender and settlement basis, special work descriptions, special conditions, health and safety plan and tender control plans have not been prepared for the building development but is described and elaborated in the project.

Finally, the project finishes with a look into different perspectives, where other solutions in the project is discussed. Here, the building materials and other more sustainable materials are explored. The design of the area is investigated at and it is discussed whether the chosen design is the best option and what criteria it was based on.

Indholdsfortegnelse

Abstract **vii**

Kapitel 1 Indledning **1**
1.1 Kommuneplan . . . 2
1.2 Lokalplan . . . 3
1.3 Grævlingen - Etape 1 . . . 4

Kapitel 2 Projektbeskrivelse **7**
2.1 Forundersøgelser . . . 8
2.1.1 Jordbundsforhold . . . 8
2.1.2 §3-beskyttede naturområder . . . 8
2.1.3 Terræn . . . 10
2.1.4 Sigtforhold . . . 10
2.1.5 Bløde trafikanter . . . 11
2.1.6 Vendepladser . . . 12
2.2 Opstart af projekt . . . 14

Kapitel 3 Projektering **15**
3.1 Vejprojekt . . . 15
3.1.1 Geometri . . . 15
3.1.2 Vejens opbygning . . . 22
3.1.3 Skilte og afmærkning . . . 25
3.2 Forsyning . . . 27
3.2.1 Regnvand . . . 27
3.2.2 Spildevand . . . 28
3.2.3 Øvrige ledninger . . . 28

Kapitel 4 Udbudsmateriale **31**
4.1 Særlige betingelser (SB) . . . 31
4.2 Særlige arbejdsbeskrivelser (SAB) . . . 31
4.3 Tilbudsliste (TBL) . . . 32
4.4 Tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG) . . . 33
4.5 Plan for sikkerhed og sundhed (PSS) . . . 34
4.6 Udbudskontrolplaner (UKP) . . . 34
4.7 Udbudsbrev . . . 35

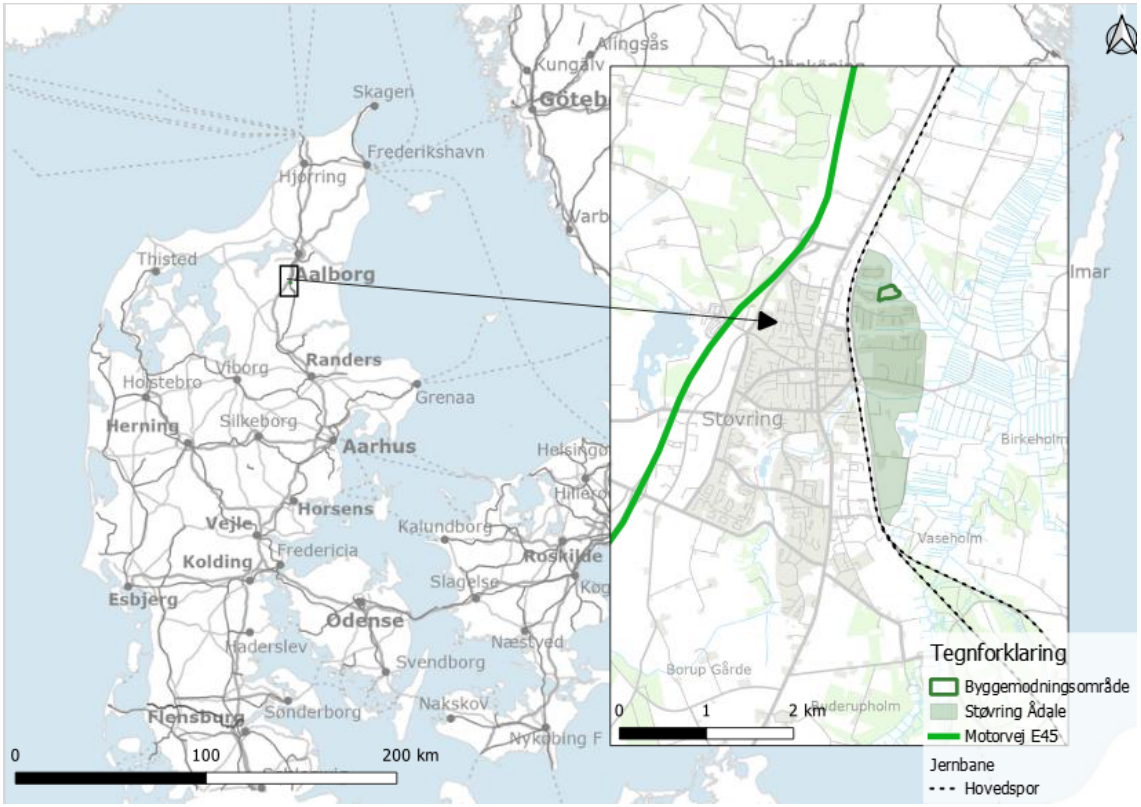
Kapitel 5 Perspektivering **37**

Kapitel 6 Konklusion **41**

Litteratur **43**

Indledning 1

I denne rapport projekteres et fuldt vejprojekt for byggemodningen - Grævlingen II i Støvring, som er beliggende i Rebild Kommune i Nordjylland placeringen fremgår af figur 1.1



Figur 1.1. Placering af byggemodningsområdet.

Støvring er en by på omkring 9.100 indbyggere og er beliggende ca. 20 km syd for Aalborg og få km nord for Rold Skov, hvilket gør den til en attraktiv by. [Danmarks Statistik, 2022] Støvring er en by i udvikling og en by som mange familier flytter til, da den har børnehaver, skoler og gymnasium. Derudover ligger den tæt på motorvej E45 og hovedvej A13, samtidig er Støvering en stationsby, hvilket giver gode muligheder for offentlig transport, hvilket er attraktivt for pendlere.
Støvring er en by med erhvervsliv og gode muligheder for at komme til og fra byen.
Der er af Rebild Kommune udarbejdet en kommuneplan, som er gældende for Støvring samt resten af kommunen. Støvring er i udvikling med området Støvring Ådale, som er den bydel, der udvikles øst for jernbanen - det er i denne bydel byggemodningsområdet er beliggende.

1.1 Kommuneplan

Rebild Kommune har en vision om at skabe *et aktivt liv - sammen.* Kommunen vil gerne inddrage FN's verdensmål i forbindelse med bæredygtighed og sundhed i kommunen.
En anden vision som Rebild Kommune har, er at skabe *balance mellem land og by*, hvilket kommer til udtryk ved at inddrage naturen i byen. Der skal være balance mellem udstykning af nye byggegrunde og efterspørgslen herpå. Der skal ligeledes være fokus på placeringen af grundene. Det er derfor vigtigt, at kommunen har kommunens helhedsplan for øje, når der skal byggemodnes.
Rebild Kommune har en plan om at udvikle alle kommunens områder, hvorfor det er vigtigt, at der er offentlige- og private tilbud tilgængelige i alle delområderne i kommunen. Her er det fx skoler, indkøb og erhverv der er tale om.
For det delområde, der arbejdes med i dette projekt, er alle de nævnte tilbud tilgængelige, da det er i kommunens største by, Støvring, der byggemodnes.
Rebild Kommune har i kommuneplanen listet deres målsætninger, hvilket giver et godt overblik over, hvad de vil, og hvordan de kommer i mål med deres strategi med *et aktivt liv - sammen* og *balance mellem by og land.*
Kommunens målsætninger ses på figur 1.2, hvor der i denne rapport vil blive lagt fokus på målsætninger som *Vores planlægning understøtter velfungerende byer* og *Vi stiller krav til byudviklerne*, hvor der er mulighed for at imødekomme målsætningerne og få skabt et område, som tilstræber at efterleve kommunes krav og ønsker til byen. [Rebild Kommune, 2019]



Figur 1.2. Rebild Kommunes målsætninger for kommuneplanen. [Rebild Kommune, 2019]

1.2 Lokalplan

Rebild Kommune stiller igennem kommuneplanen krav til lokalplanerne omhandlende grønne områder og sammenkobling af stisystemer. Dette støtter op om nogle af de andre initiativer, som kommunen har med i sin kommuneplan og strategi - det er derfor vigtigt, at dette bliver indarbejdet i projektet. [Rebild Kommune, 2019]

Der er endnu ikke udarbejdet en lokalplan for byggemodningsområdet, hvorfor der tages udgangspunkt i lokalplan nr. 256 for Grævlingen, da denne er en forgænger for Grævlingen II. [Rebild Kommune - Center Plan, Byg og Vej, 2011]

På figur 1.3 ses placeringen af Grævlingen og byggemodningen - Grævlingen II. Der tages udgangspunkt i følgende overordnede punkter fra lokalplan nr. 256:

- Vejforhold
- Vandforhold
- Varmeforhold

Foruden kommuneplanen og lokalplanen for Grævlingen er der et referat fra Teknik- og Miljøudvalget i Rebild Kommune, hvor der er ansøgt om udvidelse af lokalplansområdet for Grævlingen II. Ovenstående bruges som baggrund for at træffe beslutninger i projektet.



Figur 1.3. Placering af Grævlingen og byggemodning - Grævlingen II.

1.3 Grævlingen - Etape 1

Boligområdet Grævlingen blev etableret i 2012, og i 2016 blev der bygget på den sidste grund. Grævlingen består af 25 boliggrunde og et fællesareal. Som det fremgår af figur 1.4, er der mellem boligområderne etableret bælter af grønne områder, som kobler de nye boligområder sammen gennem stisystemer. Der er fokus på naturen, og at den skal være en del af boligområderne. Derfor er der etableret stier ud fra Grævlingen flere steder for at fremme tilgængeligheden til naturen.



Figur 1.4. Grævlingen - Ortofoto 2022

Det ses på figur 1.4 og 1.5, at alle boliger i området har et ensartet udtryk. Det skyldes, at der i lokalplanen er krav til, hvilke materialer der må bygges i.
På figurene fremgår det at alle bygninger har sorte tage og er bygget i naturfarver i materialerne teglsten og træ. På figur 1.5 ses Grævlingen i gadeperspaktiv, hvor boligernes udtryk ses, samt fællesområdet der opfordre til leg og aktivitet.



Figur 1.5. Grævlingen, Boligvejen i krydset, retning imod syd-øst. [Google, 2022]

Lokalplanen for Grævlingen stiller krav til de trafikale forhold i området, herunder parkering. Der skal etablere 2 parkeringspladser pr. bolig på egen grund.
Derudover beskriver den udformningen af de omkringliggende trafikarealer, hvor der er etableret en fordelingsvej, som kobler Støvring Ådale til resten af Støvring by.
Fordelingsvejen krydser jernbanen to steder, så der er sammenhænge mellem de to dele af byen. Derudover er der stier, der krydser jernbanen foruden de to krydsninger med fordelingsvejen.
Selve Grævlingen er udformet med en indkørsel til området fra stamvejen, som er klargjort til forlængelse i forbindelse med etableringen af Grævlingen II, efterfuldt af en cirkleformet vej, hvor der er etableret grunde på begge sider af vejen. Der er vigepligt for trafikanter, når de kommer til "enden" af boligvejen, og skal ud på boligvejen for at køre ud af Grævlingen igen.

Projektbeskrivelse 2

Bygherren for byggemodningen - Grævlingen II har fået lavet en udstykningsplan, der skal projekteres ud fra. Der er dog lidt udfordringer, da den ikke umiddelbart lever op til vejreglerne. Der vil derfor blive foretaget ændringer af denne for at kunne udføre projektet.

Den originale udstykningsplan ses på figur 2.1. Foruden bygherrens udstykningsplan vil de i afsnit 1.2 nævnte krav til udformning af området blive taget i betragtning til udformningen. Der er i lokalplan nr. 256 taget højde for udvidelsen til Grævlingen II og stamvejen er dimensioneret efter, at den skal forlænges ind i Grævlingen II.



Figur 2.1. Original udstykningsplan for Grævlingen II. *Tegn. K11_N1000*

Vejgeometrien udformes i henhold til de danske vejregler, bygherrens, lokal- og kommuneplanens krav til området. I tabel 2.1 er en opsummering af kravene i lokalplan nr. 256 med henhold til udformningen af vejene i området. Vejprojektet udarbejdes i koordinatsystem UTM32 ud fra placering samt modtaget materialers placering i nævnte koordinatsystem.

	Kørebane	Fællessti	Skillerabat	Græsrabat	Samlet
Stamvej	6 m	2,25 m	1 m	0,5 m	13,5 m
Boligvej	6 m	-	-	1,25 m	8,5 m
Natursti	-	2 m	-	1,25 m	4,5 m

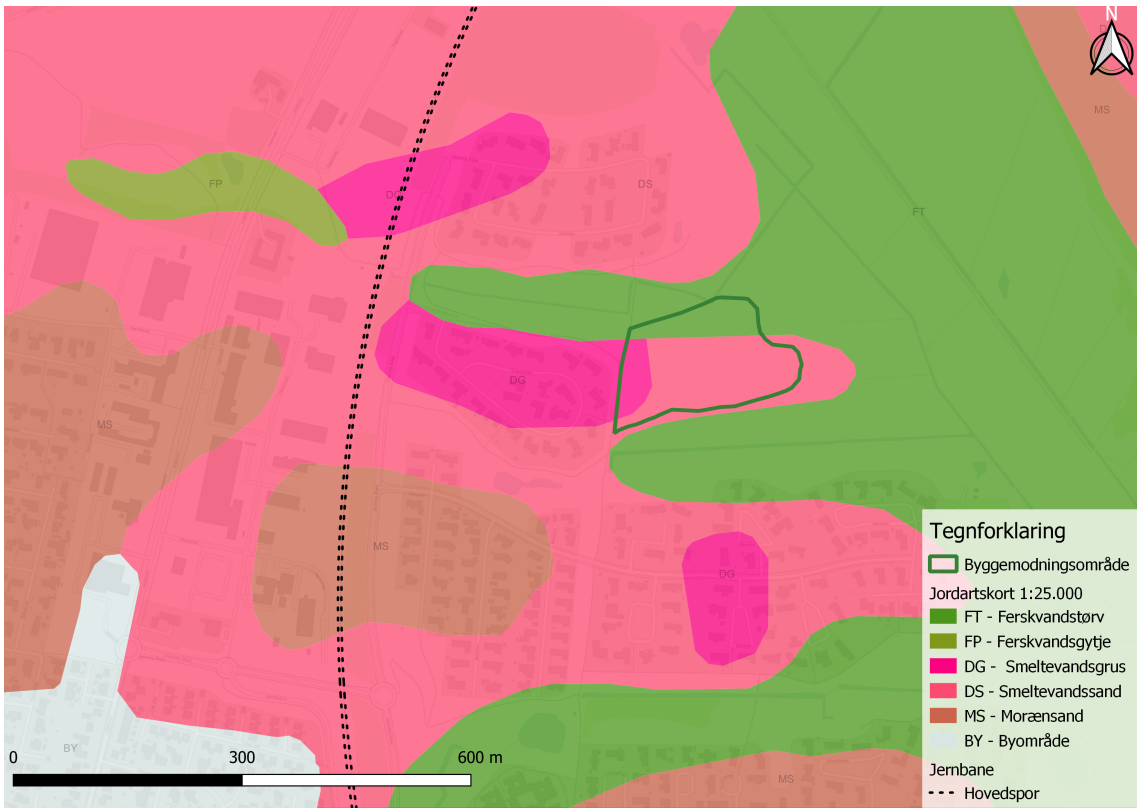
Tabel 2.1. Vejbredder fra lokalplan nr. 256. [Rebild Kommune - Center Plan, Byg og Vej, 2011]

2.1 Forundersøgelser

Inden vejprojekteringen igangsættes er der foretaget nogle forundersøgelser, hvor det er vurderet, hvilke elementer der kan påvirke udformningen af vejensareal. Disse elementer er sigtforhold med mere.
Derudover er det for byggemodningsområdet undersøgt, hvordan de eksisterende forhold er, og hvad der skal tages højde for i det kommende projekt.

