Ny omfartsvej øst om Aabybro

Afgangsprojekt

Magnus Yde Højgaard
Diplomingeniørstuderende
Aalborg Universitet
Byggeri & Anlæg | Vej & trafik

Naturvidenskabelige Fakultet
Institut for Byggeri og Anlæg
Thomas Manns Vej 23
9220 Aalborg Øst

AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Titel:

Ny omfartsvej øst om Aabybro

Projekt:

Diplomingeniør Afgangsprojekt

Projektperiode:

14. februar 2020 - 08. maj 2020

Deltager:

Magnus Yde Højgaard

Studienummer:

20164212

Vejleder:

Erik Kjems

Sidetal: 125
Afsluttet: 8. maj 2020

Synopsis:

Projektet omhandler anlæggelsen af en forbindelsesvej mellem det østlige Aabybro og vestlige Biersted, der har til formål at fremme byudviklingen og skabe bedre forbindelser til nabobyerne mod øst. Der tages udgangspunkt i Masterplan for Aabybro, der er en rapport udarbejdet af Jammerbugt Kommune.

Der vil blive redegjort og analyseret for den nuværende trafiksituation i Aabybro og analyseret på hvordan trafikbelastningen i takt med byens udvikling forøges. Samtidigt vurderes der, hvordan en eventuel ny forbindelsesvej vil aflaste nuværende anlæg. I denne forbindelse bestemmes dimensionerende trafiktal.

Ydermere vil der i rapporten være en detailprojektering af forbindelsesvejen. Heriblandt en korridoranalyse, en geometrisk dimensionering af vejens forløb og tværprofil, en geoteknisk analyse til dimensionering af vejkasse og afvandingssystem samt skilteplan og afmærkningsplan

Forord

Denne rapport er udarbejdet fra 14.april 2020 til 8.maj 2020. Rapporten er skrevet af Magnus Yde Højgaard i forbindelse med uddannelse ved Byggeri og Anlæg med specialisering i vej og trafikteknik på Aalborg Universitet.

Rapporten er skrevet med udgangspunkt i, at læseren har kendskab til grundlæggende viden indenfor byggeri og anlæg, især vejtekniske og trafikanalyserings principper. Der rettes tak til Erik Kjems for vejledning i forbindelse med projektet.

Læsevejledning

Rapporten er opdelt i tre dele med referencer herimellem, en hovedrapport, en bilagsrapport samt et tegningsbilag.

Hovedrapporten læses for det overordnede overblik og kan læses særskilt. Der henvises dog til, at bilagsrapport og tegningsbilag anvendes for fuld forståelse af beslutninger og bagvedliggende beregninger. Ligeledes giver tegningsbilaget et forbedret indblik og forståelse af beskrivelserne fra hovedrapporten. Der er i hovedrapporten henvisninger til afsnit og tegninger i de to bilag.

Hovedrapporten er opdelt i en foranalyse, en skitseprojektering og en detailprojektering.

Kildehenvisningerne er udført i henhold til Harvard-metoden. Der refereres til kilderne ved brug heraf. Litteraturlisten er opsat i alfabetisk rækkefølge.

Magnus Y. Højgaard

Tegningsoversigt

Tegningsbilaget er udført som en samlet PDF.

01 - Oversigtskort	1:4000
02 - Længdeprofil 1, Omfartsvej	1:10 000
03 - Længdeprofil 2, Omfartsvej	1:1000/1:100
04 - Længdeprofil 3, Omfartsvej	1:1000/1:100
05 - Længdeprofil 4, Aabyvej	1:1000/1:100
06 - Normaltværsnit 1	1:50
07 - Normaltværsnit 2	1:50
08 - Normaltværsnit 3	1:50
09 - Normaltværsnit 4	1:50
10 - Normaltværsnit 5	1:50
11 - Detaljemappe, normaltværsnit	1:10
12 - Skilte og afmærkningsplan, kryds	1:300

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1 Projektbegrundelse **1**
1.1 Projektafgrænsning 1

Kapitel 2 Indledning **2**

I Foranalyse **4**

Kapitel 3 Problemanalyse **5**

Kapitel 4 Trafikanalyse **8**
4.1 Vejnetsanalyse 8
4.2 Ruteanalyse 14
4.3 Trafiktælling 18
4.3.1 Årsdøgnstrafik 19
4.3.2 Sivetrafikanter 22
4.3.3 Ærindetrafik 23
4.4 Byudviklingstrafik 25
4.5 Trafikspring 28
4.6 Fremtidig ÅDT ved anlæggelse af ny omfartsvej 29
4.7 Bud på retningsfordeling 30

II Skitseprojektering **31**

Kapitel 5 Bindinger **32**
5.1 Bindinger over jorden 33
5.2 Bindinger under jorden 35
5.3 Administrative bindinger 38

Kapitel 6 Skitseprojektering **40**
6.1 Vejklassificering 40
6.2 Planlægningshastighed 41
6.3 Hastighedsklassificering 41
6.4 Vejtype 41
6.5 Tværprofil 42
6.6 Linjeførings analyse 43
6.6.1 Zone 1: Tilslutning, Ny Aabyvej 44
6.6.2 Zone 2: Krydsning med højspændingsledninger 45
6.6.3 Zone 3: Krydsning med Banestien 46
6.6.4 Zone 4: Tilslutning, Aabyvej 47
6.6.5 Skitse, linjeføringer 47

6.7 Analytisk Hierarki proces, AHP 48

III Detailprojektering 50

Kapitel 7 Tracering 51
7.1 Linjeføring 51
7.1.1 Minimums radius i horisontalkurver 51
7.1.2 Overgangskurver 52
7.1.3 Tvangspunkter 52
7.1.4 Beregning, NovaPoint 53
7.2 Længdeprofil 54
7.2.1 Tværfald og vendestrækninger 55

Kapitel 8 Belægning 56

Kapitel 9 Afvanding 58

Kapitel 10 Detail Aabyvej 60
10.1 Linjeføring 60
10.2 Afvanding og belægning 61
10.3 Længdeprofil 62
10.3.1 Vendestrækninger 63
10.4 Kryds, Aabyvej - Omfartsvej 63
10.4.1 Dimensionerende trafiktal og kapacitet 63
10.4.2 Geometri 65

Kapitel 11 Ny Aabyvej 67

Kapitel 12 Vejudstyr 69
12.1 Autoværn 69
12.2 Skiltning og afmærkning 70
12.2.1 Omfartsvej 70
12.2.2 Aabyvej 70

Kapitel 13 Tilslutninger og krydsninger 72

Kapitel 14 Anlægsøkonomi 73
14.1 Byggeplads 73
14.2 Arealerhvervelse 74
14.3 Jordarbejde 75
14.4 Vejens udstyr 75
14.5 Belægning 76
14.6 Nedbrydning af vej 76
14.7 Afvanding 76
14.8 Administration 77
14.9 Opsummering 77

Kapitel 15 Konklusion og sammenfatning 78

Litteratur **79**

IV Bilag, foranalyse **82**

Appendiks A Efterbehandling af trafiktælling **83**
A.1 Fejlkilder under tælling . . . 83
A.2 Beregning af årsdøgnstrafik . . . 84
A.3 Beregning af usikkerhed af årsdøgnstrafik . . . 85
A.4 Beregning af sivetrafikandel med Microsoft Excel . . . 85
A.5 Fremskrivning af trafik . . . 87

Appendiks B AHP-analyse **89**

V Bilag, detailprojektering Omfartsvejen **93**

Appendiks C Bilag, Tracering **94**
C.1 Beregning af horisontalsigt, minimumsradius . . . 94
C.2 Komfort, minimums radius . . . 95
C.3 Beregning af vertikalsigt, minimumsradius . . . 96
C.3.1 Konveks vertikalbue . . . 96
C.4 Forskudt vipning . . . 97

Appendiks D Belægningsdimensionering **99**
D.1 Fastlæggelse af dimensioneringstrafik . . . 101
D.2 Katalogmetoden . . . 102
D.3 Pris . . . 104
D.4 Optimering og analytisk beregning i MMOPP . . . 104
D.5 Optimering og simulering i MMOPP . . . 105
D.5.1 Optimering . . . 106

Appendiks E Afvanding **107**
E.1 Terræn og grundvand . . . 107
E.2 Dimensionering . . . 109
E.2.1 Det nordøstlige område, trug . . . 109
E.3 Det sydvestlige område, nedsivningsgrøft . . . 113
E.4 Fredet åløb, forsinkelsesbassin . . . 114

Kapitel F Dimensionering af kryds **115**
F.1 Sigtforhold . . . 115
F.2 Geometri . . . 116
F.3 Højre ind- og udsving . . . 118

Bilag A Boreprofiler **120**

Projektbegrundelse 1

I Januar 2012 blev Masterplan for Aabybro vedtaget. Masterplanen beskriver en fremtidig vejforbindelse øst om Aabybro, der skal skabe øget tilgængelighed og promovere yderligere byudvikling. Heriblandt forslaget om en omfartsvej, der skal lede utryghedsskabene trafikmængder uden om byen [Kommune, 2011a]. Der findes offentligt og inden nærværende rapport ikke nogen detaljeret beskrivelse af en ny omfartsvej eller en analyse af den nuværende trafiksituation omkring Aabybro med henblik på anlæggelsen af en ny omfartsvej. Projektet er derfor på denne baggrund vurderet væsentligt og påkrævet. Samtidigt er projektets omfang og sværhedsgrad vurderet passende til udarbejdelsen af et diplomprojekt.