2.1.1 Jordbundsforhold

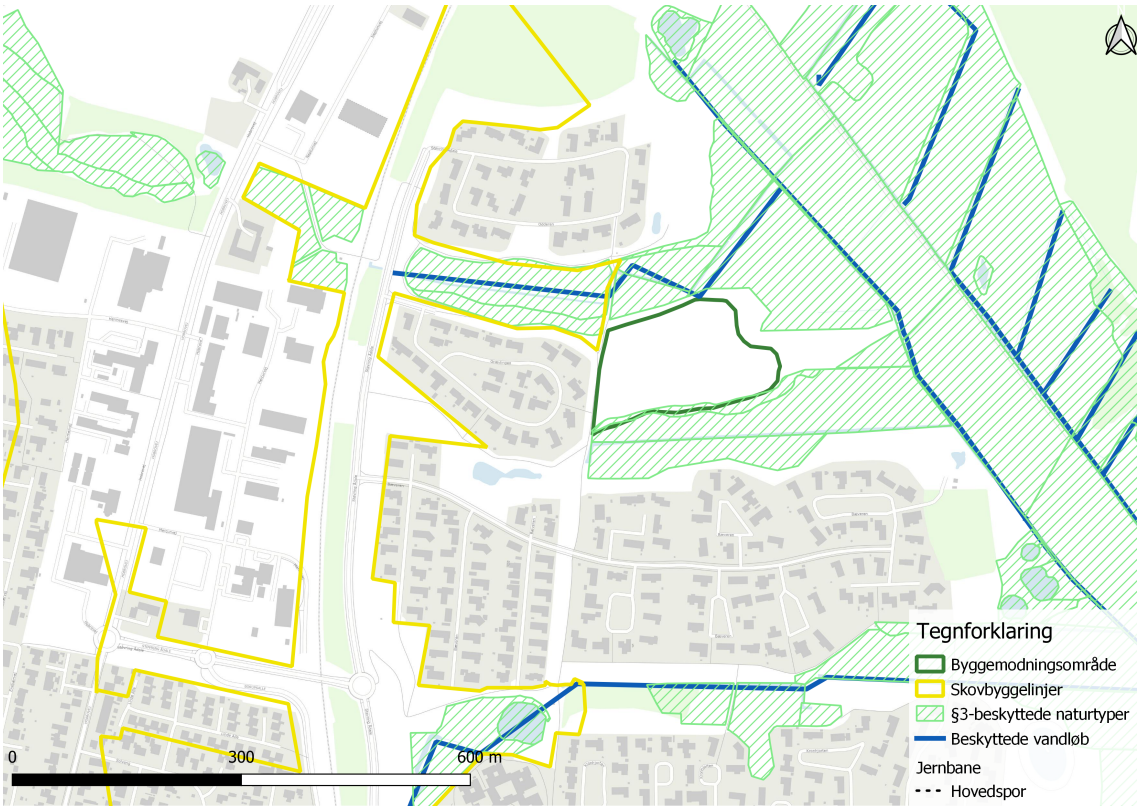
Jordbundsforholdene for området ses på figur 2.2. Her fremgår det, at det meste af byggemodningsområdet består af smeltevandssand og en smule af ferskvandstørv. Ferskvandstørvet er umiddelbart ikke beliggende i områder, hvor der skal etableres vej, hvorfor dette ikke har betydning for vejkassens opbygning.



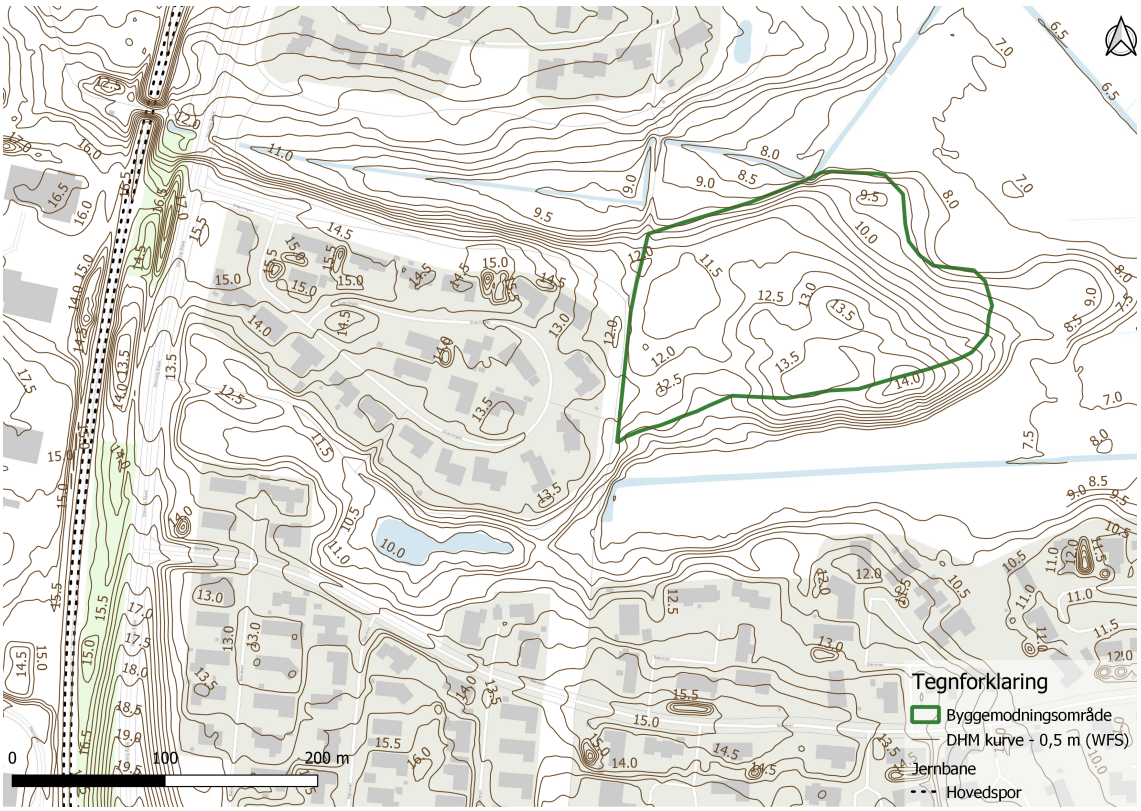
Figur 2.2. Jordartskort for byggemodningen - Grævlingen II. [Denmark Data Center, 2022]

2.1.2 §3-beskyttede naturområder

På figur 2.3 på næste side ses det, at der er §3-beskyttede naturområder hele vejen rundt om byggemodningen. Videre er der beskyttede vandløb nær området samt en skovbyggelinje for et stykke fredskov langs jernbanen. Der er ved lov bestemt, at der ikke må bygges i en radius af 300 m fra en skov, hvilket skovbyggelinjen antyder. Dette gælder dog ikke vejanlæg, hvorfor dette ikke har betydning for udformningen af stamvejen ind til området.



Figur 2.3. Beskyttede områder for byggemodningen - Grævlingen II.



Figur 2.4. Højdekurver for byggemodningen - Grævlingen II.

Der er for beskyttede vandløb krav om, at der ikke må foretages ændring af terræn og beplantning i en radius af 150 m. Det er derfor nødvendigt at søge dispentenation, da dette er gældende for hele byggemodningsområdet. Det antages, at bygherren allerede har søgt den fornødne dispensation i forbindelse med udformning af lokalplan for området.
For de resterende §3-beskyttede naturtyper er der ingen beskyttelseslinjer, og de er alle sammen beliggende uden for byggemodningsområdet. De er derfor ikke en hindring i udførelsen af området. [Retsinformation, 2022]

2.1.3 Terræn

Til sidst er højdekurverne i området undersøgt, for at få et indblik i, hvordan terrænet bugter sig i området. Det skal bruges til placering og udformning af vejen samt afvanding af området.
På figur 2.4 på forrige side ses det, at der er et højdepunkt i den sydøstlige del af byggemodningsområdet, samt et lavpunkt i det nordøstlige hjørne og et mindre lavpunkt i den vestlige side af området. Dette bliver der taget højde for i forhold til vejens fald og afstrømningen af vand.

2.1.4 Sigtforhold

Der er på den originale udstykningsplan indtegnet sigt for at eftervise, om den først antaget geometri lever op til kravene om oversigt i kryds og stopsigt. Sigtforholdene for den originale udstykningsplan ses på figur 2.5 og 2.6 på næste side.
Sigtforholdene er kontrolleret ved en hastighed på 50 km/t, hvor sigtlængden ved oversigt i kryds er 95 m, mens standselængden ved stopsigt er 55 m. Der skal på baggrund af sigtforholdene foretages ændringer af vejens forløb samt skellinjerne for at overholde kravene til sigt. Dette behandles i kapitel 3.



Figur 2.5. Oversigt i kryds ved 50 km/t i Grævlingen II.



Figur 2.6. Stopsigt ved 50 km/t i Grævlingen II.

2.1.5 Bløde trafikanter

Der skal på stamvejen tages højde for de bløde trafikanter i området. Her er der i afsnit 1.2 nævnt, at der skal anlægges enkeltrettede fællesstier i begge sider af vejen, hvilket ikke stemmer overens med den originale udstykningsplan. Der er på det eksisterende stykke af stamvejen anlagt enkeltrettede fællesstier i begge sider af vejen, hvilket stemmer overens med lokalplan nr. 256 og kan ses på figur 2.7.



Figur 2.7. Eksisterende stamvej, som forlænges ind i Grævlingen II.

Udstykningsplanen lægger op til, at der anlægges en dobbeltrettet fællessti i den nordlige side af vejen, hvilket kan ses med rød på figur 2.8. Det er ikke hensigtsmæssigt med denne placering, da der ved grundene på nordsiden anlægges indkørsler. Det vil være en fordel at flytte den dobbeltrettede fællessti til den sydlige side af stamvejen, hvilket kan ses med grøn på figur 2.8 på næste side, da der her ikke må anlægges indkørsler.
De bløde trafikanter vil ved en dobbeltrettet fællesti skulle krydse stamvejen ved tilkobling af stien samt ved ophør af den dobbeltrettede sti, når den går over i to enkeltrettede stier. Der er chance for, at de bløde trafikanter ikke vil krydse vejen ved ophør af den

dobbeltrettede sti og blot fortsætte i den side af vejen de er, og dermed køre i den forkerte side af vejen på den enkeltrettede sti. Dette er ikke hensigtsmæssigt og bør undgås.



Figur 2.8. Stiløsningen med dobbeltrettede stier på stamvejen ved Grævlingen II.

For at undgå ovenstående scenarie, og efterleve lokalplanens krav og de eksisterende forhold, undersøges etablering af to enkeltrettede fællesstier. På figur 2.9 ses løsningsforslaget, hvor de to stier er markeret med blå. Det vedtages, at denne løsning er gældende. Der foretagets ændringer af vejgeometrien grundet de tideligere opstillede krav i tabel 2.1 på side 7. Dette vil blive indarbejdet i kapitel 3.



Figur 2.9. Stiløsningen med to enkeltrettede stier på stamvejen ved Grævlingen II.

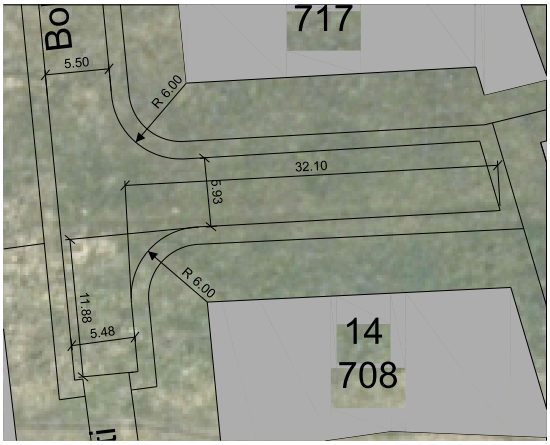
2.1.6 Vendepladser

Der er i udstykningsplanen udformet vendepladser i enderne af alle tre boligveje. Der er i vejreglerne fastsat dimensioner for udformning heraf, hvilket fx ses på figur 2.13 på modstående side. De eksisterende mål på vendepladserne fremgår af figur 2.10, 2.11 og 2.12 på næste side. Her ses det, at vendepladsen på boligvej 1 er tilstrækkelig. Dog opfylder vejbredden på selve boligvejen ikke kravet, hverken fra vejreglerne eller fra lokalplanen.
På boligvej 2 ses det, at der er udformet et langt asymmetrisk hammerhoved, hvilket ikke er optimalt. Dette vil blive revideret, så der kommer et almindeligt asymmetrisk hammerhoved, som det er dimensioneret i vejreglerne.
Den sidste vendeplads er på boligvej 3 og er udformet som en cirkelformet vendeplads. Her ses de ønskede dimensioner på figur 2.13 på modstående side, hvor det ses, at der ikke er sammenhæng med de krævede dimensioner og de i udstykningsplanen angivet. Der

skal derfor også lave ændringer af denne vendeplads. Ændringer af vendepladserne laves i kapitel 3, hvor det nye vejsystem udformes.



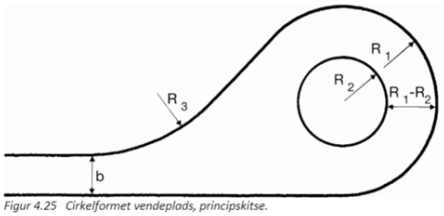
Figur 2.10. Mål for original vendeplads på boligvej 1 i Grævlingen II.



Figur 2.11. Mål for original vendeplads på boligvej 2 i Grævlingen II.



Figur 2.12. Mål for original vendeplads på boligvej 3 i Grævlingen II.



Figur 4.25 Cirkelformet vendeplads, principskitse.

Typekøretøj og køremåde (v=5 km/h)	Dimensioner				
	b	R_1 min	R_2 max	$R_1 - R_2$ min	R_3
12 m lastvogn uden bakning	7,0	12,5	5,0	7,5	10,0

Figur 4.26 Cirkelformet vendeplads, bestemmende mål (m).

Figur 2.13. Dimension for cirkelformet vendeplads. [Vejdirektoratet, 2018a]

2.2 Opstart af projekt

Det antages, at der forud for projektet er ansøgt om de relevante tilladelser og udarbejdet et tilbud på projektet. Der er lavet en tidsplan for projektering, udbud og udførelse. Et udsnit af tidsplanen ses på figur 2.14, hvor der med grøn ses de forventede uger opgaverne vare, mens der med orange er markeret ferie. Tidsplanen er lavet for hvoedposterne - projektering, udbud og udførelse.

Projektnavn:	Byggemodning - Grævlingen II	**Udarbejdet:**	VVSV
Bygherre:	Veronica Velling Sveistrup	**Kontrol:**	VVSV
Projektnummer:	Afgangsprojekt	**Godkendt:**	VVSV
Dato:	20.01.2023	**Revisionsdato:**	20.01.2023

Projekterings- og udførelsestidsplan

Aktivitet	Aktivitet start	Aktivitet slut	Varighed [uger]	Uge 42	Uge 43	Uge 44	Uge 45	Uge 27	Uge 28	Uge 29	Uge 30	Uge 31	Uge 32	Uge 33	Uge 34	Uge 35	Uge 36	Uge 37	Uge 38	Uge 39
Detailprojekt og udbud	Uge 42	Uge 9	**17**																	
Projektering & udbudsmateriale	Uge 42	Uge 4	12																	
Bygherres godkendelse af projekt	Uge 5	Uge 5	1																	
Vejprojekt til myndighedsbehandling	Uge 6	Uge 9	4																	
Udbud	Uge 10	Uge 16	**5**																	
Licitation	Uge 10	Uge 10	1																	
Kontrahering	Uge 11	Uge 12	2																	
Mobilisering	Uge 13	Uge 16	3																	
Udførelse	Uge 17	Uge 39	**20**																	
Opstart i marken	Uge 17	Uge 17	1																	
Etape 1	Uge 18	Uge 39	19																	
Aflevering	Uge 39	Uge 39	1																	

Figur 2.14. Udklip af tidsplanen for projektring, udbud og udførelse af byggemodningen - Grævlingen II. Fuld tidsplan ses i eksternt bilag - *Tidsplan*.

Projektering 3

På baggrund af forundersøgelserne i kapitel 2, udarbejdes et vejprojekt, hvor der udformes en ny udstykningsplan samt geometri for byggemodningsområdet. I det følgende udarbejdes geometri, vejopbygning, inventar og forsyning. Primære fokus vil være på vejprojektet, og sekundært på forsyning, som indarbejdes i vejprojektet.

3.1 Vejprojekt

Vejprojektet for byggemodningen - Grævlingen II indeholder en udstykningsplan udført i henhold til vejreglernes krav til udformning af vejarealer. Derudover indgår tracéring, vejopbygningen og inventar.

3.1.1 Geometri

Grundlaget for udformningen af udstykningsplanen og traceringen af vejen er geometrien i området. Den bestemmes ud fra linjeføring og længdeprofil for området samt udstykningsplanen, som fastlægges i det følgende.

Udstykningsplan

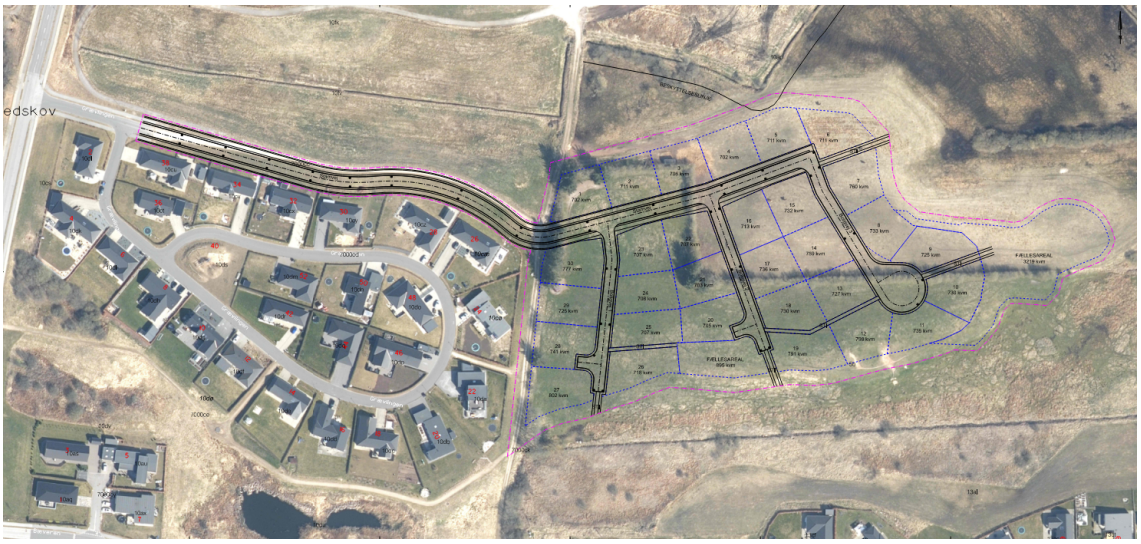
I afsnit 2 er der vurderet, hvilke ændringer der skal foretages af udstykningsplanen, før den kan opfylde kravene fra kommuneplan samt vejreglerne. Kommuneplanen stiller krav til grundstørrelser på minimum 700 m^2 og et samlet fællesareal på 10 % af det samlede areal på ca 28,600 m^2. Heraf skal 3 % være centralt beliggende. Det store fællesareal, er et areal der er tillagt lokalplansarealet, som kun må benyttes til fællesareal samt et evt. regnvandsbassin.

Der er undersøgt, hvilke alternative udformninger af udstykningsplanen, der vil være den bedste for området. Der er fordele og ulemper ved dem alle. De alternative udformninger kan ses på figur 3.1 på næste side. Her ses det, at der ved alternativ 1 er forsøgt at genskabe samme udtryk, som er i Grævlingen, hvilket kan givet et problem med antallet af grunde, når de skal leve op til krav om størrelse og antal.
Ved alternativ 2 er vejen ført ind i midten af området med boligveje til begge sider. Denne løsning udlægger meget areal til vej hvilket kan sænke antallet af grunde. Der er ligeledes flere vendepladser, da de skal etableres for enden af hver vej, hvilket kræver meget plads. Det er bygherrens ønske, at der etableres så mange grunde som muligt, og derfor er dette ikke den optimale løsning.
Alternativ 3 er det alternativ, som minder mest om den originale udstykningsplan, hvor vejen er ført ind i den øverste del af området med stikveje ned igennem området.



Figur 3.1. Forslag til udstykningsplan for byggemodningen - Grævlingen II.

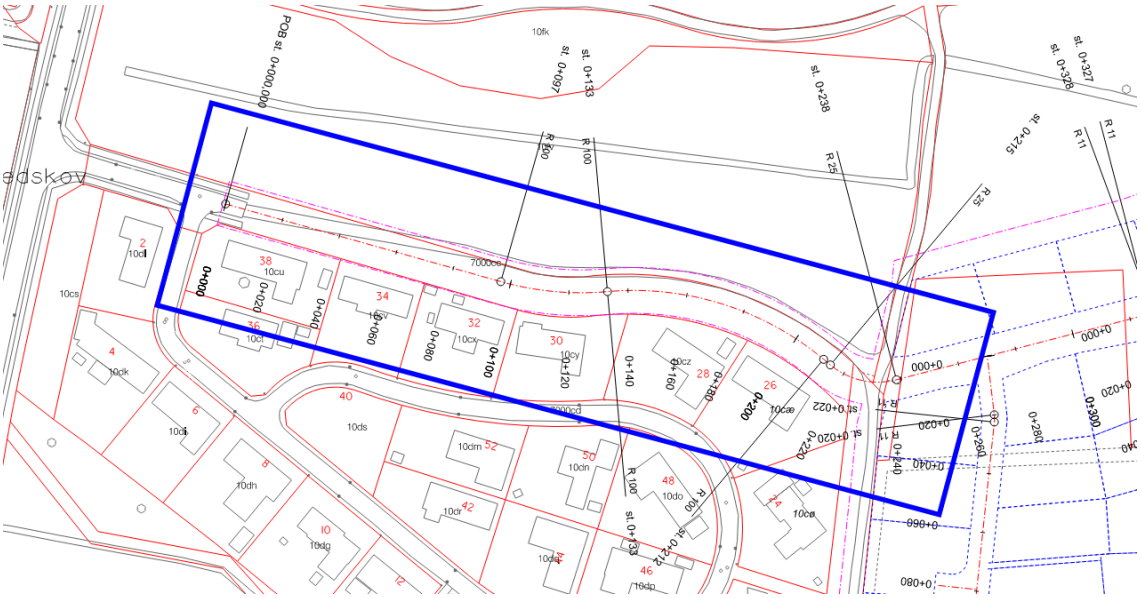
Det er valgt at gå med alternativ 3, som har samme udtryk som den originale udstykningsplan for at bibeholde udtrykket og efterkomme bygherrens ønsker for området. Den nye udstykningsplan er tilpasset sigtforholdene for vejene samt vejreglernes krav til hastigheder og kurver. Den nye udstykningsplan fremgår af figur 3.2 på modstående side.



Figur 3.2. Ny udstykningsplan for byggemodningen - Grævlingen II. *Tegn. K11_N1001*

Linjeføring

Ud fra udstykningsplanen skal der udarbejdes en linjeføring, som overholder vejreglernes krav til fx radier og sigt. Linjeføringen skal tilsluttes til den eksisterende del af stamvejen, som er klargjort til tilslutning. Stamvejen anlægges, så den følger skel til Grævlingen rundt fra station 0+000 til 0+220, hvor den krydser den tværgående sti, og den føres ind i byggemodningsområdet. På figur 3.3 er den omtalte strækning markeret.



Figur 3.3. Markering af strækning fra st. 0+000 til 0+220.

Det fremgår af figur 3.3, at de to kurver i st. 0+097 - 0+133 og st. 0+133 - 0+212 har radier på R100, hvilket overholder minimumsradien for en kurve ved en planlægningshastighed på 50 km/t med en sigtlængde på 62 m.
Der er regnet for en sigtlængde på 62 m, hvilket er det mest udfordrende tilfælde, der kan opnås ved denne hastighed, jævnfør håndbogen *Grundlag for udformning af trafikarealer*

fra Vejdirektoratet [2021a]. Der er regnet for en lang horisontal kurve med formel 3.1

$$R_h = \frac{{L_{sigt}}^2}{8 d_{sh}} \tag{3.1}$$

Hvor:

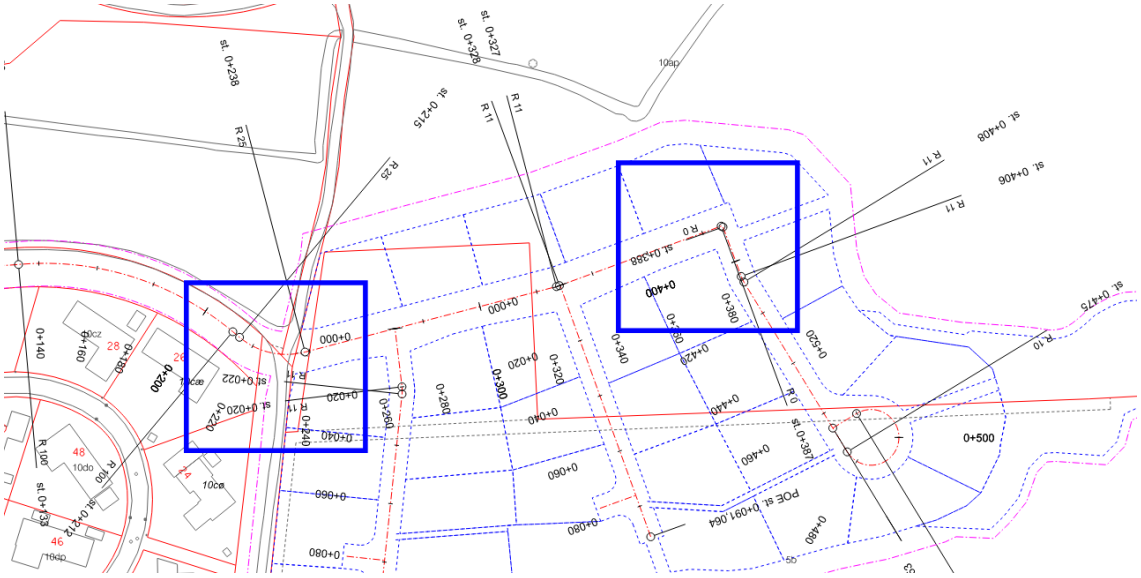
R_h	Kurvens radius [m]
L_{sigt}	Sigtlængde baseret på den dimensionsgivende hastighed [m]
d_{sh}	Afstand til sigthindrende genstand [m]

For de to pågældende sving bliver minimumsradien for kurven:

$$R_h = \frac{(62\,\mathrm{m})^2}{8 \cdot 5{,}25\,\mathrm{m}} = 91{,}5\,\mathrm{m}$$

Radien er rundet op til 100 m, i det følende. Det er dog valgt at hastighedsbegrænse området, da det ikke er muligt at overholde minimumsradien ved kurven i st. 0+215 - 0+238, hvor det ønskes at dreje vejen ind i området, hvilket fremgår af figur 3.4.
Det er undersøgt, hvor meget hastigheden skal nedsættes, og det er vedtaget, at den sænkes til 30 km/t for at opnå den ønskede udformning. Hastighedsnedsættelsen gør det ligeledes muligt at lave udformningen af kurven ved stamvejen og boligvej 3 i st. 0+387. Her etableres et vinkelret sving, hvilket kræver, at hastigheden nedsættes for at overholde stopsigt jævnfør håndbogen *Tracéring i byer* og *Grundlag for udformning af trafikarealer* fra [Vejdirektoratet, 2021a].