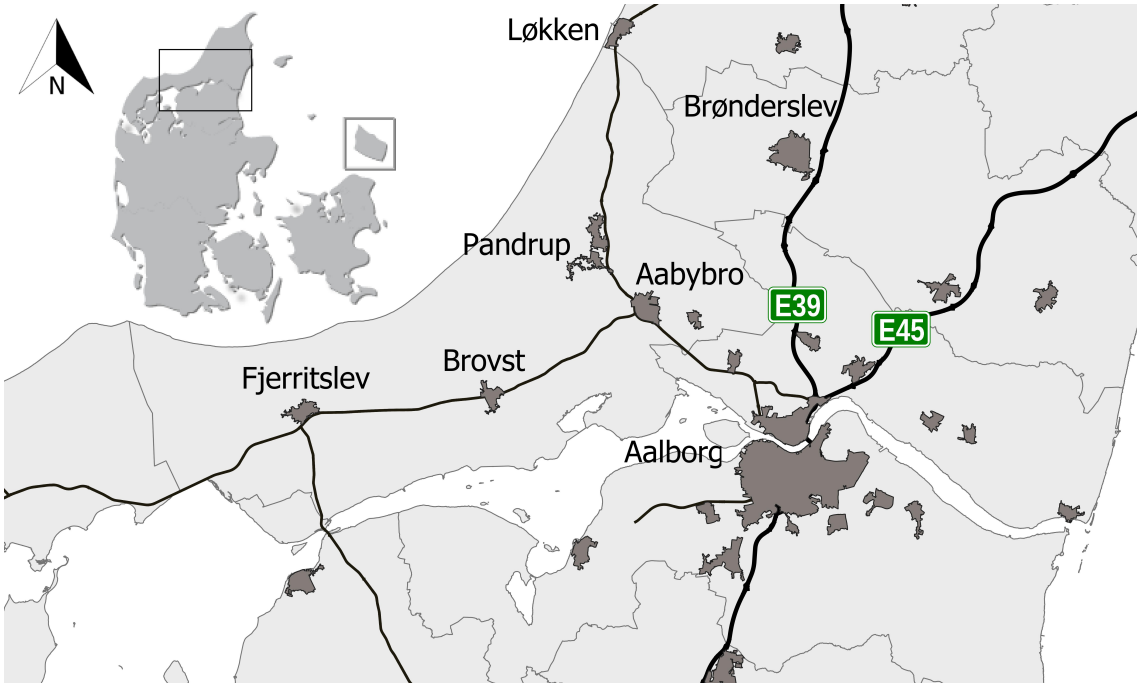
1.1 Projektafgrænsning

Der tages udgangspunkt i forslaget om omfartsvejen øst om Aabybro samt tilslutningstrækningen Aabyvej. Resterende vejanlæg beskrevet i Masterplan Aabybro vil derfor ikke blive dimensioneret eller beskrevet.

Dimensioneringen af omfartsvejen afgrænser sig fra dimensionering af bygværker, der vil kræve ændring eller nedbrydning ved anlæggelsen af omfartsvejen. Heriblandt mindre bemærkelsesværdige anlæg som markveje, grøfter, åløb og højspændingsmaster samt nye føringsveje for rør og ledninger.

Indledning 2

Aabybro udgør et trafikalt knudepunkt i centrum af Jammerbugt Kommune. Aabybro ligger cirka 15 km væk fra Aalborg, hvor store dele af trafikken fra Jammerbugt og tætliggende kommuner ledes henimod. Pandrup, Saltum og Løkken bidrager med trafik fra nord. Brovst, Fjerritslev og Thisted fra vest. Se figur 2.1.



Figur 2.1. Kort centreret ved Jammerbugt Kommune, kommunegrænser markeret med grå streger. Kortet viser med sorte linjer de primære trafikveje til gennemkørende trafik, heriblandt motorvej E39 og E45. Byer med indbyggertal på over 1500 er vist på kortet som polygoner [SDFE, 2020]

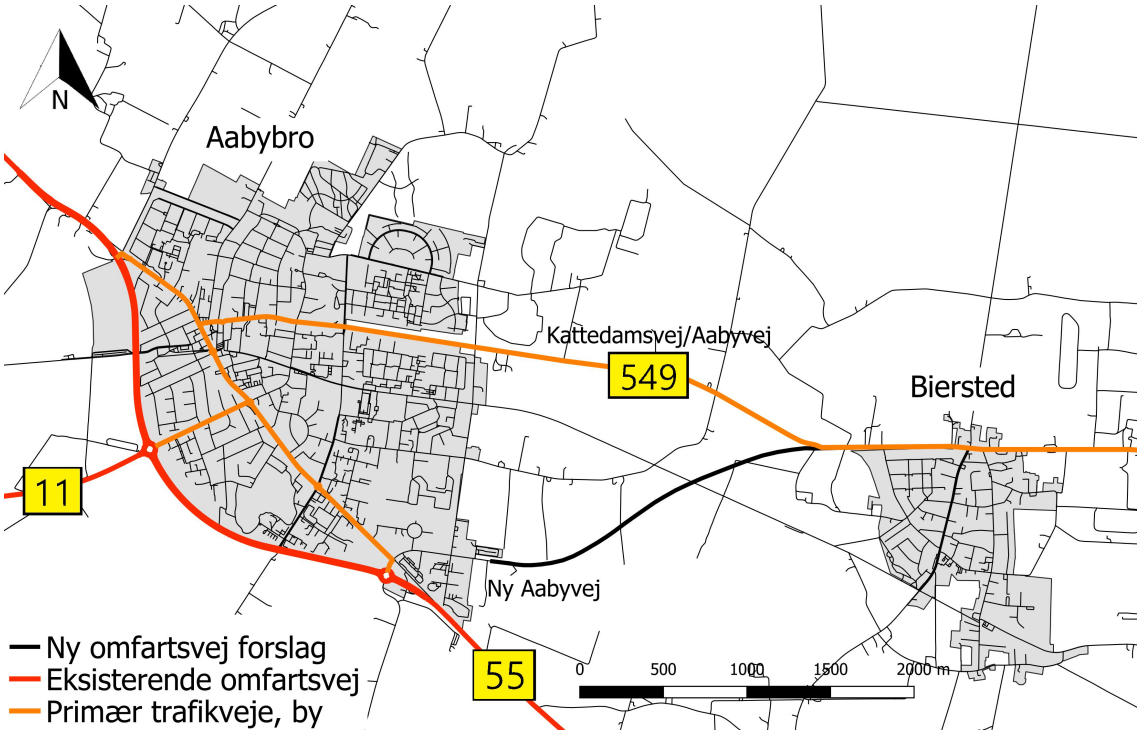
Knudepunktsproblematikken har i forvejen betydet, at det tidligere Nordjyllands Amt har anlagt en 2-sporet omfartsvej vest om byen. Omfartsvejen flytter den nord og sydgående trafik rundt om byen, men der endnu ikke er anlagt et anlæg til flytning af øst- og vestgående trafik. Et anlæg, der i højere grad bliver relevant i takt med den overordnede udvikling af Danmark og den interne byudvikling i Aabybro. Vest for Aabybro er der placeret adskillige arbejdspladser i anstændige pendler distancer samt motorvejen, E39, der åbner fremkommelige ruter op på kryds og tværs af Danmark, se evt. figur 2.1. Samtidigt er der i Jammerbugt Kommune arbejdspladser, der producerer trafik fra hosliggende kommuner.

Vejene der igennem Aabybro benyttes til gennemkørsel er i forvejen stærkt belastet af kommunal- og lokaltrafik til og fra skole og arbejde. Trafikmængden har store konsekvenser for fremkommeligheden i byen såvel trafiksikkerheden, her især bløde trafikanter omkring skoleruterne [Kommune, 2017b]. Ligeledes skaber den gamle omfartsvej en barriere mod vest, hvilket tvinger byudviklingen til at bevæge sig mod øst. Aabybro er den by i Jammerbugt, der i øjeblikket har flest byudviklingsprojekter, hvilket også stiller skærpede krav til trafiknettet i byen [Kommune, 2019].

Allerede i år 2003 blev en omfartsvej øst om Aabybro vedtaget som en del af Nordjyllands amts vejstrategi, og den har i mange år tidligere været et ønske fra den tidligere underlagte kommune. [Stiftstidende, 2004]. Tidligere vejchef fra amtet udtaler følgende i år 2004:

> "En omfartsvej ved Aabybro er med i vores prioritering af anlægsbudgettet, men der er endnu ikke sat dato på udførelsen, og det betyder, at det bliver efter 2007"[Stiftstidende, 2004].

Ligeledes er den nye omfartsvejen en del af Masterplan Aabybro fra 2011 [Kommune, 2011a] og Helheldsplan17 fra 2017 [Kommune, 2017b]. Vejen ønskes placeret som en udvidelse af Ny Aabyvej i det sydlige Aabybro med tilslutning på Aabyvej tæt på Biersted mod øst, se figur 2.2. Dette vil lede trafikken rundt om byen, igennem industrikvartet, og videre mod motorvej E39.



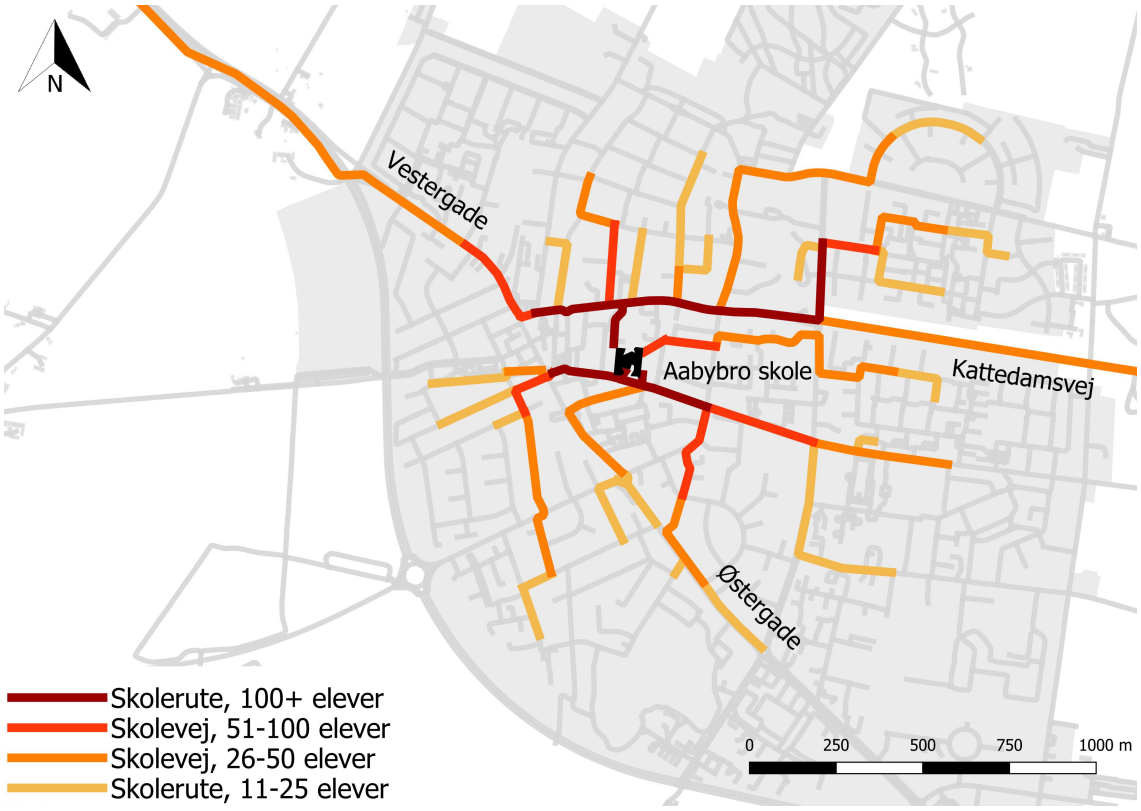
Figur 2.2. Figuren viser det overordnede vejnet i og omkring Aabybro, hvor omfartsvejen og de største veje er markeret (<ÅDT). Heriblandt forslaget til den nye omfartsvej [SDFE, 2020] [Kommune, 2011a]