En hastighedsnedsættelse gør, at udformningen dimensioneres efter den lave hastighed, og det er derfor relevant at trafikanterne overholder denne. Der etableres ikke yderligere hastighedsnedsættende elementer end skiltning med zone-tavler ved indkørsel til området og det vinkelrette sving.



Figur 3.4. Kurve i st. 0+215 - 0+238 og st. 0+387 - 0+388.

Der er regnet på sigtlængden ved et vinkelretsving, hvor hastigheden forventes at være lavere end den for området begrænsede hastighed. I svinget forventes hastigheden at være

15 km/t, hvilket medfører, at standselængden er mindre end for resten af området.
For en hastighed på 15 km/t er der ikke en opslagsværdi for standselængden, hvorfor den beregnes med formel 3.2.

$$L_{stop} = L_{re} + L_{br} = \frac{V_d t_{re}}{3,6} + \frac{(V_d)^2}{2g(\mu + i_t)3,6^2} \tag{3.2}$$

Hvor:

L_{re}	Reaktionslængde [m]
L_{br}	Bremselængde [m]
V_d	Dimensionerende hastighed [km/h]
t_{re}	Reaktionstid [s]
g	Tyngdeacceleration [9,81 m/s^2]
μ	Resulterende middelfriktionskoefficient ved opbremsning fra V_d [-]
i_t	Vejstrækningens længdegradient, positiv ved stigning og negativ ved fald [‰]

Det er ikke muligt at finde alle værdier for en hastighed på 15 km/t, hvorfor værdierne i disse tilfælde anvendes for 30 km/t. Det giver en usikkerhed i resultatet, hvilket der tages højde for ved at runde standselængden op til 15 m. Den beregnede standselængde bliver 8,50 m i henhold til nedenstående:

$$L_{stop} = \frac{15\,\text{km/t} \cdot 2\,\text{s}}{3,6} + \frac{(15\,\text{km/t})^2}{2 \cdot 9,81\,\text{m/s}^2(0,313 + 5\,‰) \cdot 3,6^2} = 8,50\,\text{m}$$

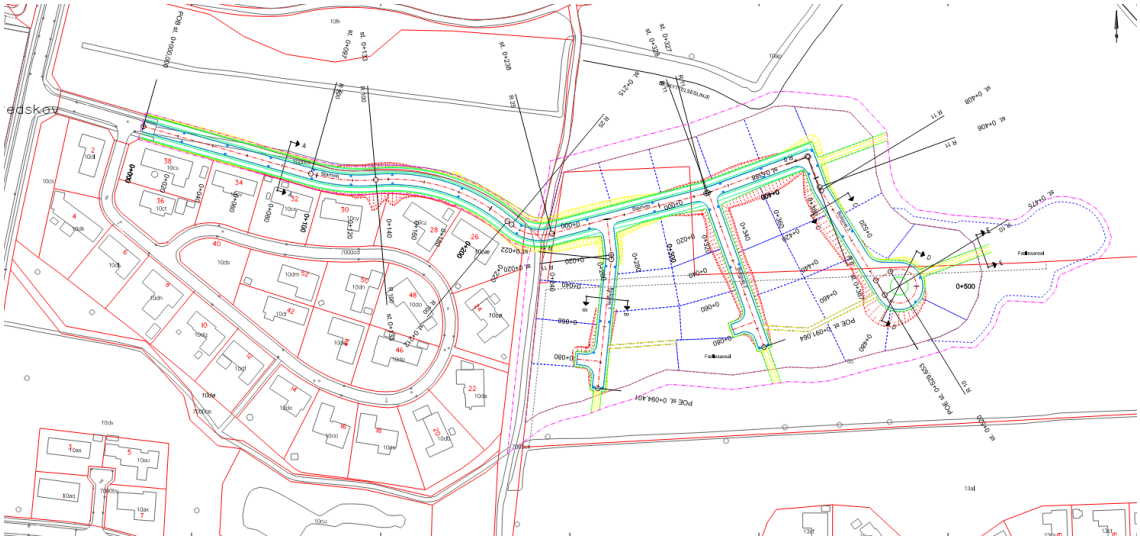
Sigtforholdene for linjeføringen fremgår af figur 3.5. Her er stopsigt ved 15 km/t blå, stopsigt ved 30 km/t rød og oversigt i kryds ved 30 km/t orange. Boligvejene er udformet, så de overholder vejreglerne for oversigt i kryds, angivet i håndbogen *Vejkryds i byer* fra Vejdirektoratet [2018b].



Figur 3.5. Oversigt i kryds og stopsigt for området. *Tegn. K11_N1500*

Den samlede udformning af geometrien fremgår af figur 3.6 på næste side, hvor det ses, at der er etableret vendepladser for enden af alle tre boligveje.

De to første er udformet som asymmetriske hammerhoveder, da det er den type vendeplads, der er mindst pladskrævende.
Der er på boligvej 3 valgt at anlægge en cirkelformet vendeplads, hvilket der var ønske om i følge den originale udstykningsplan. Det er derfor valgt at bibeholde denne type vendeplads.
Vendepladserne er dimensioneret ud fra håndbogen *Anlæg for parkering og standsning i byer* fra Vejdirektoratet [2018a].

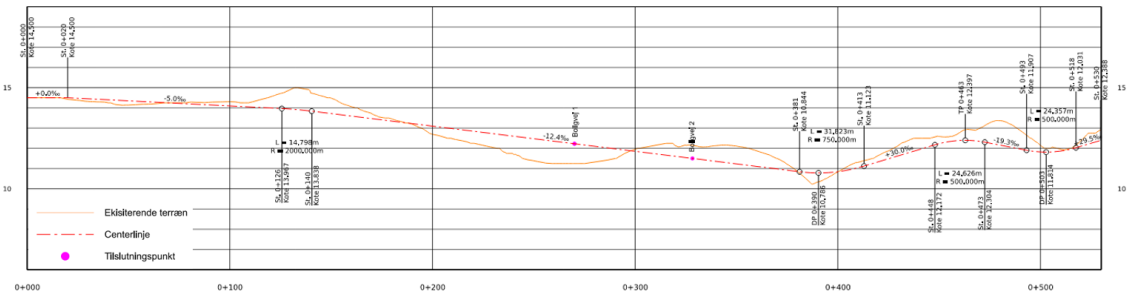


Figur 3.6. Linjeføring for byggemodningen - Grævlingen II. *Tegn. K11_N1100*

Længdeprofil

Ud fra at den horisontale geometri kan den vertikale geometri bestemmes. I afsnit 2.1.3 på side 10 blev terrænet i området undersøgt, hvor det blev vurderet, at terrænnet er kuperet med et toppunkt i den sydøstlige del af området og niveauforskelle på op til 4 m. Dette skal der tages højde for i udformningen af den vertikale geometri i området.

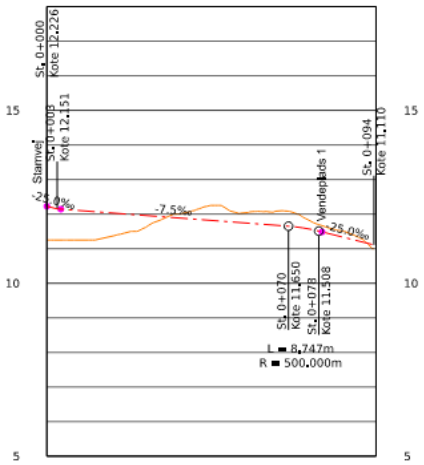
For den vertikal geometri gælder det, at længdefaldet på vejen skal være mellem 5 ‰ og 60 ‰ og gerne under 30 ‰ for at undgå langsgående skyl i vejrabatten ved store regnmængder.
Ved krydsene, hvor boligvejene tilsluttes stamvejen, bør der på stamvejen ikke være en hældning på mere end 25 ‰, hvilket der heller ikke bør være på boligvejene i de første 20 m efter vigelinjen ud fra håndbogen *Tracéring i byer* fra Vejdirektoratet [2016]. Dette er brugt til udformningen af længdeprofiler for vejene. Længdeprofilerne for vejene ses på figur 3.7, 3.8 og 3.9 på næste side.



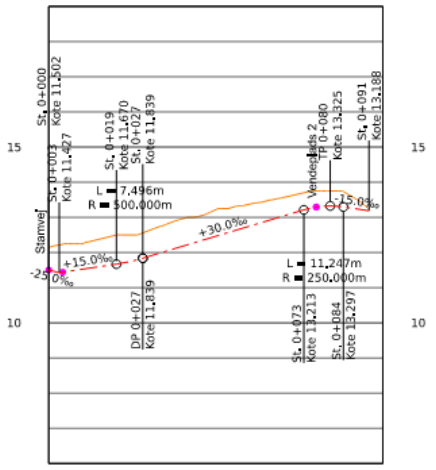
Figur 3.7. Længdeprofil for stamvejen i Grævlingen II. Orange er *Tegn. K11_N1400*

Udformningen af længdeprofilet for stamvejen, som går over i at være boligvej 3, er udformet således regnvand kan håndteres på vejen. Terrænet danner en dal ca. mellem st. 0+150 og 0+300, hvilket ses på figur 3.7.
Centerlinjen følger derfor ikke terrænet, da vandet ikke skal ende i en konkav kurve midt på vejstrækningen. Det er derfor valgt at beholde den negative hældning frem til svinget mellem stamvejen og boligvej 3 i st. 0+390, hvor der er et dybdepunkt. Her er det tiltænkt, at vandet kan løbe væk via den planlagte natursti ved større vandmængder end afløbsnettet kan håndtere. Ved vendepladsen på boligvej 3 er det samme princip brugt, hvor dybdepunktet igen er sammenfaldende med naturstien i st. 0+503.

Boligvej 1 er beliggende i den før omtalte dal og vil af den grund være beliggende over terræn ved tilslutning til stamvejen. På figur 3.8 ses længdeprofilet for boligvej 1.
Her fremgår det at vejen er faldende fra stamvejen og ned mod enden. Det er den grundet terrænets udformning, hvor det ønskes at vejen er beliggende lidt under terræn i forhold til håndtering af regnvand, så det ikke får tilbagefald ind på grundene ved store mængder regnvand på vejen.



Figur 3.8. Længdeprofil for boligvej 1 i Grævlingen II. *Tegn. K11_N1401*



Figur 3.9. Længdeprofil for boligvej 2 i Grævlingen II. *Tegn. K11_N1402*

Boligvej 2 er modsat boligvej 1 stigende, hvilket fremgår af figur 3.9, da den er beliggende ved områdets toppunkt. Der er lavet et længdeprofil, som tilstræbes at følge terrænet for mindst mulig jordarbejde, stadig under terræn for at undgå tilbagefald af regnvand.

3.1.2 Vejens opbygning

Tracéet er fastlagt, og der skal dimensioneres en opbygningen af vejen og dermed også belægningen. Til bestemmelse af hvilken belægning, der skal anvendes, og opbygning af vejkassen, er der taget udgangspunkt i håndbogen *Dimensionering - Befæstelser og forstærkningsbelægninger* fra Vejdirektoratet [2022].

Til bestemmelse af belægningsopbygningen tages udgangspunkt i trafikmængden og hvilken underbund, der er i området. Der er i afsnit 2.1 på side 8 undersøgt jordbundsforholdene i byggemodningsområdet, hvor det fremgår, at der er smeltevandssand over det meste, hvilket antages at være frostsikkert til frosttvivlsomt.
Eftersom den korrekte jordtype ikke kendes, kan det ikke antages, at jorden er frostsikker i hele området, og der regnes derfor med en frosttvivlsom underbund.

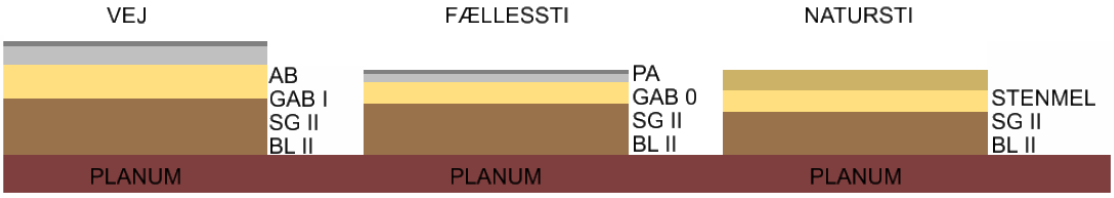
Trafikklassen bestemmes ud fra antallet af tunge køretøjer pr. døgn. Da det er et boligområde antages det, at der kan forekomme mere end 1 tungt køretøj pr. døgn, hvilket er mere end en T1, men at der ikke vil forekomme mere end 65 tunge køretøjer pr. døgn, hvilket svarer til en T2. Trafikklassen i området vurderes derfor at være en T2, hvor andelen af tunge køretøjer pr. døgn er ≤ 65 tunge køretøjer.

	Befæstelser med varmblandet asfalt til 20 års trafik (lagtykkelse i mm)					
Trafikklasse	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Tunge køretøjer pr. døgn	Ingen	< 1	≤ 65	65-120	120-560	560-1.200
Æ10-belastning		0,5	0,5-20	20-50	50-200	200-500
	30 PA 500 120 SG 250 BL	20 PA 500 40 GAB 0 2000 100 SG 240 BL	20 PA 500 95 GAB I 2000 150 SG 270 BL	20 PA 500 45 GAB 0 2000 75 GAB I 2000 160 SG 300 BL		
			25 AB 1000 85 GAB I 2000 160 SG 265 BL	25 AB 1000 40 GAB 0 2000 70 GAB I 2000 170 SG 295 BL	25 AB 2000 45 GAB 0 3000 75 GAB I 3000 220 SG 335 BL	30 AB 3000 50 ABB 3000 85 GAB I 3000 250 SG 350 BL
			25 SMA 2000 80 GAB I 2000 160 SG 275 BL	25 SMA 2000 40 GAB 0 2000 65 GAB I 2000 170 SG 300 BL	25 SMA 3000 50 GAB 0 3000 70 GAB I 3000 220 SG 335 BL	30 SMA 3000 50 ABB 3000 85 GAB I 3000 250 SG 350 BL
1) Som materiale til ubundet bærelag og bundsikringslag kan anvendes egnede genbrugsmaterialer, såfremt materialernes E-værdi som minimum er den samme eller højere end E-værdierne for hhv. SG og BL.						

Figur 8.1 Befæstelser med varmblandet asfalt for 20 års trafik på frosttvivlsom underbund (40 MPa) for trafikklasse T0 - T5 og hastigheder større end 60 km/h. Hvor der er angivet SG, er det tilstrækkeligt at anvende SG II og hvor der er angivet BL, er det tilstrækkeligt at anvende BL I eller BL II med U ≤ 3.

Figur 3.10. Befæstelser med varmblandet afsalt fra *Dimensionering - Befæstelser og forstærkningsbelægninger*. [Vejdirektoratet, 2022]

Efter fastlæggelse af underbundens frostsikkerhed og trafikklassen kan der ved brug af katalogmetoden fastlægges en opbygning til vejkassen. På figur 3.10 på modstående side ses de anbefalinger som Vejdirektoratet [2022] har til opbygningen af en vej med frosttvtvilsom underbund og en hastighed større end 60 km/t.
Da Grævlingen II er hastighedsbegrænset til 30 km/t, og underbunden de fleste steder er frostsikker, er belægningsopbygningen til den sikre side. Der er ved katelogmetoden ikke varmblandet asfaltopbygninger med andre kriterier end de nævnte, og dermed vælges en opbygning ud fra dem, som er tilgængelig i figur 3.10 på forrige side. Den vejopbygning der vælges er en opbygning med asfaltbeton (AB), grusasfaltbeton (GAB), stabilt grus (SG) og bundsikring (BL) som fremgår af figur 3.11.



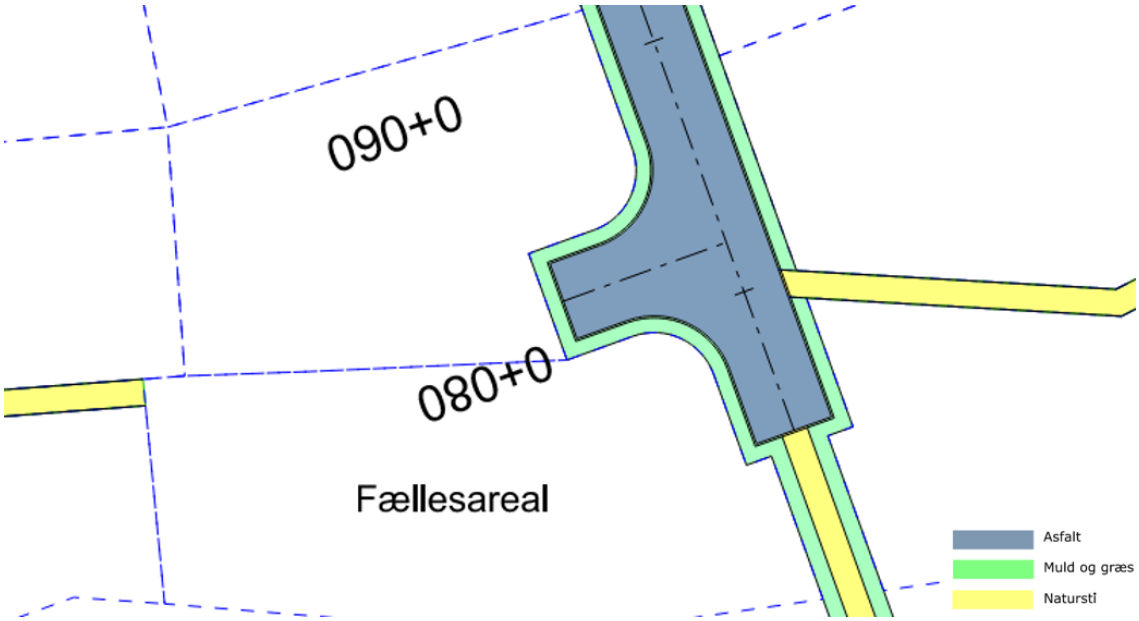
Figur 3.11. Princip for opbygningen af vej, fællessti og natursti.

Der skal ligeledes vælges en opbygning for fællesstierne. Her antages det, at trafikmængden er en T1, da det skal være muligt at rydde stierne for sne, hvilket normalt udføres med et tungt køretøj. Her vælges opbygningen i figur 3.10 på forrige side for en trafikklasse T1.
Stierne på tværs af boligområdet samt stierne ud af området skal opføres som naturstier og skal derfor ikke have en fast belægning af asfalt, men stenmel. Her er der valgt en opbygning på baggrund af erfaringer fra tideligere projekter udført af MOE A/S. Opbygningen af naturstierne samt de resterende veje og stier kan ses i tabel 3.1 og på figur 3.11 og bruges i den videre projektering.

	Stenmel [mm]	**PA** [mm]	**AB** [mm]	**GAB0** [mm]	**GABI** [mm]	**SG II** [mm]	**BL II** [mm]	**Samlet Tykkelse** [mm]
Vej	-	-	25	-	85	160	265	535
Fællessti	-	20	-	40	-	100	240	400
Natursti	100	-	-	-	-	100	200	400

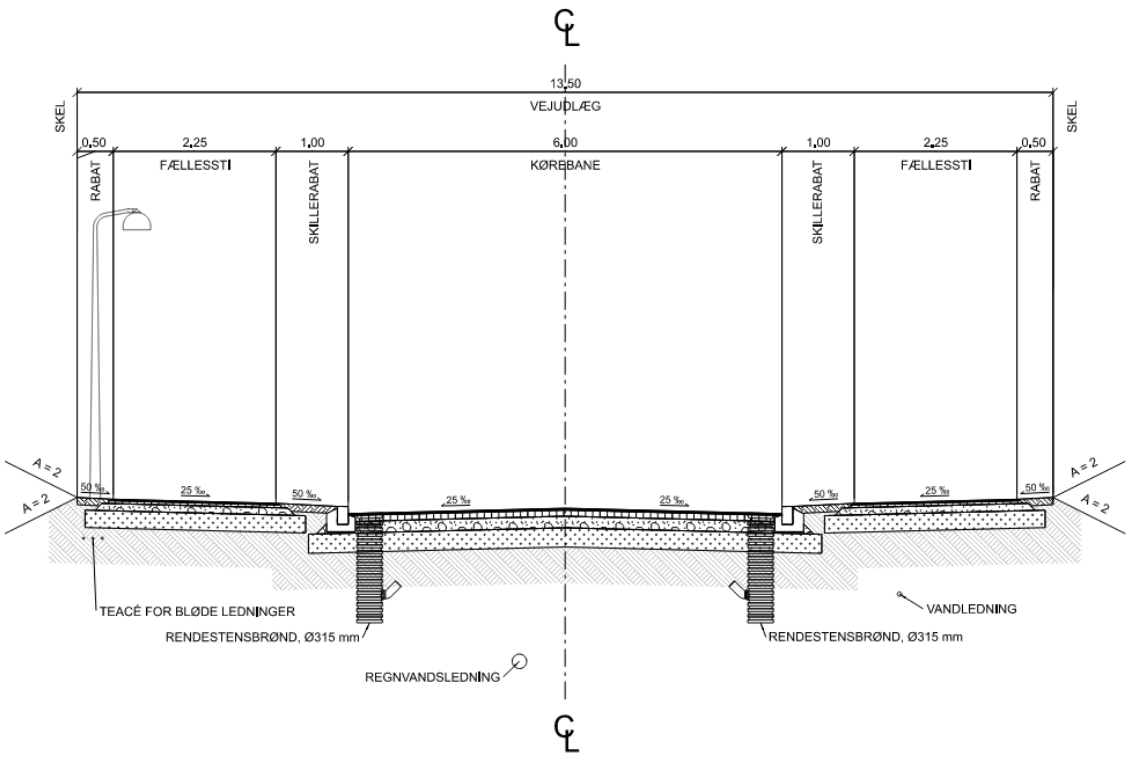
Tabel 3.1. Opbygningen af veje og stier i Grævlingen II.

Foruden opbygning af vejen og stierne, er der lavet en belægningsplan, som beskriver hvor der er hvilken belægning i området. På figur 3.12 på den følgende side ses et udsnit af belægningsplanen for området, hvor det fremgår, at der er anlagt muld i alle rabatter.



Figur 3.12. Udsnit af belægningsplan for Grævlingen II. *Tegn. K11_N1120.*

Der er udarbejdet tværsnitstegninger for stamvejen, boligvej 1+2, boligvej 3, vendepladsen på boligvej 3 og naturstierne. Tværsnitstegningen for stamvejen ses på figur 3.13 hvor vejopbygningen samt forsyning fremgår. Tværsnitstegningerne for de resterende tværsnit fremgår af de eksterne bilag med tegningsnummerne - *K11_N1301*, *K11_N1302*, *K11_N1303* og *K11_N1304*. Forsyningen bliver beskerevet i afsnit 3.2 på side 27.

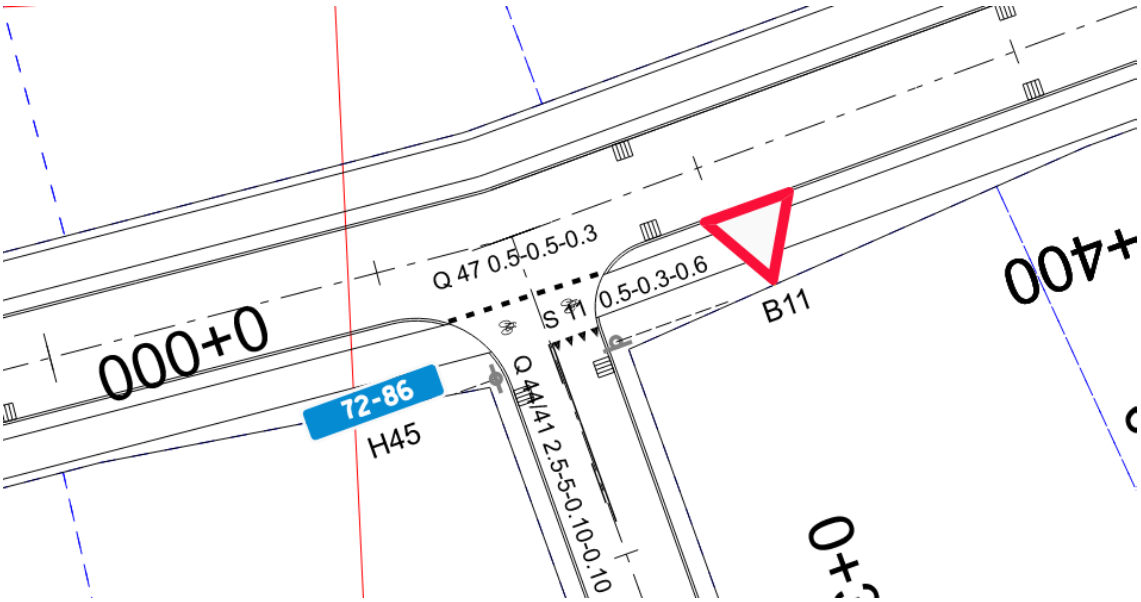


Figur 3.13. Tværsnit af Stamvejen. *Tegn. K11_N1300.*

3.1.3 Skilte og afmærkning

Byggemodningsområdet er udstyret med skilte og afmærkning i henhold til håndbøgerne omhandlende disse emner fra Vejdirektoratet. Hele området er, som beskrevet i afsnit 3.1.1, hastighedsdæmpet til 30 km/t, hvilket der skiltes med ved indkørslen til stamvejen. Der er etableret parkeringsforbud på vendepladserne, da de er forbeholdt køretøjer, der skal vende og ikke parkering.

Cykellisterne har forkørselsret og vigepligten for billisterne på boligvej 1 og 2 er derfor trukket bagved den gennemkørende cykelsti, hvilket fremgår af figur 3.14.



Figur 3.14. Udsnit af skilte- og afmærkningsplan for Grævlingen II. *Tegn. K11_N1140*

Som det fremgår af figur 3.14, er der vigepligt fra boligvej 1 og 2, hvilket er skiltet med en B11 tavle og markeret med en S11 vigelinje.
I tabel 3.2 er en oversigt over de færdselstavler samt den afmærkning, der er anvendt i området.

Tavle	Beskrivelse
	B11 - Ubetinget vigepligt
	D27 - Fællessti
	E53 - Område med fartdæmpning
	E54 - Ophør af område med fartdæmpning
	E68 - Zone med parkering forbudt
	E69 - Ophør af zone med parkering forbudt
	Husnummertavle

Afmærkning	Beskrivelse
	Q41/44 - Varslinjslinje
	Q47 - Bred punkteret kantlinje
	S11 - Vigelinje
	V21 - Cykelsymbol, 1 m

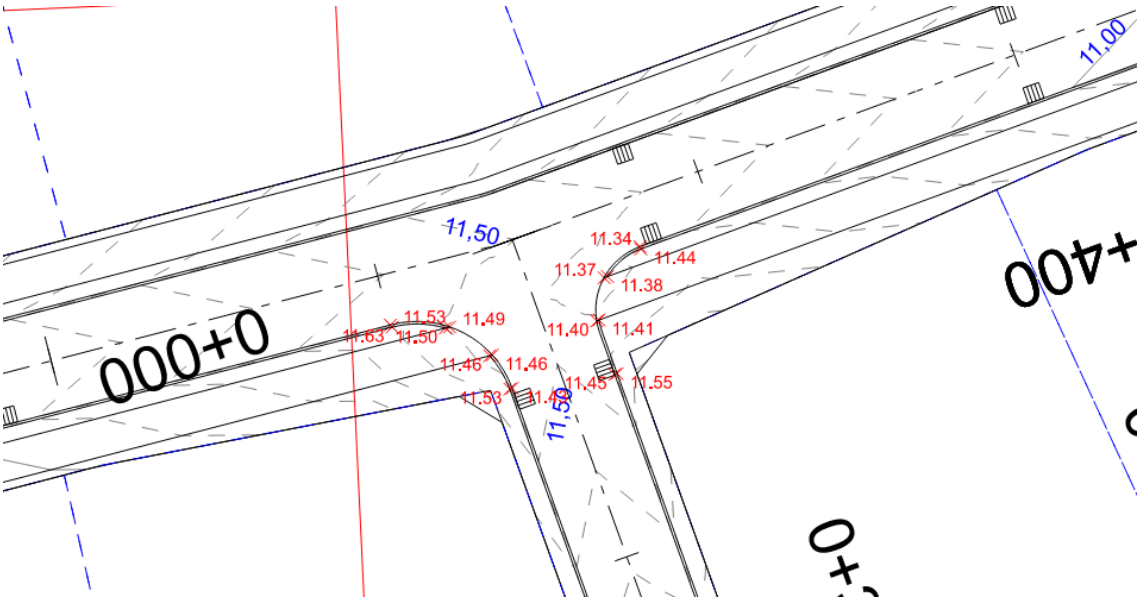
Tabel 3.2. Tavle- og afmærkningsoversigt for Grævlingen II.