Del I

Foranalyse

Problemanalyse 3

Jammerbugt Kommune har en vision om, at borgerne skal kunne færdes sikkert og trygt på kommunens veje og stier. Aabybro har pr. 2019 5,841 indbyggere, hvor 25% er børn i alderen 0-16 år[Kommune, 2019], De fleste af disse har gang i byens skoler samtidigt med, at skolerne tiltrækker elever fra nabobyerne. Aabybro Skole har cirka 1,100 elever [Skole, 2020], Aabybro Friskole har cirka 150 elever[Friskole, 2020] og Aabybro efterskole har cirka 220 elever[Efterskole, 2020]. Derudover viser en fremskrivning af befolkningstallet, at den procentmæssige del af børn i alderen 0-16 vil stige betydeligt i Jammerbugt Kommune frem til 2035[Kommune, 2019]. Trafikmængden og antallet af skoleelever skaber derfor bekymringer blandt kommunen såvel som forældre og borgere. Der er taget nogle forbehold de seneste år, heriblandt signalregulering af cykel- og gangovergange og bedre cykelstier langs veje. I høringsprocessen for Helhedsplan 2017 blev der indsendt mange forespørgselser og bekymringer. Heriblandt fra bestyrelsen af hallen, DGI Huset, i nærheden af skolen, der opfordrer kommunen til at tage yderligere tiltag for at komme problemet til livs.



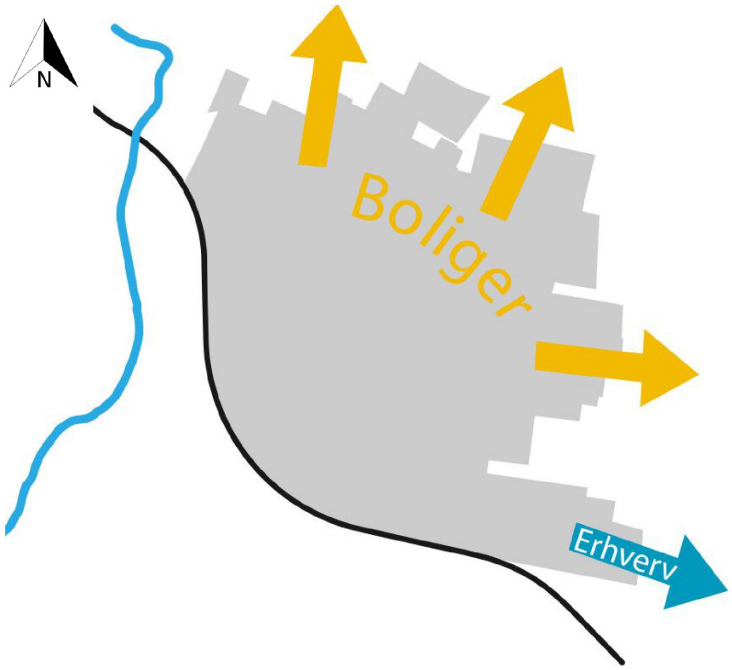
Figur 3.1. Figuren viser skoleruterne til Aabybro Skole i år 2010 samt hvor trafikkerede de er,[Kommune, 2010a] [SDFE, 2020]

COWI lavede i år 2010 en skolevejsanalyse i Aabybro, hvor de estimerede hvor skoleruterne var samt hvor mange elever, der benyttede dem, se figur 3.1. Fra syd bevæger eleverne sig meget langs lokalveje eller stier med enkelt krydsninger på hovedveje. To af ruterne bevæger sig langs den sydlige del af Østergade, der dog har cykelstier med niveau adskillelse. Den nordlige del af Aabybro har derimod mange krydsninger af Kattedamsvej og meget færdsel herpå [Kommune, 2010a]. Kattedamsvej har cykelsti i samme niveau som vejen, se figur 3.2. På figuren ses også, at der er et fodgængeroverfelt med krydsningshelle.

Figur 3.2. Billedet viser Kattedamsvej fra vest ved stikrydsningen til skolen [SDFE, 2020]

Siden skolevejsanalysen er den gamle skole blevet revet ned til fordel for to nye. På Kattedamsvej ligger indskoling og mellemtrinnet, og på en indfaldsvej, Aaby Søndre Gade, ligger udskolingen. Der henvises til afsnit 4.1. Siden 2009 er antallet af elever steget fra 658 elever til 1100 elever [Kommune, 2009]. Det stigende elevantal giver anledning til større trafikmængder på skoleruterne. Derudover har trafikstrømmene ændret sig mod Aaby Søndre Gade, hvor der på strækningen forventes at være over op imod 100 elever mere end på figur 3.1. Utrygheden og chancen for uheld i byen forventes derfor også øget betydeligt.

I Jammerbugt Kommune i år 2010 udgjorde 25 % af tilskadekomne i trafikuheld lette trafikanter, heriblandt skolebørn. De samfundsøkonomiske udgifter for en personskade i forbindelse med et trafikuheld er ifølge en rapport fra Jammerbugt Kommune på 2 355 000 kr [Kommune, 2010b].
Derudover har Jammerbugt Kommune visioner om at udvikle byen yderlige frem til 2030, se figur 3.3. Bydudviklingen vil skabe større trafikmængder og øge antallet af elever.



Figur 3.3. Figuren viser Aabybro som en polygon, hvor der herpå er markeret hvor der forventes byudvikling samt typen. Figuren er et udklip fra Masterplan Aabybro [Kommune, 2011a]

Der blev i år 2011 holdt et borgermøde omkring Masterplan 2011. På mødet blev trafikken på Kattedamsvej diskuteret og hertil løsninger, der senere er blevet vedtaget. Omfartsvejen er i mindre grad blevet diskuteret, men der er udtalelser om, at den vil løse store problemer med trafikmængder på Knøsgaardvej og Torngaardsvej. Ligeledes blev der under besigtigelse af Knøsgaardvej truffet to beboere, der mente, at en omfartsvej vil aflaste strækningerne [Kommune, 2011b].

En anden udtalelse fra borgermødet bygger på, at der skal tænkes stort fra starten. Omfartsvejen skal laves med bredde vejbaner, fortov og cykelstier [Kommune, 2011b].

I forbindelse med Helhedsplan 2017 er der lavet et dokument med tilhørende høringssvar, Hvidbog17 med høringssvar til Helhedsplan17 [Kommune, 2017b]. Heri fremgår især problemet med skoleruterne. En enkelt borger har skrevet følgende:

- "*Det er derfor essentielt, hurtigst muligt at få etableret den nye forbindelsesvej, Ny Aabyvej til Biersted* - Finn Jantzen, pens. ingeniør [Kommune, 2017b]

Trafikmængden og det stigende elevtal vil på sigt forøge antallet af personskader, og det er derfor essentielt, at der tages de nødvendige forbehold.

Trafikanalyse 4

Det vil i kapitlet blive analyseret på det nuværende vejnet. Hvordan det fordeler trafikken igennem byen samt hvordan trafikstrømmene vil ændre sig ved anlæggelsen af en ny omfartsvej. Analysen tager udgangspunkt i trafiktællinger udført af Jammerbugt Kommune, egne iagttagelser i marken samt en trafiktælling udført af rapportens forfatter.

4.1 Vejnetsanalyse

Vejnetsanalysen skaber et overblik over de mest trafikerede veje i og omkring Aabybro. Analysen giver læseren et indblik i Aabybro og det omkringliggende vejnet. Samtidigt dannes der baggrund for beregning af fremtidigt trafik og dimensionering af en evt. omfartsvej.

Det kommunale og regionale vejnet

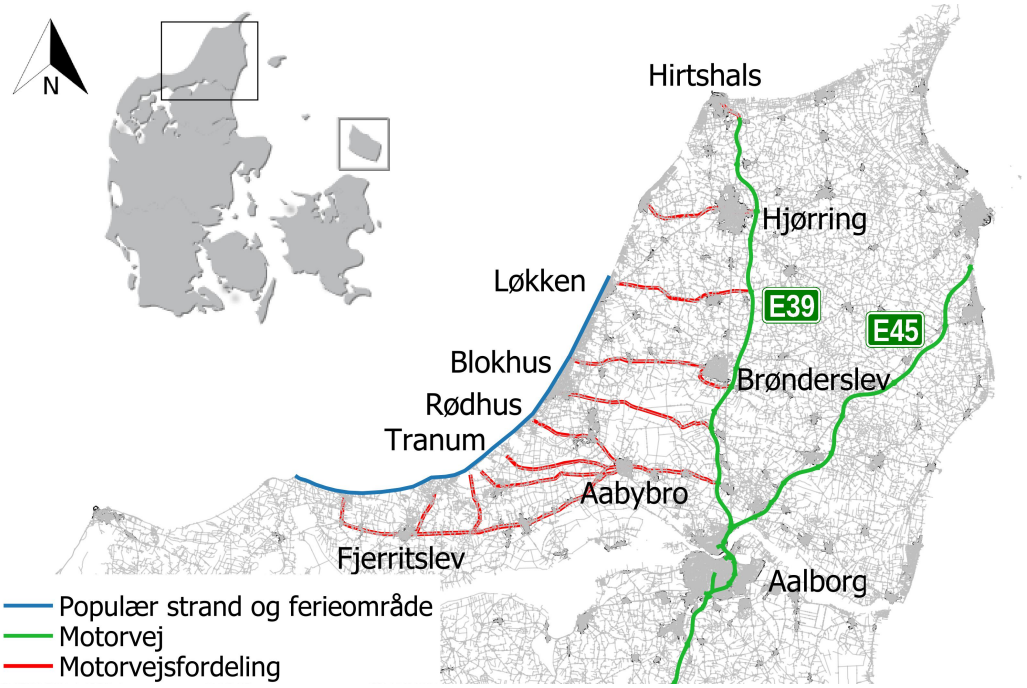
Det overordnede vejnet i Jammerbugt Kommunes primære funktion er at fordele trafikken i et lokalt og regionalt omfang, Fordelingen af trafikken kan primært deles op i tre dele, lokaltrafik, arbejds-/boligtrafik og ferietrafik. . Bolig-/arbejdstrafik er kørsel til og fra arbejde, hvor pendlerruterne fra Jammerbugt hovedsageligt går til og fra Aalborg. Ifølge tal fra år 2019 er der 10,092 personer ud af 17,837 personer der bor og arbejder i Jammerbugt Kommune. Resterende 7,745 personer pendler ud af kommunen, heraf pendler 4,635 personer til Aalborg. Dermed pendler cirka 26 % af Jammerbugts arbejdsstyrke til Aalborg [Kommune, 2019]. Samtidigt betyder det, at udpendlingen til Aalborg er større end den samlede indpendling til Jammerbugt på 3,600 pendlere [Kommune, 2019].