3.2 Forsyning

I det følgende gennemgås forsyning (regnvand, spildevand og øvrige ledninger) af byggemodningen - Grævlingen II. Her vil der blive undersøgt de for projektet relevante dele, samt taget hensyn til, hvad der er vedtaget i lokalplanen i afsnit 1.2 på side 3.

3.2.1 Regnvand

Vejprojektet er udarbejdet med kantstensopsamling i rendestensbrønde, som er tiltænkt håndtering af vejvandet. Rendestensbrøndene er placeret efter håndbogen *Afvandingskonstruktioner - brønde, bygværker og ledninger* fra Vejdirektoratet [2017] samt en kote- og niveaukurveplan for vejgeometrien.
Et udsnit af kote- og niveaukurveplanen fremgår af figur 3.15, hvor vejens hældning beskriver vandets vej fra kørebanen til rendestensbrønden.

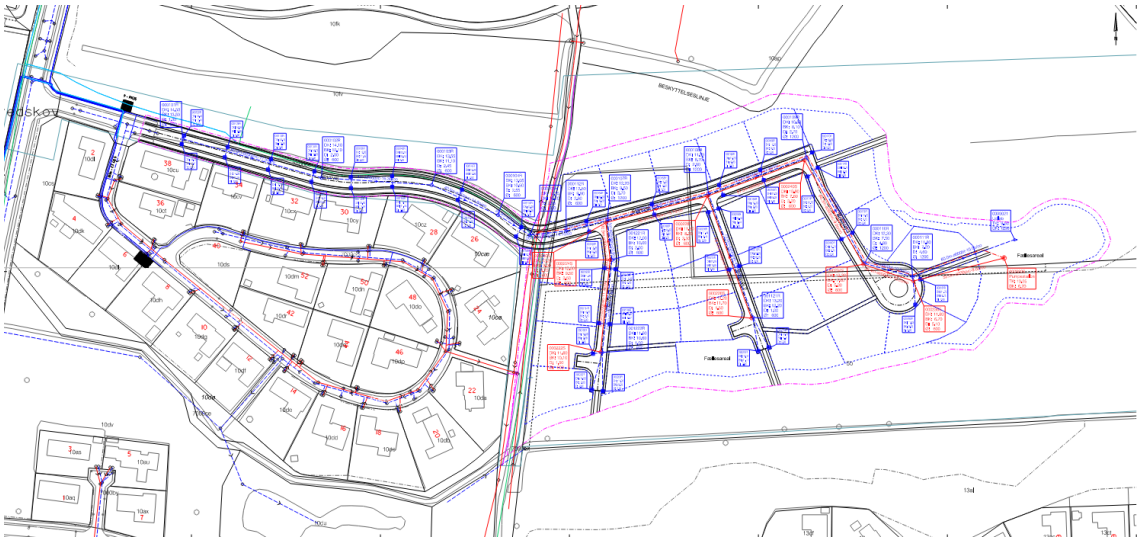


Figur 3.15. Udsnit af kote- og niveaukurveplanen for Grævlingen II. *Tegn. K11_N1110.*

Herefter er der placeret brønde og regnvandsledninger i området, hvor der er taget udgangspunkt i, at vandet ved gravitation skal ledes ned til fællesarealet øst for området, hvor der skal etableret et regnvandsbassin. Det er i dette projekt ikke dimensioneret eller set på regnvandsbassinets udformning og størrelse. Det er ligeledes ikke taget stilling til recipient eller håndteringsmetode for regnvandet.

Regnvandsledningerne er dimensioneret ud fra beregningsniveau 1, hvor Spildevandskomiteens skrift 30 er anvendt med tilhørende regneark til bestemmelse af regnintensiteten for området ved Grævlingen II. Regnintensiteten bestemmes til $i = 178,8$ l/s/ha for en gentagelsesperiode på 5 år og en varighed på 10 minutter.

Der er fundet oplande til alle brønde, hvor der for veje og andre befæstede arealer er brugt en afløbskoefficent på 1, mens der for ikke befæstede arealer er brugt en afløbeskoefficent på 0,1. [Linde et al., 2011]. Ud fra de reducerede arealer for oplandene, regnintensiteten og rørplaceringer er rørkapiciteten beregnet og dimensionerne på regnvandsledninerne er bestemt. På figur 3.16 på næste side ses ledningsplanen for Grævlingen II.



Figur 3.16. Ledningsplan for Grævlingen II. *Tegn. K10_ N1130*

3.2.2 Spildevand

Foruden regnvandledninger, er der også taget stilling til placering af spildevandsledningerne. Der er ikke regnet på spildevandsmængden i området, men antaget, i samarbejde med en fagingeniør, at mængden for området er svarende til et spildevandssystem med Ø200 mm.

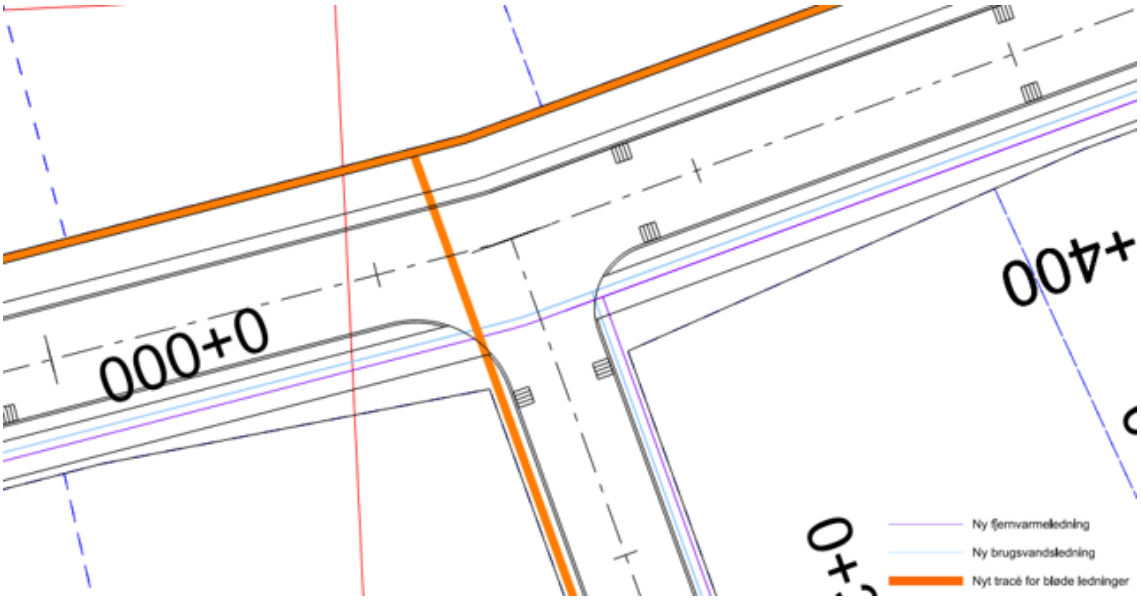
Spildevandssystemet fremgår af figur 3.16, hvor det ses, at det er etableret med gravitation grundet terrænet i området. Der etableres en pumpestation for enden af spildevandsledningen og anlægges en trykledning, som transporterer spildevandet til den eksisterende spildevandsledning, hvor trykledningen tilkobles det eksisterende spildevandsnet.

3.2.3 Øvrige ledninger

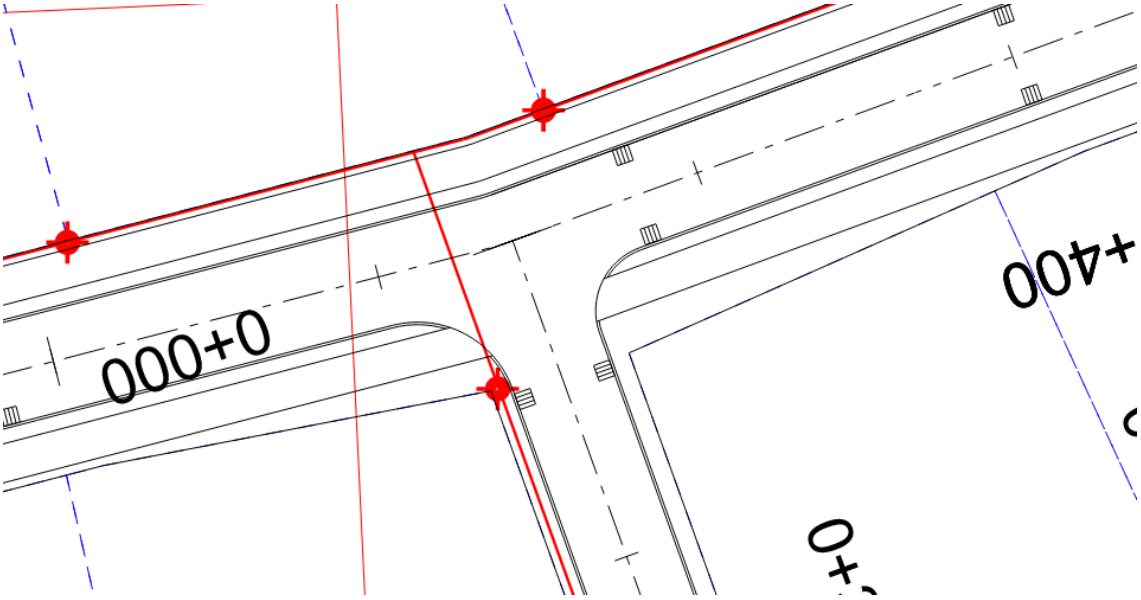
Øvrige ledninger indeholder ledninger som fjernvarme, brugsvand, gadebelysning, kommuniaktionsledninger m.m. Alle disse ledninger er ledninger, som håndteres af eksterne parter, herunder forsyningsselskaberne.

Der er lavet en koordinerende ledningsplan, hvor et udsnit fremgår af figur 3.17 på næste side, som er et princip for, hvor ledningsejerne skal placere deres ledninger i vejen samt hvor de eksisterende ledninger er beliggende. Der er ikke foretaget dimensionering af de øvrige ledninger, da det er eksterne parter, der står for håndteringen af disse.
Der er taget højde for respektafstandene mellem de forskellige typer ledninger samt ledningsdybder. Ledningerne og deres principielle placering fremgår ligeledes af tværsnittene for området, hvor et eksempel kan ses på figur 3.13 på side 24.

Der er for området lavet en belysningsplan, som viser, hvor der skal placeres gadebelysning. Belysningsmasterne er placeret i henhold til lokalplanen samt udstykningsplan og erfaringer fra Grævlingen. Udsnit af belysningsplanen fremgår af figur 3.18 på næste side. Der er ikke foretaget lysberegninger i området.



Figur 3.17. Udsnit af den koordinerende ledningsplan for Grævlingen II. *Tegn. K11_N1130.*



Figur 3.18. Udsnit af belysningsplanen for Grævlingen II. *Tegn. K11_N1160.*

Udbudsmateriale 4

I forbindelse med projekteringen af byggemodningen - Grævlingen II, skal der udearbejdes udbudsmateriale, som er det grundlag, entreprenøren har at give tilbud ud fra. Det er derfor vigtigt, at omfanget af byggemodningen er nøje beskrevet i udbudsmaterialet, samt at mængde er angivet så præcist som muligt. Udbudsmaterialet består af en tilbudsliste med tilhørende tilbuds- og afregningsgrundlag. Dertil foreligger der særelige beskrivelser, særlige arbejdsbeskrivelser og udbudskontrolplaner.
Derudover indeholder udbudsmaterialet en plan for sikkerhed og sundhed. Udbudsmaterialet består af de i afsnittet beskrevende dokumenter.
Derudover vedlægges en tegningsliste samt alle tegninger for projektet.

Udbudsmaterialet udarbejdes af rådgiveren og sendes ud til entreprenøren, som udfylder tilbudslisten med deres priser på baggrund af det udleverede materiale og går til licitation på projektet. Når et projekt sendes i udbud sendes det gerne til to til fem virksomheder afhængig af projektets størrelse.
Til licitationen vurderes tilbuddene og vægtes ud fra forskellige parametre, ofte prisen men også andre parametre, som bæredygtighed kan spille ind. Derefter udvælges den entreprenør, der har givet den mest fordelagtige pris, og denne tildeles opgaven.

4.1 Særlige betingelser (SB)

De særlige betingelser består af afvigelser fra de almindelige betingelser, som kommer i flere udgaver, herunder AB18, ABT18, ABR18 og ABR forenklet. Det er alle dokumenter, som er udformet ved Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen af et udvalg bestående af fagfolk inden for branchen. Det er de regelsæt, der er i branchen og der tages udgangspunkt i, når der udarbejdes udbudsmateriale. De særlige betingelser indeholder umiddelbart de samme poster som AB/ABR'erne. Posterne i SB'en referere til posterne i AB/ABR'erne og indeholder præcisering, ændringer og supplementer til disse.

4.2 Særlige arbejdsbeskrivelser (SAB)

Særlige arbejdsbeskrivelser er et dokument, som indeholder beskrivelser af specifikke arbejder, som afviger fra AAB'en, som er de almindelige arbejdsbeskrivelser og er gældende for alle inden for bygge- og anlægsbranchen. Det er derfor vigtig at udarbejde et dokument, som beskriver afvigelserne fra AAB'en. Der udarbejdes en SAB for hvert enkelt projekt, så den er entydig for det pågældende projekt.
SAB'en beskriver de afvigende arbejder og kan henvise til tegninger, tabeller eller andet materiale, som er vedlagt udbudsmaterialet. Det er også i SAB'en, at et specifikt element

kan beskrives fx under afsnittet materialer. SAB'en skal bygges op på samme måde som AAB'en med de samme afsnit og nummerering, dog skal SAB'en kun indeholde relevante afsnit. Normalt er SAB'en opdelt i afsnittene - Alment, Materialer, Udførelse og Kontrol, som hver beskriver de enkelte dele af et bygge- og anlægsprojekt.