Indpendlingen sættes i forbindelse med Aabybro, Pandrup, Brovst og Fjerritslev, der hver har indflydelsesrige industriområder. Samtidigt forventes det, at området øst for motorvej E39, se 4.2, har en effekt på pendlertrafikken, byerne Vestbjerg og Vodskov nævnes.

Ferietrafikken sættes i forbindelse med de store sommerhusområder langs vestkysten i byerne Blokhus, Rødhus, Tranum mm.. I år 2018 havde Jammerbugt kommune cirka 1,6 millioner turister, heriblandt tyske og norske turister. Der formodes, at meget af denne turproduktion har udspring i motorvej E39, der forbinder sejlruter til Norge i Hirtshals og forbinder Nordjylland til Syddanmark og Tyskland. Mod vest fra Motorvej E39 udspringer fem vejstrækninger, der videre fordeler trafikken fra motorvejen mod vestkysten, se figur 4.1. Samtlige strækninger blev opgraderet i forbindelsen med anlæggelsen af motorvej E39.

Det er vurderet, at ændringer på strækningerne vil give anledning til omdirigering af trafikken, da hver strækning betjener hvert sit område. Områdets størrelse afhænger især af fremkommeligheden på ruterne. Såfremt en rute bliver hurtigere eller langsommere vil trafikstrømmene ændre sig. Der skelnes mellem to typer trafikstrømændringer, den langsomme ændring og den hurtige ændring.

Den langsomme ændring kan skyldes tilegnet lokalkendskab over tid, og vil typisk være rutineprægede borgere/pendlere. Ligeledes vil GPS-systemer typisk ikke blive straks opdateret, hvilket vil lede, typisk ferietrafik, videre imod den tidligere hurtigste rute. Den hurtige ændring kommer fra de borgere, der har kendskab til vejsystemet og straks oplever/ser potentialet. En ny-anlagt vej vil typisk også være præget af ekstra trafik som følge af imødekommende æstetik og komfort selvom alternativet er hurtigere. Problematikken bliver senere anvendt til beregning af fremtidigt trafik.



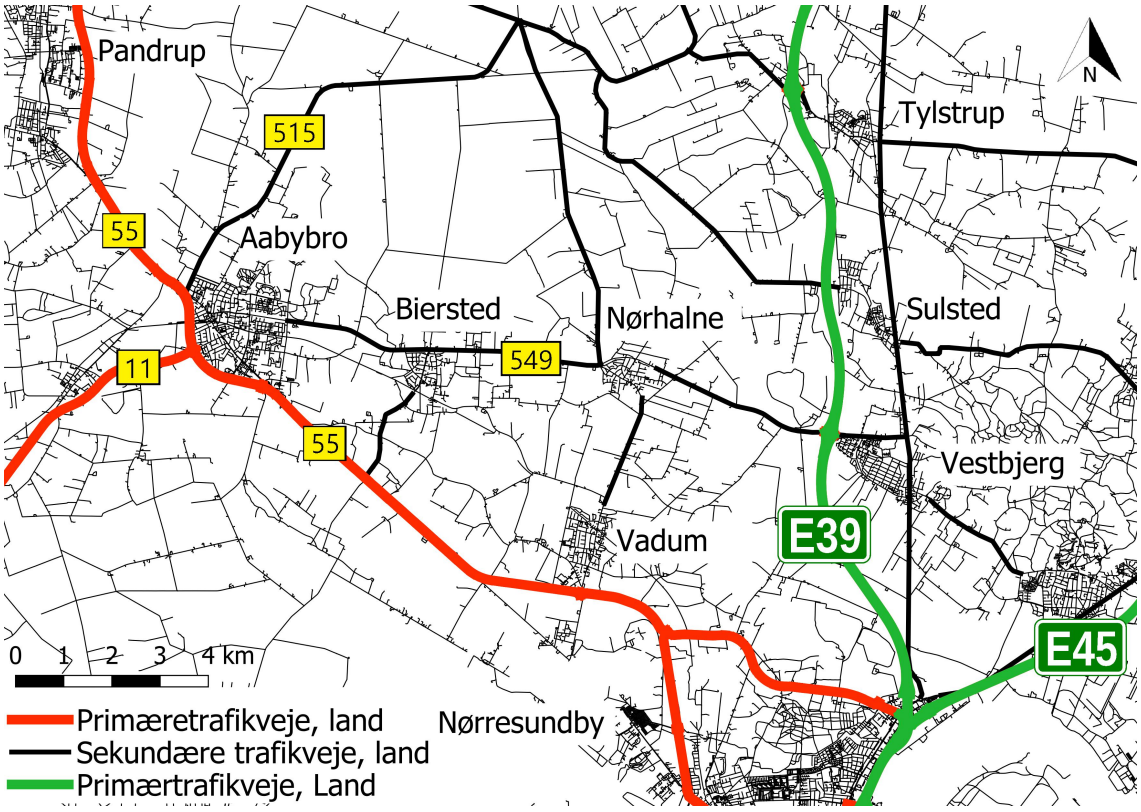
Figur 4.1. Figuren viser de vejer der hovedsageligt forsyner Motorvej E39 fra vest. Strækningen der forbinder Aabybro med motorvejen er rute 549. [SDFE, 2020]

Det landlige vejnet

Det landlige vejnet omkring Aabybro består af to primære gennemfartsveje mod vest og to sekundære fordelingsveje mod øst, se figur 4.2. De to primære trafikveje er Rute 55 og Rute 11, heriblandt omfartsvejen om Aabybro. Rute 55 forbinder Aalborg i syd med byerne mod nord, og har en en ÅDT på cirka 10,100 biler nord for Aabybro, og efter tilslutning med rute 11 og Aabybro syd for byen en ÅDT på cirka 14,500 biler [Kommune, 2020].

Rute 11 forbinder Aabybro med Fjerritslev mod vest, og har en ÅDT på cirka 9,100 biler. Brogaardsvej fra Nord (55), Thisted Landevej fra vest (11), og Aalborgvej (55) samles i midten af omfartsvejen via en rundkørsel, se figur 4.4.

Den ene fordelingsvej, rute 515, fører trafikken nordøst om byen, og giver en forbindelse til de nordøstlige byer, Brønderslev og Tylstrup samt Motorvej E39. Denne vej er ikke fordelagtig mod Aalborg pga. dens nordøstlige retning. Vejen har en ÅDT på cirka 2,200 biler, målt i år 2020 [Kommune, 2020]. Adgangen fra statsvejnettet sker igennem et t-kryds.



Figur 4.2. Figuren viser primære og sekundære veje omkring Aabybro. Derudover er alle rødt markerede strækninger en del af statsvejnettet, hvor blå markerede veje er kommuneveje.[SDFE, 2020]

Den anden fordelingsvej mod øst er rute 549, tidligere omtalt Kattedamsvej og Aabyvej, der forbinder Aabybro med Biersted, Nørhalne, Vestbjerg og motorvej E39. Vejen er fordelagtig for hurtig adgang til det østlige Nordjylland samt hurtig forbindelse til Motorvejen og Aalborg. Vejen har en ÅDT på omkring 4,400 biler. målt i år 2018 [Kommune, 2020].

Adgangen fra statsvejnettet sker igennem Aabybro. Fra Aabybro er der dermed to ruter til Aalborg, rute 55 og rute 549.

Rute 55 går udenom Aabybro, hvor der skabes tre indgange til Aabybro, to rundkørsler og en primærkanalisering. Den nordligste adgang til byen er igennem en primærkanalisering, og giver adgang til Toftegaardsvej (515) samt Vestergade i Aabybro. Den vestlige adgang samler rute 55 og rute 11 i en rundkørsel, og giver adgang til Birkelsesvej i Aabybro. Den sydlige rundkørsel er en del af rute 55, og giver adgang til byen via Ny Aabyvej og Østergade.

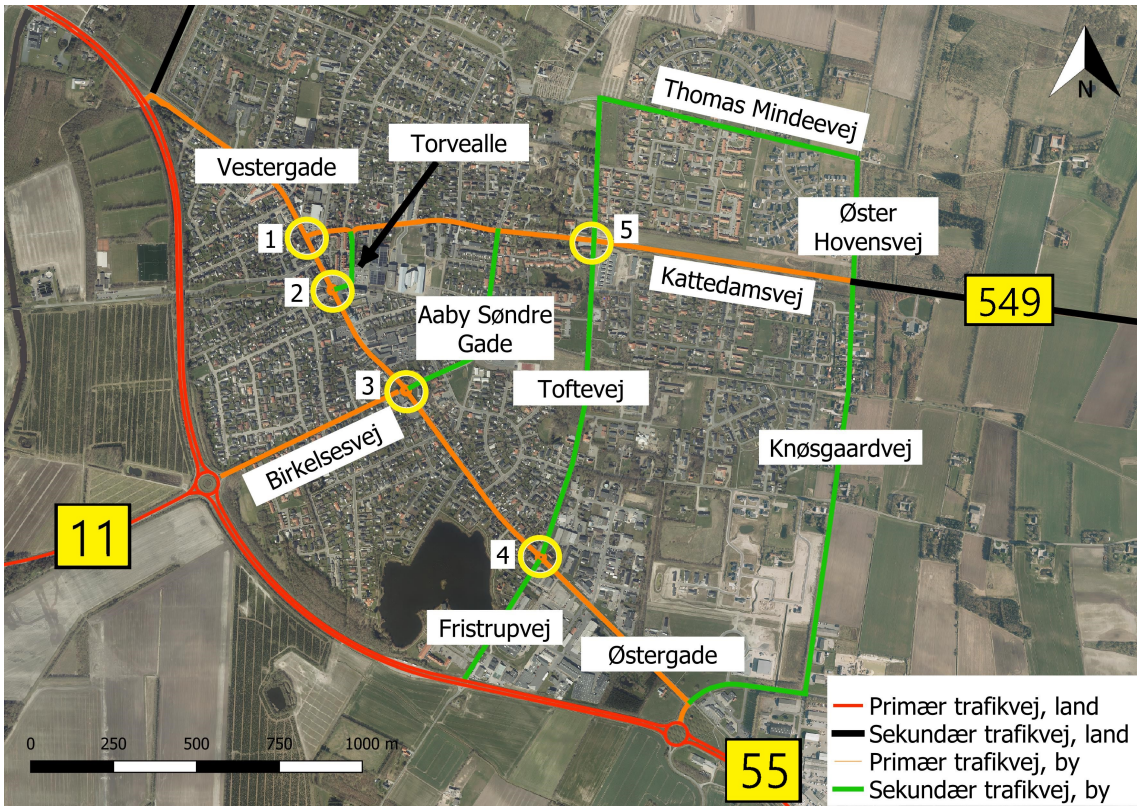
Byens interne vejnet

De primære trafikveje i Aabybro består af Vestergade, Østergade, Kattedamsvej og Birkelsesvej. Østergade og Vestergade (hovedgaden) skærer igennem midtbyen fra den nordvestlige til den sydlige del af byen. Der hvor de to strækninger mødes tilsluttes Kattedamsvej mod øst via et t-kryds, markeret med 1 på figur 4.3. På Kattedamsvej er Aabybro udskoling og mellemtrin placeret. For at holde hastigheden nede er der placeret to vejbump og en fodgænger overgang.

På hovedgaden er der placeret tre rundkørsler, hvor der tilsluttes primære og sekundære trafikveje. Rundkørslernes placering kan ses på figur 4.3, markeret med gul cirkel fra 2-4.

Ved den første rundkørsel fra nord tilsluttes Torvealle. En kort sekundær trafikvej, hvorpå der er placeret en svømmehal, idrætshal, busterminal og afsætningsplads til Aabybro Skole.

Ved den anden rundkørsel fra nord tilsluttes Birkelsesvej mod vest og Aaby Søndre Gade mod øst. Birkelsesvej har direkte forbindelse til omfartsvejen. Vejen er dog præget af chikaner og hævede køreflader for sænkning af hastigheden, og det er ifølge Jammerbugt Kommune ikke en primær trafikvej [Kommune, 2011a]. Pga. vejens høje trafiktal vurderes vejen dog i rapporten som en primær trafikvej. På Aaby Søndre Gade mod øst er udskolingen for Aabybro Skole placeret samt adgang til Aabybro centret.



Figur 4.3. Figuren viser primære og sekundære trafikveje i Aabybro. Derudover er alle rødt markerede strækninger en del af primære gennemfartsveje på landet, hvor sort markerede veje er fordelingsveje på landet. På figuren er der med gul cirkel markeret rundkørsler, t-kryds og signalregulerede kryds beskrevet i ovenstående tekst. [SDFE, 2020]

Ved den tredje rundkørsel fra nord tilsluttes Toftevej mod nordøst og Fristrupvej mod sydvest, begge er sekundære trafikveje. På toftevej befinder der sig stikveje til Kommune kontoret, Aabybro Friskole, børnehave, brandstation og socialpsykiatrisk boform. Vejen fortsætter over Kattedamsvej, hvor der i løbet af de sidste par år, pga. øgede trafikmængder, er anlagt et signalreguleret kryds ved overgangen, markeret med 5 på figur 4.3.

Mod sydvest på Fristrupvej er der direkte forbindelse til nordgående spor på omfartsvejen (11). Vejen er præget af industri og erhverv, heriblandt Hotel Søparken og TV2 Nord. Der forefindes ingen trafiktal for vejen, men det antages, at det meste trafik ankommer fra Østergade frem for omfartsvejen. Derudover en lille andel trafik i forhold til de primære vejstrækninger. På figur 4.3 ses vejene tegnet ind på et ortofoto over Aabybro, og på tabel 4.1 ses oversigten over Jammerbugts Kommunes årsdøgnstrafik for vejstrækningerne.

Alle de tidligere nævnte primære og sekundære veje er alle præget af hastigheds nedsænkede foranstaltninger. Dette er med til at øge sikkerheden for byens mange skoleelever og andet blød trafik. Samtidigt gør det byen mindre attraktiv for sivetrafikanter.

I byens østlige yderkant ligger Knøsgaardvej, der tidligere var en gennemfartsvej igennem byen Knøsgaard. En mindre by, der hovedsageligt bestod af huse langs Knøsgaardvej. I takt med Aabybros udvikling er Knøsgaard blevet en del af Aabybro, hvor der f.eks. er lavet en stikvej fra Knøsgaardvej ind til et boligområde. Det betyder dog også, at byens borgere er blevet utilfredse med den ekstra trafik [Kommune, 2017b]. Knøsgaardvej bliver på nuværende tidspunkt brugt af sivetrafikanter som en omfartsvej rundt om Aabybro og som en gennemfartsvej til genbrugspladsen i den sydlige del af Aabybro. Jammerbugt Kommune har derfor lavet chikaner samt et parkeringsforbud for tunge køretøjer over 20,000 kg. Ved besigtigelse er der samtidigt konstateret vejskader, der kan skyldes den øgede trafikbelastning på Knøsgaardvej, hovedsageligt sætningsskader.

Vej	**Type**	**ÅDT**	**Årstal for måling**
Vestergade	Primær trafikvej	N/A	
Østergade Nord	Primær trafikvej	5.034	2020
Østergade Syd	Primær trafikvej	4.331	2020
Kattedamsvej	Primær trafikvej	4.251	2019
Birkelsesvej	Primær trafikvej	3.360	2020
Torvealle	Sekundær trafikvej	N/A	
Aaby Søndre Gade	Sekundær trafikvej	1.961	2019
Toftevej Syd	Sekundær trafikvej	1.964	2019
Toftevej Nord	Sekundær trafikvej	2.013	2020
Fristrupvej	Sekundær trafikvej	N/A	
Knøsgaardvej	Sekundær trafikvej	941	2020
Øster Hovensvej	Sekundær trafikvej	N/A	
Thomas Mindevej	Sekundær trafikvej	N/A	

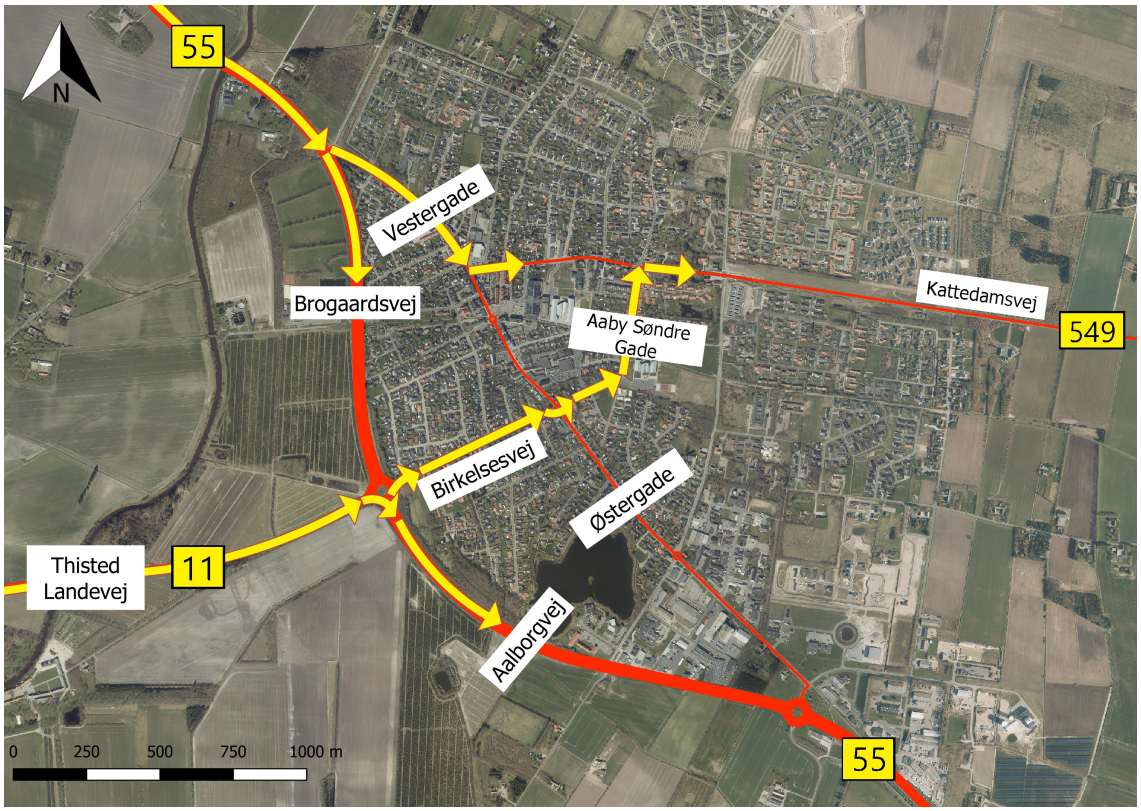
Tabel 4.1. Tabellen viser en oversigt over primære og sekundære trafikveje i Aabybro samt deres ÅDT og måleår. \citep{Trafiktal

4.2 Ruteanalyse

I det følgende vil de korteste ruter fra nord og vest mod Aalborg blive præsenteret. Ruterne er opmålt i QGIS og besigtiget, hvor den korteste/nemmeste rute er valgt.