4.3 Tilbudsliste (TBL)

For alle projekter udarbejdes en tilbuidsliste som burges til at beregne en pris på projektet. Tilbudslisten skal indeholde alle ydelser, der er inkluderet i projekt. Tilbudslisten er ofte opstillet på tabelform, så det er et overskueligt dokument med struktur og orden.
Tilbudslisten er ofte opdelt i hovedposter, poster og underposter. Tilbudslisten skal ikke beskrive ydelserne, men identificere dem. Der udarbejdes et andet dokument til beskrivelse af ydelserne i tillæg.
Der er for byggemodningen - Grævlingen II udarbejdet en tilbudsliste, med tilhørende anlægsoverslag, for at have en ide om, hvad projektet forventes at koste.
På figur 4.1 ses et uddrag af tilbudslisten, hvor enhedspriserne for anlægsoverslaget er indlagt.

Veronica Velling Sveistrup — Tilbudsliste (TBL)
Byggemodningen - Grævlingen II — 20.01.2023
Afgangsprojekt

Post	Betegnelse	Enhed	Antal Enheder	Enheds-pris	Kr.	Post I alt kr.
04.	**BUNDSIKRING AF SAND OG GRUS**					
04.01	**Bundsikring at levere og udlægge**					
04.01.01	Levering og indbygning af bundsikring, BL II, t = 20 cm, i naturstier	m^3	80	155	12400,00	
04.01.02	Levering og indbygning af bundsikring, BL II, t = 24 cm, i fællesstier	m^3	416	155	64480,00	
04.01.03	Levering og indbygning af bundsikring, BL II, t = 26,5 cm, i veje	m^3	1379	155	213745,00	
						290625,00

Figur 4.1. Udsnit af tilbudslisten for projektet. Fuld tilbudsliste ses i eksternt bilag - *Tilbudsliste(TBL).*

Tilbudslisten er udarbejdet på baggrund af kapitel 3, hvor geometri og forsyning er projekteret. Til bestemmelse af mængderne i tilbudslisten er fx 3D-modellen brugt til udtræk af jordmængder i området, mens mængder af anden inventar er udtræk fra modelfilerne.
Posterne i tilbudslisten er lavet på baggrund af en generel liste, samt en gennemgang af byggemodningen og de elementer den indeholder fx gennemgang af kloaksystemet. Når alle poster er på plads, og mængderne er angivet, kan enhedspriserne udfyldes og det samlede anlægsoverslag kan beregnes.
Enhedspriserne i tilbudslisten stammer fra MOE's standard lavet ud fra erfaringer og tidligere tilbud [MOE A/S, 2022b]. Det samlede anlægsoverslag for byggemodningen bliver på 7.353.370 kr., hvor hovedposternes priser fremgår af figur 4.2 på modstående side.

01.	ARBEJDSPLADS MV.	kr.	146.200,00
02.	JORDARBEJDE	kr.	569.475,00
03.	AFVANDING	kr.	2.546.100,00
04.	BUNDSIKRING AF SAND OG GRUS	kr.	290.625,00
05.	STABILT GRUS	kr.	568.430,00
06.	BROLÆGNING	kr.	722.000,00
07.	VARMBLANDET ASFALT	kr.	1.228.705,00
08.	KØREBANEAFMÆRKNING	kr.	10.110,00
09.	AFMÆRKNINGSMATERIEL MV.	kr.	33.300,00
10.	VEJBELYSNINGSMATERIEL	kr.	282.650,00
11.	ØVRIGE ARBEJDER	kr.	557.100,00
12.	DISPONIBELT DIVERSE	kr.	398.675,00
Samlet tilbud		kr.	7.353.370,00

Figur 4.2. Udsnit af tilbudslisten for projektet. Fuld tilbudsliste ses i eksternt bilag - *Tilbudsliste(TBL).*

4.4 Tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG)

Tilbuds- og afregningsgrundlaget tager udgangspunkt i tilbudslisten, hvor den beskriver ydelserne med de nødvendige informationer. TAG'en skal have identisk nummerering med tilbudslisten. TAG'en er opbygget med samme struktur som TBL'en og beskriver de ydelser, som kræver en yderligere forklaring end der er i TBL'en.
En ydelse må kun beskrives ét sted i TAG'en og der skrives derfor ofte et generelt afsnit, som indeholder beskrivelser af alle de ydelser, som er gennemgående for projektet. Det er fx mængdefastsættelse, variationsprocenter og afgreningsgrundlag.

Veronica Velling Sveistrup **Byggemodningen - Grævlingen II**

Byggemodningen - Grævlingen II Dato: 20-01-2022
BUNDSIKRING AF SAND OG GRUS Rev.dato:

4 BUNDSIKRING AF SAND OG GRUS

4.1 Bundsikring at levere og udlægge

Enhedspriserne skal omfatte alle udgifter for levering, udlægning og komprimering af bundsikring i angivne tykkelser.

Endvidere skal enhedsprisen omfatte alle udgifter til materialekontrol og komprimeringskontroller.

Tilbudslistens mængde er beregnet på grundlag af projektplaner og bundsikringslagets teoretiske bredde inkl. overbredder i lagets overside (nettoarealet). Materialer til overbredde herudover samt til sidestøtte skal være inkluderet i enhedspriserne.

Afregning sker på baggrund af entreprenørens opmåling.

Figur 4.3. Eksempel på opbygningen af TAG.

Hvis der til en hovedpost er en afvigelse fra den generelle TAG skrives det under hovedepposten. Det samme gør sig gældende for poster og underposter. Et eksempel ses på figur 4.3 på foregående side, hvor posten i TAG'en svare til det udsnit på figur 4.1 på side 32 fra tilbudslistens post.

TAG'en skal hjælpe entreprenøren med at give den mest korrekte pris på et projekt. TAG'en er mere beskrivende end TBL, men mindre end SAB, og beskriver de poster i TBL'en, som ikke er selvforklarende, men må ikke blive en gentagelse af arbejdsbeskrivelserne i SAB'en.

4.5 Plan for sikkerhed og sundhed (PSS)

Der skal for projekter med flere end 10 medarbejdere eller farlige forhold udarbejdes en plan for sikkerhed og sundhed. Denne plan skal udarbejdes for hele projektets forløb. I tabel 4.1 fremgår det, hvornår der skal udarbejdes en PPS for et projekt.

Byggepladsens størrelse/ Arbejdets farlighed	**Flere arbejdsgivere med i alt 1-10 ansatte samtidig**	**Flere arbejdsgivere med flere end 10 ansatte samtidig**
Almindelige sundheds- og sikkerhedsrisici	Ikke krav om skriftlig PSS	Krav om skriftlig PSS
Særligt farligt arbejde	Krav om skriftlig PSS, men kun for det særligt farlige arbejde	Krav om skriftlig PSS

Tabel 4.1. Oversigt over brug af PSS. [Byggeproces og arbejdsmiljø, 2022]

PSS'en indeholder en rækker planen, som er med til at sikre et godt og sikkert arbejdsmiljø på byggepladsen. Den skal være tilgængelig for alle parter i projektet samt på byggepladsen under hele byggeperioden.
For byggepladser der kun er omfattet af, PSS for farligt arbejde, skal PSS'en ligge tilgængelig i hele perioden, hvor det farlige arbejde udføres. Planen skal indeholde:

- Byggepladsens organisation (organisationsplan)
- Byggepladstegning
- Tidsplaner
- Beskrivelse af eksisterende forhold og risici som følge af projektets udformning
- Beskrivelse af byggepladsens færdsels- og andre fællesområder, herunder forhold vedr. orden og ryddelighed, inklusive snerydning, grusning og affaldshåndtering
- Afgrænsning af områder med særlige risici, samt angive specifikke foranstaltninger vedrørende evt. særligt farligt arbejde
- Procedurer for kontrol med sikkerhedsforanstaltninger
- Beredskabs- og evakueringsplaner

[Byggeproces og arbejdsmiljø, 2022]

4.6 Udbudskontrolplaner (UKP)

Udbudskontrolplaner beskriver, hvilke emner der skal udføres kontrol på i løbet af projektet. Den beskriver, hvordan kontrollen skal udføres og dokumenteres, hvor ofte der skal foretages kontrol, acceptkriterierne for kontrollen samt hvordan kontrollen skal dokumenteres.

På figur 4.4 ses et eksempel på en udbudskontrolplan. UKP'en tager udgangspunkt i samme nummerering som i de øvrige udbudsdokumenter og skal overholde de acceptkriterier, der er beskerevet i hhv. SAB'en og AAB'en.

	Kontrolpunkt	Metode	Prøvningsfrekvens	Acceptkriterium	Dokumentation
Bundsikring					
	Materialespecifikation	Sigteanalyse	Løbende iht. projekt	Iht. SAB	Sigteanalyse
	Komprimering	Isotopmåling	For hvert kontrolafsnit iht. AAB eller SAB og inden indbygning af SG	Iht. SAB	Rapport
	Indmåling	Ved landmåler	Iht. SAB	Iht. AAB	Digital indmåling
Stabilt grus					
	Materialespecifikation	Sigteanalyse	Inden levering og iht. AAB	Iht. DS401, kvalitet II	
	Komprimering	Isotopmåling	For hvert kontrolafsnit iht. AAB eller SAB og inden udførelse af ovenliggende belægning	Iht. AAB	Rapport
	Indmåling	Ved landmåler	Iht. SAB	Iht. AAB	Digital tegning

Figur 4.4. Eksempel på opbygningen af UKP. [MOE A/S, 2022a]

4.7 Udbudsbrev

Et udbudsbrev er det dokument, der vedlægges udbuddet sammen med alle ovenstående dokumenter og tegningsmateriale på projektet. Udbudsbrevet er en sammenfatning af grundlaget for at afgive tilbud på projektet.
Der er fx oplistet, hvilke dokumenter der er vedlagt udbuddet og dermed grundlaget. Der er angivet en tidsplan for udbudsfasen, licitationsdato, spørgefrister samt hvordan tilbuddet tilgives. Udbudsbrevet er dermed en form for samledokument for alt andet i udbuddet og rådgiverens vejledning til udbudsfasen. Et eksempel på et udbudsbrev fremgår af figur 4.5 på næste side.

Udbudsbrev – [redacted]

Entreprise: Vej- og kloakanlæg.

På vegne af [redacted] fremsendes hermed tilbudsgrundlaget for ovenstående entreprise.

Arbejdet udbydes som en samlet entreprise og der konkurreres på den samlede sum for vej- og kloakanlæg.

Udbudsmaterialet består af følgende dokumenter:

Fælles dokumenter:

- Nærværende udbudsbrev (UB).
- Samleark for samlet tilbudssum for de to entrepriser.

[redacted]**(vejentreprise):**

- Særlige Betingelser (SB).
- Særlige Arbejdsbeskrivelser (SAB).
- Tilbudsliste (TBL).
- Tilbuds- og Afregningsgrundlag (TAG).
- Plan for Sikkerhed og Sundhed (PSS).
- Tegninger iht. Tegningsliste (TL).
- Bilag A - Geoteknisk undersøgelsesrapport.
- Bilag B – Lysberegning.
- Bilag C – Ledningsejermødereferat.
- Bilag D – Opmærkning af stikledninger.

[redacted]**(kloakentreprise):**

Særligt for kloakentreprisen som består af følgende dokumenter i prioriteret rækkefølge:

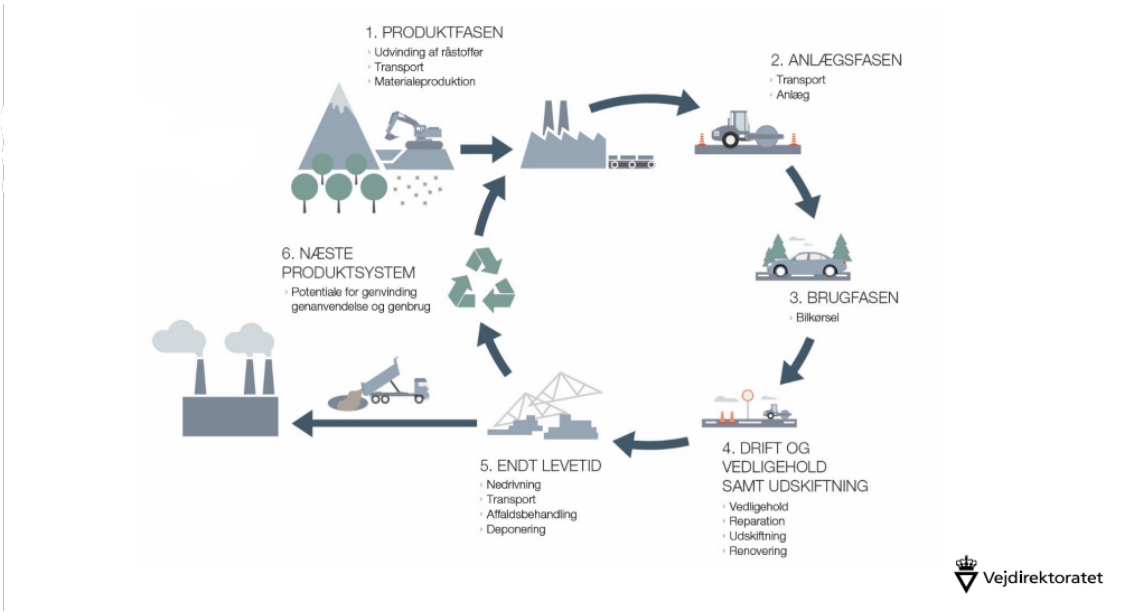
- Tegningsmateriale jf. tegningsfortegnelse dateret [redacted]

Figur 4.5. Eksempel på et Udbudsbrev. [MOE A/S, 2022a]

Perspektivering 5

Der er nu projekteret et fuldt vejprojekt med tilhørende forsyning for byggemodningen - Grævlingen II. I processen er der taget valg i forhold til udformning og materialer. Der vil blive vurderet, hvilke alternative løsninger, der kunne have været valgt, herunder nogle mere bæredygtige valg.

Der er inden for infrastrukturbranchen ved at blive indført InfraLCA, hvor infrastrukturens livscyklus beregnes, herunder elementernes miljøpåvrikning. Det er ikke brugt på dette projekt, men et redskab der begynder at skulle bruges for at se på infrastrukturprojekternes miljøpåvirkninger. Med InfraLCA beregnes projektets miljøpåvirkning, hvor der regnes på, hvor meget CO_2 materialerne samt transport, indbygning, brug og bortskaffelse her af udleder. Et infrastrukturprojekts livscyklus kan ses på figur 5.1.