Fra rute 55 nord for Aabybro er der to muligheder. Enten fortsætte langs Aalborgvej (55) eller køre fra en primær kanalisering på Aalborgvej over det modsatte kørespor og ind på Toftegaardsvej (515), herfra igennem Aabybro langs Vestergade og videre på Kattedamsvej mod motorvej E39, se figur 4.4. På ruten igennem byen foretages tre venstresving, et højresving og en evt. venteperiode ved signalreguleret kryds ved udkanten af Aabybro (Kattedamsvej). Ruten betegnes *den nordlige byrute.*

Fra Thisted Landevej (11) vest for Aabybro er der to muligheder mod Aalborg. Enten vælges den første afkørsel i rundkørslen mod Aalborg rute 55 eller så vælges anden afkørsel i rundkørslen ind imod Aabybro. Den anden rute fører ind på Birkelsesvej og videre på Aaby Søndre Gade for at afslutte på Kattedamsvej mod motorvej E39. Byruten indebærer to rundkørsler, tre chikaner og evt. ventetid ved et signalreguleret kryds og én signalreguleret overgang. Ruten betegnes *den vestlige byrute.*

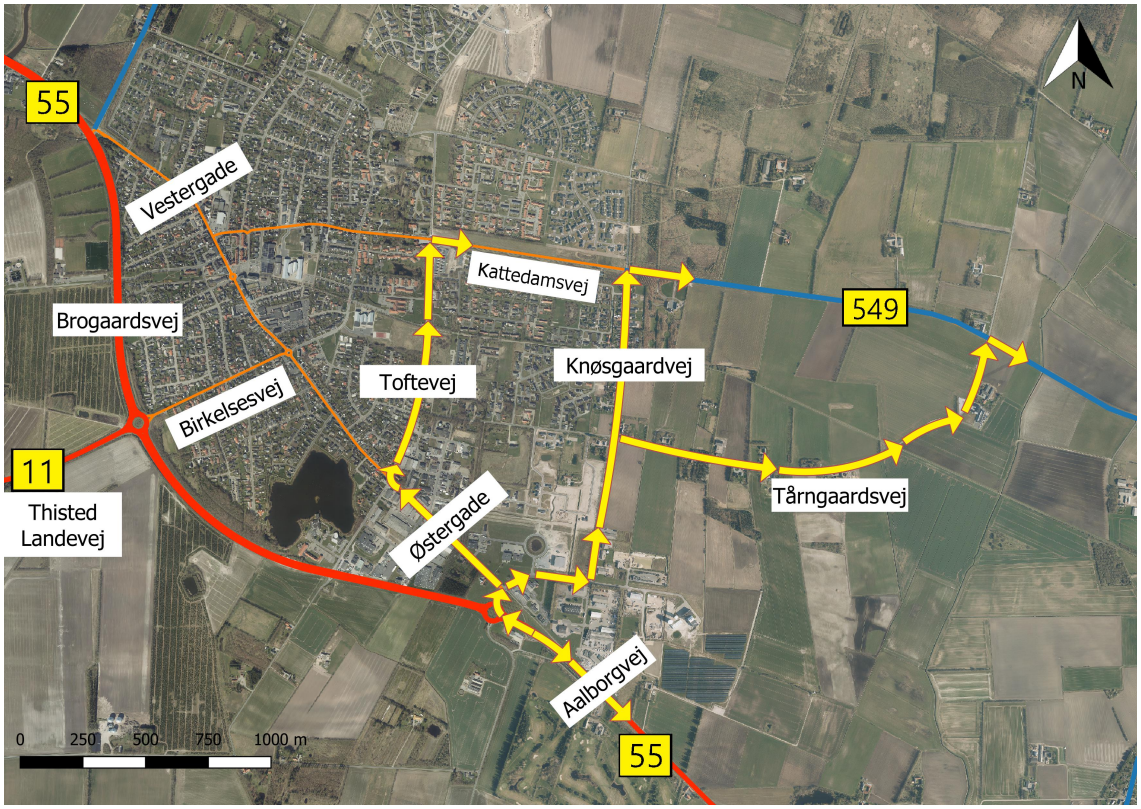


Figur 4.4. Figuren viser den nordlige byrute fra den nordlige del af rute 55 samt den vestlige byrute fra rute 11. Rød markering viser primære by- og landeveje og gul markering viser ruterne. Ruterne der fortsættes langs omfartsvejen (Brogaardsvej og Aalborgvej) viser den alternative omfart om byen. [SDFE, 2020]

Fra Aalborgvej (55) syd for Aabybro er der fire muligheder til Aalborg. Første mulighed er at fortsætte langs Aalborgvej imod Aalborg. Den anden mulighed er at køre langs Aabyvej

videre på Knøsgaardvej og ind på Kattedamsvej mod motorvej E39. Ruten indebærer et venstre sving mod Knøsgaardvej og to chikaner samt et vejbump igennem Knøsgaard. Ved den tredje mulighed drejes der af kort inden Knøsgaard by, hvor der køres ind på en lokalvej, Tårngaardsvej med en bredde på 4,3 m. Disse ruter betegnes *alternativ rute 1 og 2.*

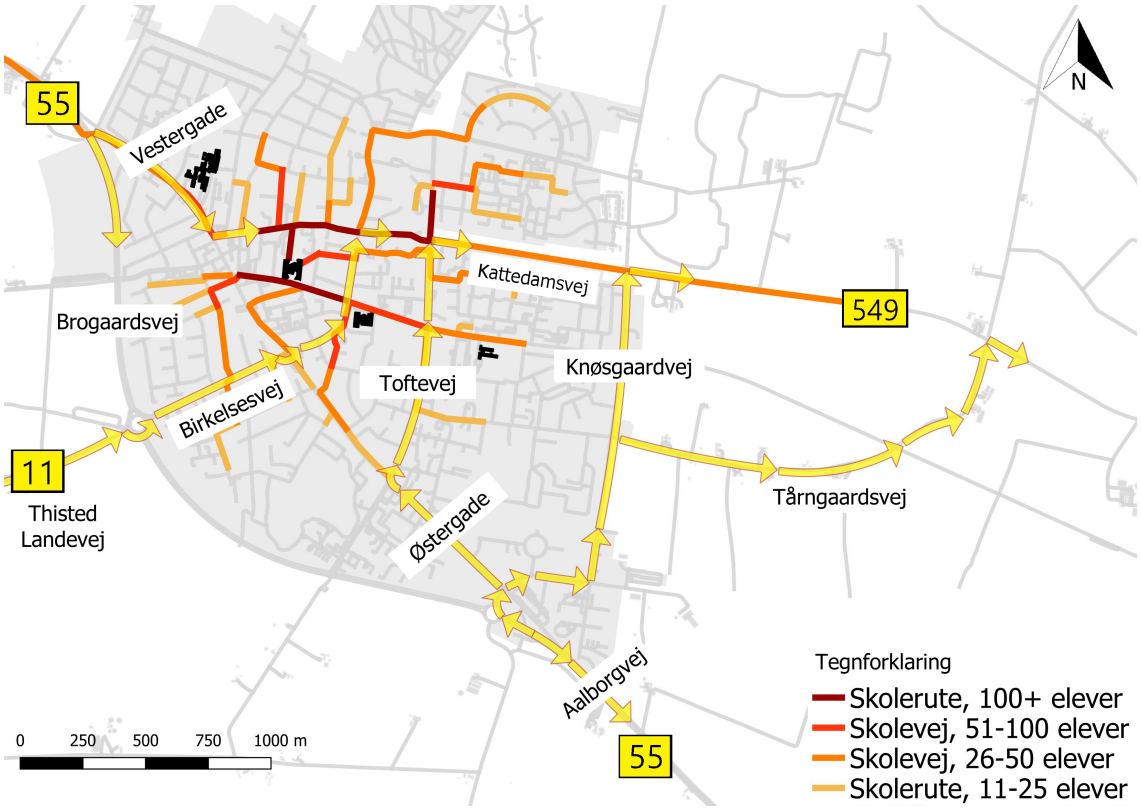
Den tredje mulighed er at køre ind i Aabybro langs Østergade, hvor den første afkørsel i rundkørslen benyttes mod Toftevej og videre på Kattedamsvej. Ruten indebærer et venstre sving ind mod Østergade, en rundkørsel, 4 vejbump på Toftevej og et signal reguleret kryds ved Kattedamsvej. Denne rute betegnes *den sydlige byrute*



Figur 4.5. Figuren viser den nordlige by- og omfartsrute fra toppen af billedet samt den vestlige by- og omfartsrute fra venstre side af billedet. Rød markering viser primære by- og landeveje og gul markering viser ruterne [SDFE, 2020]

På figur 4.6 er skolerute analysen fra 2010 placeret sammen med ruterne for sivetrafikken. På figuren ses det tydeligt, at der opstår problemer langs Kattedamsvej, især fra den vestlige og nordlige byrute. Den nordlige byrute skaber øget trafik langs Vestergade, hvor cykelkørsel foretages i vejkanten. Den vestlige byrute møder skoleovergange på Birkelsesvej og på Aaby Søndre Gade. Den sydlige byrute møder overgange på Toftevej.

Derudover ses placeringen af de andre skoler i Aabybro, der hver har deres egne skoleruter, dog ikke markeret på figur. Den vestlige rute har konflikt med udskolingen på Aaby Søndre Gade. Den nordlige rute har konflikt med efterskolen på Vestergade, og den sydlige rute med Aabybro Friskole på Toftevej.



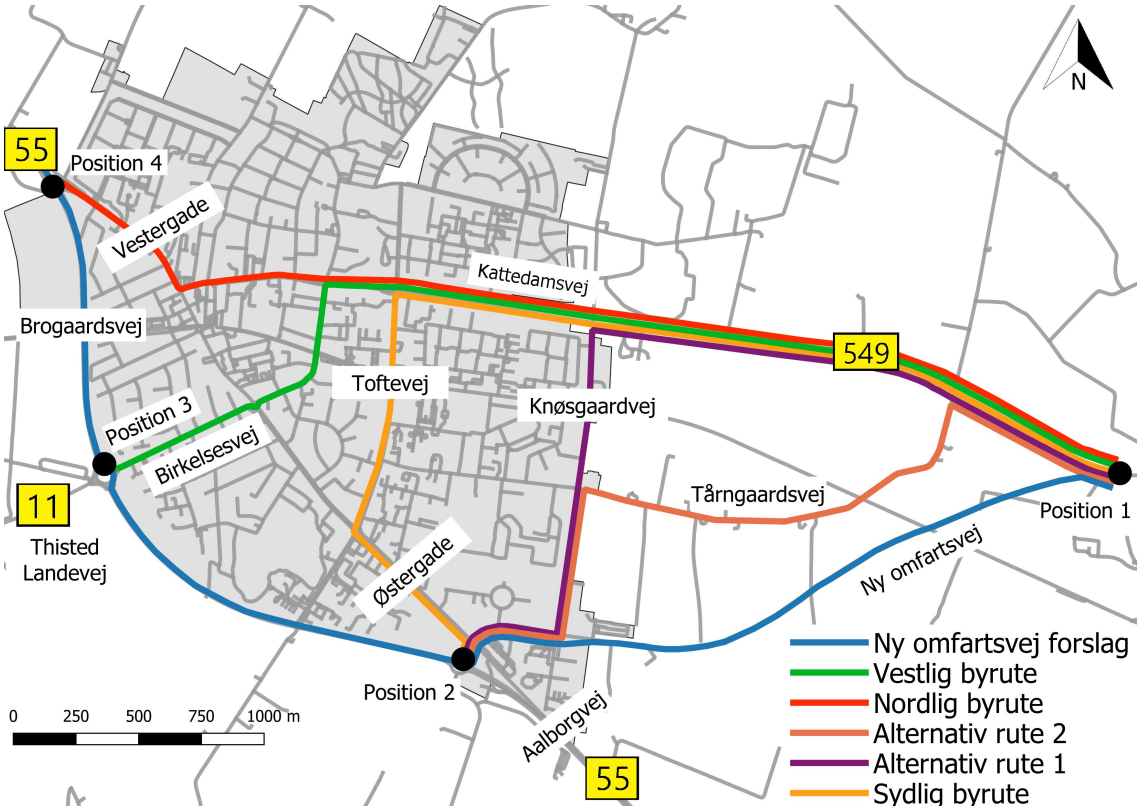
Figur 4.6. Figuren viser skoleruterne (tal fra 2009) til Aabybro skole samt ruterne benyttet af sivetrafikanter. På figuren er også tilføjet sorte figurer, der illustrerer placeringen af, fra venstre, Aabybro Efterskole, Aabybro indskoling og mellemtrin, Aabybro udskoling samt Aabybro Friskole [SDFE, 2020]

Det kan konkluderes, at sive-trafikruterne igennem byen skaber konflikt med skoletrafikken, hvilket ikke er optimalt i henhold til Jammerbugt Kommunes visioner.