Figur 5.1. Livscyklus for et infrastrukturprojekt. [Vejdirektoratet, 2021b]

Materialevalg

Der er i projektet valgt at gå med en generel opbygning af vejkassen med materialerne AB, GAB I, stabilt grus og bundsikringssand. Dette er standardmaterialer, hvor der er flere salgs slidlag og bærelag at vælge imellem. Derudover findes også alternativer til stabilt grus og bundsikringssand, som kan have samme styrke og effekt, men som består af genbrugsmaterialer eller mere bæredygtige materialer. Der ses på figur 5.2 på næste side et skema med materialer, hvor nogle er råstoffer som sand og grus, mens andre er af

genbrugsmaterialer. Der er en begrænset mængde af råstofsmaterialerne, og det er derfor vigtigt, at branchen begynder at se på alternativer. Det ses fx at stabilt grus II og knust afsalt-beton II har samme styrke - hvilket i dette projekt kunne have været byttet ud 1:1, da de har samme styrke og samme tykkelse.
Prisen på materialerne er ikke den afgørende faktor, da genbrugsmaterialerne og råstofferne ligger inden for samme prisleje. [FJ Beton Genbrug ApS, 2022].
Ved genbrugsmaterialer der har en svagere styrke end det oprindelig materiale, skal der bruges mere materiale for at opnå samme styrke, og det er derfor en opvejning mellem mængde og pris der afgør om det genanvendelige materiale er rentabelt at bruge. Ved mere materiale, kommer der ofte mere afgravning for at have plads til vejkassen, hvilket resultere i mere råjordsmateriale der skal bordskaffes eller til depot. Der findes flere materialer end dem, som er vist her, men det undersøges ikke yderligere.

Materiale		E-værdi	Interval for lagtykkelser[1)]	
			Anbefalet minimum tykkelse	Anbefalet maksimum tykkelse ved udlægning i ét lag
		[MPa]	[mm]	[mm]
Bundne	Beton, $C_{40/50}$, uarmeret	35.000	150	-
	Hydraulisk Bundet Bærelag (HBB-A), $C_{6/8}$, initial	9.000	150	300
	Hydraulisk Bundet Bærelag (HBB-A), terminal	1.500	150	300
	Hydraulisk Bundet Bærelag (HBB-B), $C_{6/8}$, initial	13.000	150	250
	Hydraulisk Bundet Bærelag (HBB-B), terminal	2.000	150	250
	Bitumenstabiliseret materiale BSM	700	125	250
Ubundne	Skærvemacadam (SKM)	1.000	70	130
	Singelsmacadam (SIM)	600	70	130
	Stabilt grus I (SG I)	350	100	250
	Stabilt grus II (SG II)	300	100	250
	Knust Beton (KB)	350	100	250
	Knust Beton/Tegl I (KBT I)	250	100	250
	Knust Beton/Tegl II (KBT II)	200	100	250
	Knust Beton/Tegl III (KBT III)	150	100	250
	Knust Asfalt (KAS)	250	100	250
	Knust Asfalt/Beton I (KAB I)	250	100	250
	Knust Asfalt/Beton II (KAB II)	300	100	250
	Bundsikring (BL I og BL II), U > 3	150	200	250
	Bundsikring (BL I og BL II), U ≤ 3	100	200	300
	Forbrændingsslagge som bundsikringslag (FS)	100	200	250

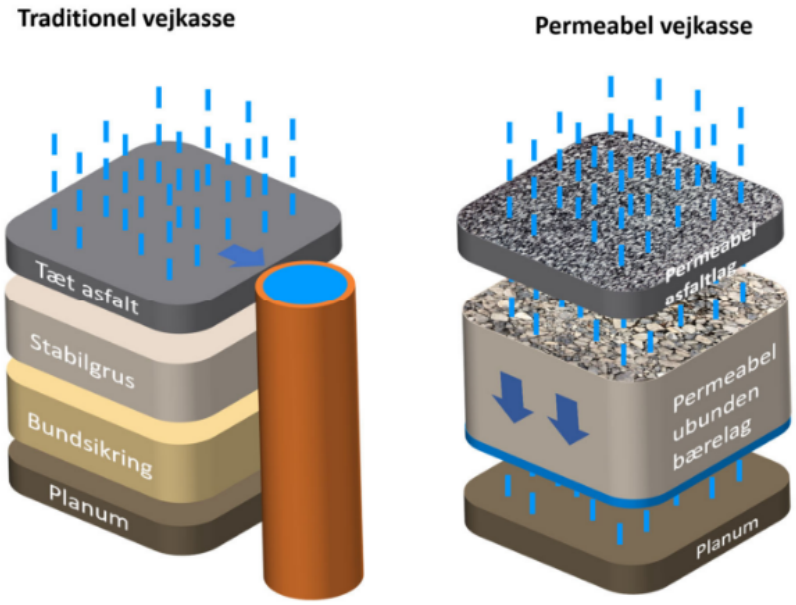
1) For de ubundne materialer er interval for lagtykkelser fastsat ud fra materialetyper. De maksimale lagtykkelser for lagene, er anbefalede maksimale lagtykkelse for udlægning af materialerne i ét lag. Ved behov for udlægning af større tykkelse end de anførte maksimale lagtykkelser, udlægges materialet i mere end ét lag.

Figur 6.5 E-værdier og interval for lagtykkelser for øvrige materialer.

Figur 5.2. Skema med materialer til bundne og ubundne bærelag. [Vejdirektoratet, 2022]

Der kan for asfaltslagene også findes alternative valg, herunder en permeabel asfalt som har mulighed for at nedsive vand på kørebanen. Her kan der foruden materialerne til

vejensopbygning også spares materialer til regnvandskloakken, da vejen ikke skal afvandens med denne metode. Ved en permeabel belægning sker nedsivning af vejvand gennem vejensopbygning. På figur 5.3 ses opbygningen af en traditionel vejkasse samt en permeabel vejkasse.



Figur 5.3. Opbygning af vejkassen, traditionel og permeabel. [Muttuvelu, 2020]

Udformning

Foruden materialerne i projektet, kan der også ændres på udformningen af området. Der er i afsnit 3.1.1 på side 15 beskrevet og vist på figur 3.1 på side 16, hvilke andre løsninger for udformningen, der er undersøgt. I udvælgelsen af udformningen er der lagt vægt på udnyttelsen af pladsen, så der skabes det ønskede antal grunde. Det er umiddelbart ikke det bedste udvælgelseskriterie, da terrænforholdene i området også kan være vigtige at have med ind i udformningsprocessen. Det er her også relevant at se på, at højdepunktet er beliggende syd-øst i området, og det derfor er her boligerne skal ligge for at have den bedst mulige udsigt. Ved den valgte udformning har flest mulige boliger en god udsigt grundet terrænet. Ved at vælge en af de andre udformninger vil vejen skulle ligge i afgravning eller påfyldning for at få en så plan vej som muligt, og dermed vil det påvirke grundenes udsigt og placering i forhold til vejen.

Det er en proces og et kompromis at finde den bedste udformning til et område, hvor der i dette projekt er set på bygherrens krav samt lovliggørelse af udstykningsplanens vejareal.

Konklusion 6

Der er igennem projektet undersøgt, hvordan der udformes en ny udstykningsplan for byggemodningen - Grævlingen II, som lever op til vejreglerne samt krav fra lokal- og kommuneplanen og ikke mindst bygherrens ønsker for området.

Udformningen er lavet ud fra vejreglerne, som har været med til at danne grundlag for udformningen af vejprojektet, hvor der er udarbejdet geometri, opbygning og inventar. Derover er forsyning til området undersøgt, da det er relevant at have med i forbindelse med vejprojektet og benævnes i lokalplanen. Til sidst er der udarbejdet udbudsmateriale for byggemodningen for at runde opgaven af og anslået hvad omkostningerne ved udførelse af byggemodningen vil blive.

Vejprojektet er udarbejdet ud fra den horisontale og vertikale geometri, som begge er fundet ved en iterativ proces, hvor der er tegnet og regnet på udformninger, der overholder minimumsradier, hastigheder og hældninger. Det kan konkluderes, at området skal hastighedsbegrænses til 30 km/t for at overholde minimumsradier og sigt ved den ønskede udformning af området.
Der er ligeledes fastlagt en vertikal geometri for området, som overholder minimums- og maksimumsradierne på kurverne. Videre er den vertikale geometri udarbejdet med hensyn til håndtering af regnvand i området, hvor terrænnets udformning og udfordringer er indarbejdet.

Foruden geometrien er der undersøgt, hvilken opbygning der skal bruges til vejkassen. Her er der brugt katalogmetoden, som tager udgangspunkt i underbunden, hastigheden og trafikmængden, hvorfor disse tre ting er undersøgt for området og bestemt til - frostsikker/-tvivlsom, 30 km/t og trafikklassen, T2. Det er brugt til at vælge en opbygning i "kataloget", hvilket ikke nødvendigvis er en optimal løsning, da der vælges på baggrund af standardløsninger og ikke dimensioneres en opbygning for det specifikke område. Der er ligeledes ikke set på alternative byggematerialer, hvilket bør gøres ved en fremtidig projektering af byggemodningen. Området er udstyret med skilt og afmærkning efter vejreglerne med det, som vurderes nødvendigt for området.

Forsyningen er udarbejdet ud fra vejprojektets udformning, respektafstande, eksisternede ledninger og krav fra lokal- og kommuneplan. Her er der lavet dimensioneringen af regnvand ud fra oplandet, mens den resterende forsyning ikke er dimensioneret.
Der er lavet principielle planer for fjernvarme, brugsvand og bløde ledninger, mens spildevandsnettet er projekteret sammen med regnvandsnettet. Spildevandet er lagt med gravitation i området, hvor det samles i øst og pumpes tilbage mod vest, hvor den eksisterende spildevandsledning ligger. Det er den løsning, der er vurderet som den bedste, men i fremtiden vil det kunne optimeres, og en anden løsning kan vise sig at være bedre.

Regnvandsledningerne er ligeledes lagt med gravitationsfald mod øst, hvor det forventes, at der anlægges et regnsvandsbassin, som vil stå for den videre udledning eller nedsivning af regnvandet. Bassinet er ikke dimensioneret i opgaven, da det ikke ligger inde under fagligheden, men vil være nødvendigt at gøre ved udførelsen af projektet.

Til sidst er der undersøgt alternative materialer og udformninger af området. Her er genanvendte materialer og alternative løsninger undersøgt, hvor der ikke er en endelig konklusion på den bedste løsning her, da der er mange faktorer, der spiller ind. Det kan konkluderes, at der er udarbejdet en udstykningsplan, som lever op til vejreglerne, lokal- og kommuneplan og bygherrens ønsker, hvilket var målet med opgaven. Det er stadig muligt at optimere projektet og finde bedre løsninger.

Litteratur

Byggeproces og arbejdsmiljø, **2022**. Byggeproces og arbejdsmiljø. *2 Hvornår skal der udarbejdes PSS?* https://byggeproces.dk/branchevejledning-om-byggepladsens-plan-for-sikkerhed-og-sundhed-pss/hvornaar-skal-der-udarbejdes-pss/, 2022. Downloadet: 13-12-2022.

Danmarks Statistik, **2022**. Danmarks Statistik. *Folketal 1. januar efter byområder og landdistrikter og tid.* https://www.statistikbanken.dk/BY1, 2022. Downloadet: 18-10-2022.

Denmark Data Center, **2022**. Denmark Data Center. *Danmarks Digitale Jordartskort 1:25 000 version 6.0 - ArcGIS og QGIS.* https://dataverse.geus.dk/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.22008/FK2/XAFCRS, 2022. Downloadet: 24-10-2022.

FJ Beton Genbrug ApS, **2022**. FJ Beton Genbrug ApS. *Priser.* https://www.fjbetongenbrug.dk/priser, 2022. Downloadet: 19-01-2023.

Google, **2022**. Google. *Street View.* https://www.google.com/maps/@56.8999993,9.8456051,3a,75y,143.75h,90.65t/data=!3m6!1e1!3m4!1szQGnmls48zIpBVCuq-XFUQ!2e0!7i16384!8i8192, 2022. Downloadet: 30-11-2022.

Linde et al., **2011**. Jens Jørgen Linde, Niels Bent Johansen, Leif Winther, H. Thorkild Jensen og Leo Lund Mathiasen. *Afløbsteknik.* ISBN: 9788750210153, Paperback. Polyteknisk Forlag, 2011.

MOE A/S, **2022a**. MOE A/S. *Udbudsdokumenter fra tideligere projekter.*, 2022a.

MOE A/S, **2022b**. MOE A/S. *Enhedspriser fra tideligere tidbud.*, 2022b.

Muttuvelu, **2020**. Dansani Vasanthan Muttuvelu. *Vejbelægninger B.* Efterårssemesteret, 2020.

Rebild Kommune, **2019**. Rebild Kommune. *Planstrategi 2019*, 2019.

Rebild Kommune - Center Plan, Byg og Vej, **2011**. Rebild Kommune - Center Plan, Byg og Vej. *LOKALPLAN 256, BOLIGOMRÅDE, Grævlingen, Støvring Ådale*, 2011.

Retsinformation, **2022**. Retsinformation. *Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse.* https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2022/1392, 2022. Downloadet: 27-10-2022.

Vejdirektoratet, **2017**. Vejdirektoratet. *Afvandingskonstruktioner - Brønde, bygværker og ledninger*, 2017.

Vejdirektoratet, **2022**. Vejdirektoratet. *Dimensionering - Befæstelser og forstærkningsbelægninger*, 2022.

Vejdirektoratet, **2021a**. Vejdirektoratet. *Grundlag for udformning af trafikarealer*, 2021a.

Vejdirektoratet, **2021b**. Vejdirektoratet. *InfraLCA – miljøpåvirkning fra vejanlæg.* `https://www.dcea.dk/digitalAssets/1069/1069812_klima_mads-lenschau.pdf`, 2021b. Downloadet: 09-01-2023.

Vejdirektoratet, **2018a**. Vejdirektoratet. *Anlæg for parkering og standsning i byer*, 2018a.

Vejdirektoratet, **2016**. Vejdirektoratet. *Tracéring i byer*, 2016.

Vejdirektoratet, **2018b**. Vejdirektoratet. *Vejkryds i byer*, 2018b.