Gennemkørselstid

Rutevalget afhænger især af tidsforbrug, imens afstand, trafiksikkerhed samt æstetik spiller en mindre rolle [Vejdirektoratet, 2000].

Ruterne er derfor blevet analyseret på deres gennemkørselstid og sammenlignet med en evt. ny omfartsvej. Dette gøres for, at få et billede af hvilke sivetrafikanter, der vil benytte omfartsvejen ved anlæggelse. På figur 4.7 ses gennemkørselsruterne, hvorpå der er fundet en gennemkørselstid. Gennemkørselstiderne er fundet i tidsrummet 9-12 i løbet af mandag d. 24 februar og onsdag d. 26 februar. Tidspunktet er valgt for netop at undgå spidstimerne, hvor resultat er meget afhængigt af trafikken. Der er på ruterne så vidt muligt forsøgt at køre efter forholdene. Hastighedsgrænser er blevet overholdt, og efter kryds eller hastighedsnedsænkende foranstalninger er der blevet accelereret op til den lokale hastighedsbegrænsning. Bilen anvendt er en VW Passat 2,0 TDI fra 2015.



Figur 4.7. Figuren viser ruterne, der er blevet kontrolleret samt deres betegnelser. Derudover viser figuren positionerne hvor ruten går imellem, disse er markeret med et sort punkt. [SDFE, 2020]

Gennemkørselstiden for omfartsvejen er fundet ved at køre fra omfartsvejens foreslåede tilslutnings punkt på Ny Aabyvej til position 2, 3 og 4, se figur 4.7. Gennemkørselstiden på selve omfartsvejen er fundet ved kørselslængden af omfartsvejen med en gennemsnitshastighed på 70 km/t (taget højde for accelerationstid og hastighedsnedsættelse inden byskilt). Der antages, at adgangen til omfartsvejen sker via en primærkanalisering på Aabyvej med en ventetid på 20 sekunder. Forslaget til en ny omfartsvej er opmålt til 1,5 km ved hjælp af QGIS. Dermed en gennemkørselstid på 77 sek , hvilket med ventetid i kryds er 97 sek . Opsamling på tiderne kan ses på tabel 4.2.

	Gennemkørselsanalyse udført d. 24 og 26 februar		Udført af: Magnus Yde Højgaard	
	Rute	**Start**	**Slut**	**Tid (min)**
	Ny omfartsvej, 1	Position 1	Position 2	2:25
	Ny omfartsvej, 2	Position 1	Position 3	3:28
	Ny omfartsvej, 3	Position 1	Position 4	4:13
	Vestlig byrute	Position 1	Position 3	5:20
	Nordlig byrute	Position 1	Position 4	5:32
	Alternativ rute 1	Position 1	Position 2	4:30
	Alternativ rute 2	Position 1	Position 2	4:29
	Sydlig byrute	Position 1	Position 2	5:23

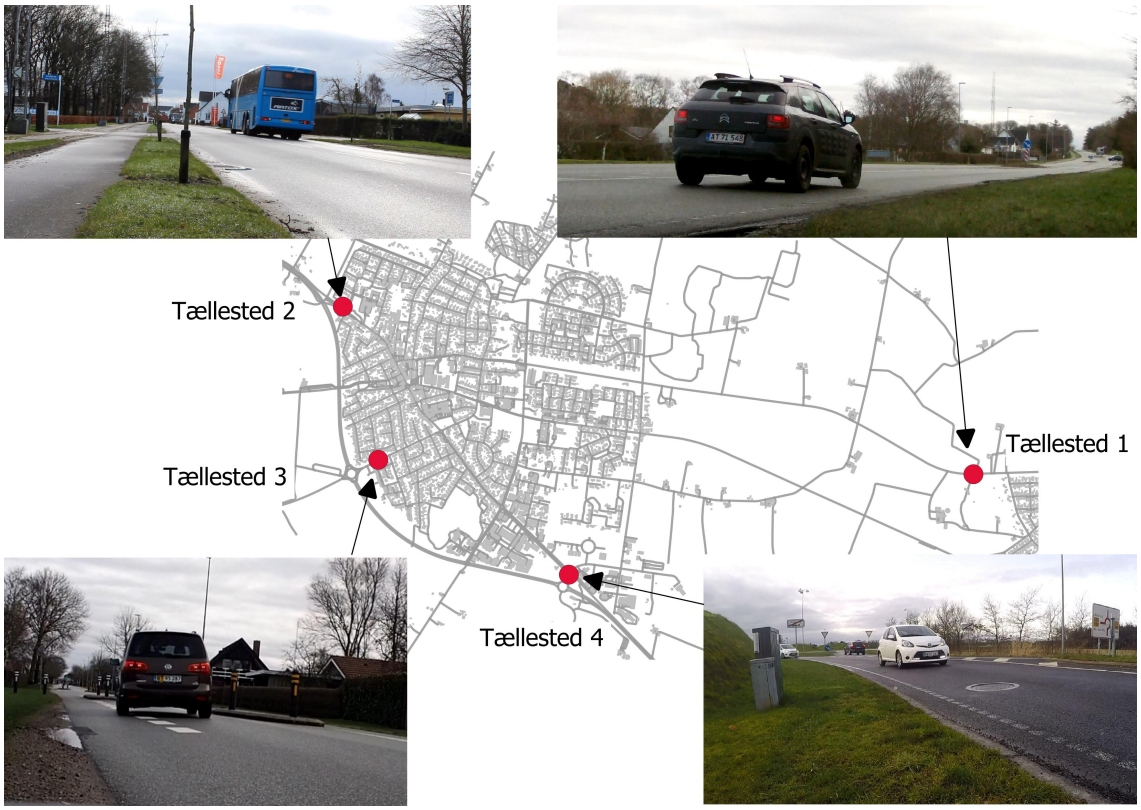
Tabel 4.2. På tabellen ses start position og slut position på de forskellige ruter, der er blevet kørt. Derudover ses tiden brugt på gennemkørsel. Tallene for Ny omfartsvej 1, 2 og 3 er dog et skøn.

Ud fra tabel 4.2 kan det konkluderes, at det vil være væsentligt hurtigere at benytte en ny omfartsvej frem for køre igennem byen. I stedet for at benytte de alternative ruter vil der kunne spares 120 sek ved at bruge omfartsvejen. Ved den nordlige byrute spares der 75 sek og ved den vestlige spares der 112 sek. Det kan derfor vurderes, at sivetrafikken fra alle ovennævnte ruter vil have tendens til at benytte en ny omfartsvej, såfremt de er klar over tidsbesparelsen. Tendensen afhænger også af vejen geometriske udformning, trafiksikkerhed og æstetik.

4.3 Trafiktælling

Det er foretrukket, at pendlere benytter statsvejnettet på langdistance ruter (regional trafik), men det er ikke tilfældet for mange bilister omkring Aabybro. De kører af statsvejnettet ud på kommunale veje for at igen køre på statsvejnettet. Disse trafikanter betegnes igennem Aabybro for *sivetrafikanter*

For at finde ud af, hvor mange trafikanter der kører af statsvejnettet og benytter det kommunale vejnet er der foretaget en trafiktælling i marken.



Figur 4.8. Figuren viser lokationer, hvor der er blevet foretaget videooptagelser til nummerpladeskrivning samt et udklip fra de enkelte optagelser. [SDFE, 2020]

Registreringen af trafikanter foretages ved at registrere de køretøjer, der kommer ind og ud af Kattedamsvej, Ny Aabyvej, Vestergade og Birkelsesvej. Køretøjer hvis gennemsnit ligger væsentligt over gennemsnittet vil blive sorteret fra, da der antages, at de har ærinde i byen. Der er valgt, at sortere alle køretøjer med en gennemkørselstid på over 10 min fra

baseret på gennemkørselstider fra afsnit 4.2. Personbiler og varevogne er noteret som P, lastbiler som som L og sættevognstoge som S.

Tidsintervallet hvori trafiktællingen er udført er mellem kl. 14 og 18. Tidspunktet er valgt for at få et repræsentativt overblik over bolig-/arbejdstrafik igennem Aabybro samt de øvrige trafiktyper der forekommer. Morgentrafikken er vurderet til at give et usikkert billede af sivetrafikandelen, da gennemkørselstiden om morgenen for ærindekørsel, her især afsætning af skolebørn, vil være tæt på gennemkørselstiden for sivetrafikanter. Om eftermiddagen vil dette ikke blot være en hurtig afhentning i vejsiden.

Positionerne er valgt ud fra, at sivetrafikken fra starten af disse veje vil have tendens til at benytte den nye omfartsvej, se afsnit 4.2. Fristrupvej, der også har adgang til og fra rute 55 er ikke medtaget, da der ikke er observeret megen trafik herpå under besigtigelse. Der erkendes dog, at efterfølgende beregninger og vurderinger vil være i underkanten af realiteten, da der forventes en trafikmængde i ukendt mængde på strækningen.

Registreringen er udført som en snittælling med nummerpladeregistreringer, hvor der på hver af de ovennævnte veje er placeret et kamera samt en kameraansvarlig til fokusindstilling, batteriskift mm. Inden trafiktællingen er der blevet foretaget besigtigelse på vejene for at finde en lokation, der gav gode udsynsforhold og gode sikkerhedsforhold for de kameraansvarlige. Derudover er datoen valgt i henhold til vejrudsigter. Lokationerne kan ses på figur 4.8 og på tabel 4.3 ses kameratypen på lokationerne.

Nummerpladeskrivning udført d. 26/02/2019 Lokation: Aabybro, Jammerbugt Kommune			Tælleansvarlig: Magnus Yde Højgaard	
Tællested nr.	**Tællested**	**Retning**	**Kamera**	**KameraAnsvarlig**
1	Aabyvej	Øst	Medion Life x47030	Inger Villadsen, Pens.
2	Vestergade	Sydøst	Canon eos600D	Andreas Albers, AAU
3	Birkelsesvej	Nordøst	Olympus Pen	Magnus Y. Højgaard, AAU
4	Ny Aabyvej	Sydvest	GoPro Hero 3	Kristian Johnsen, AAU

Tabel 4.3. Tabellen viser en oversigt over kameraerne anvendt på de forskellige tællesteder samt den kameraansvarlige

Fejlkilder

Under trafiktællingen er der forekommet fejl, der kan have haft en betydning for det endelige resultat. Fejlkilderne fremgår af bilag A.1.

4.3.1 Årsdøgnstrafik

For at få en forståelse af trafikfordelingen igennem byen ønskes årsdøgnstrafikken (ÅDT) bestemt for de valgte strækninger. Trafiktypen på de udvalgte veje er valgt som bolig-arbejdstrafik pga. tælletidspunktet, andelen af tung trafik og lokalkendskab. Derudover, er der i trafiktællingen bemærket en tydelig forskel på mængden af biler pr. time. Derfor vurderes der, at området har morgen- og eftermiddagsspidstimer.

Personbiler og varevogne er opregnet med personbilsækvivalens med en stigning på 0 promille svarende til 1,0, og lastbiler er opregnet med 1,6 [Vejdirektoratet, 2006a].

Udregninger findes i bilag A.2. Resultater i personbilenheder (pe) findes i tabel 4.4.

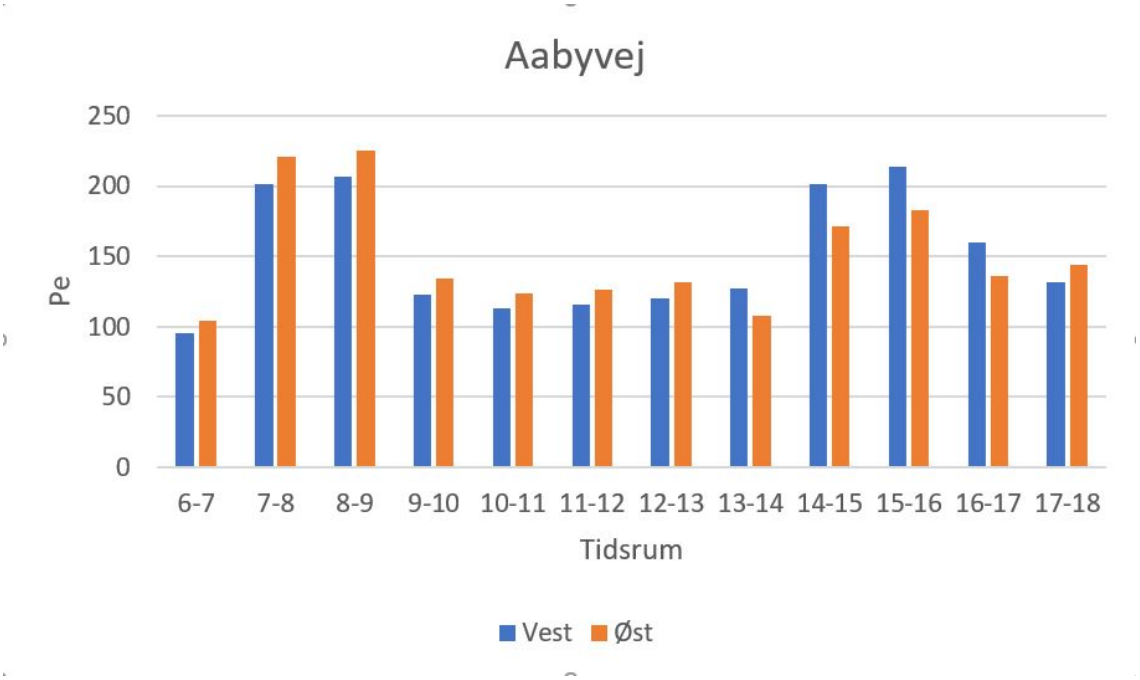
Vejstrækning	Antal biler i tælleperioden	ÅDT (pe)
Aabyvej	1.604	4.463
Vestergade	722	2.009
Birkelsesvej	1.183	3.292
Ny Aabyvej	1.734	4.825

Tabel 4.4. Tabellen viser antallet af biler mellem kl. 14-18 d. 26 februar 2019 på de talte strækninger samt deres opregnede ÅDT

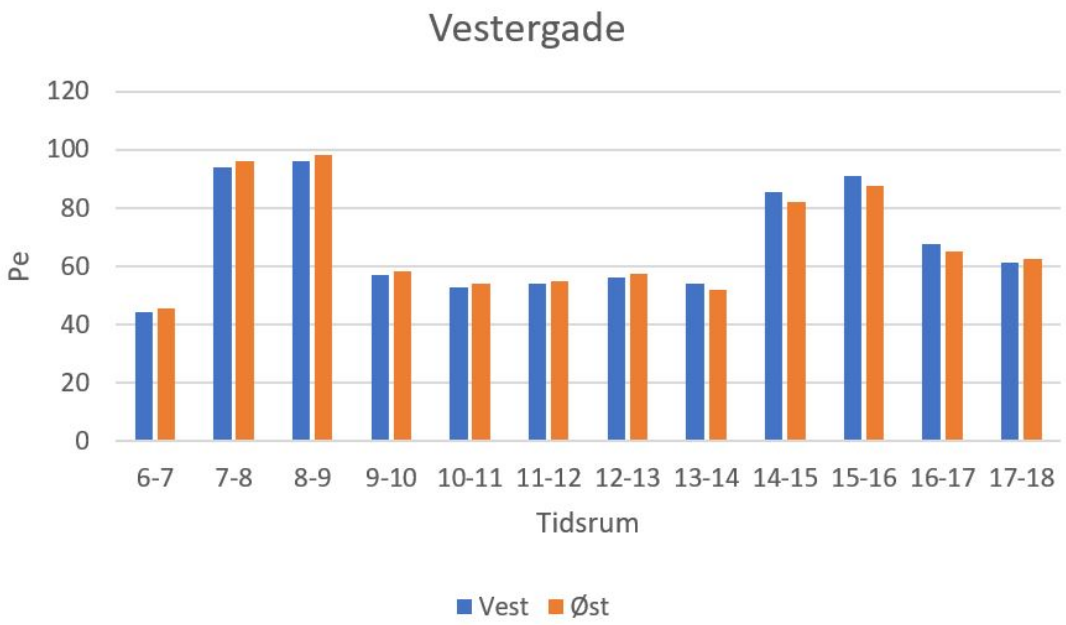
På tabel 4.4 ses, at den mest trafikkerede vej er Ny Aabyvej efterfulgt af Aabyvej. Træfiktællingen på Ny Aabyvej repræsenterer dog en mindre strækning mellem den sydlige rundkørsel og kanaliseringen ind på Østergade i Aabybro.

Der ses også, at Vestergade er mindre trafikeret end Birkelsesvej, hvilket ikke er optimalt i henhold til Jammerbugt Kommune, der definerer Birkelsesvej som en sekundærvej trafikvej og Vestergade som en primær trafikvej [Kommune, 2011a]. På figur 4.9, 4.10, 4.11 og 4.12 ses retningsfordelingen på strækningerne. Fordelingen er lavet på baggrund af bolig-/arbejdstrafik og fordelingen fra trafiktællingen. I tidsrummet for tællingen er mængden af vestgående og østgående trafik noteret. I vestlig retning i tidsrummet 14-18 er vestgående trafik på strækninger følgende:

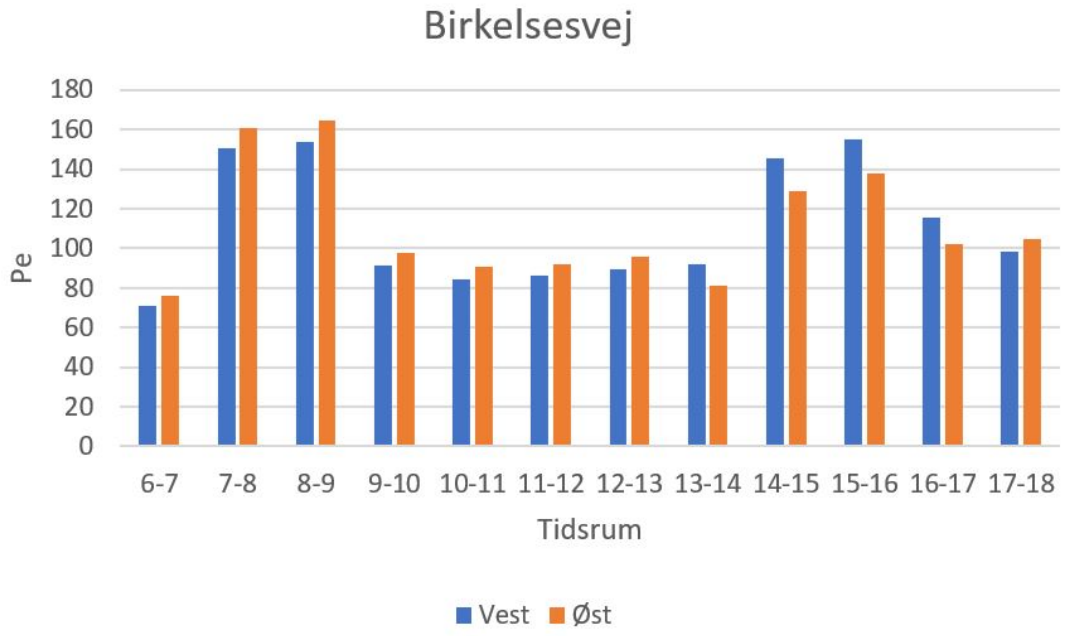
- Aabyvej, 54 %
- Vestergade 51 %
- Birkelsesvej 53 %
- Ny Aabyvej 49 %



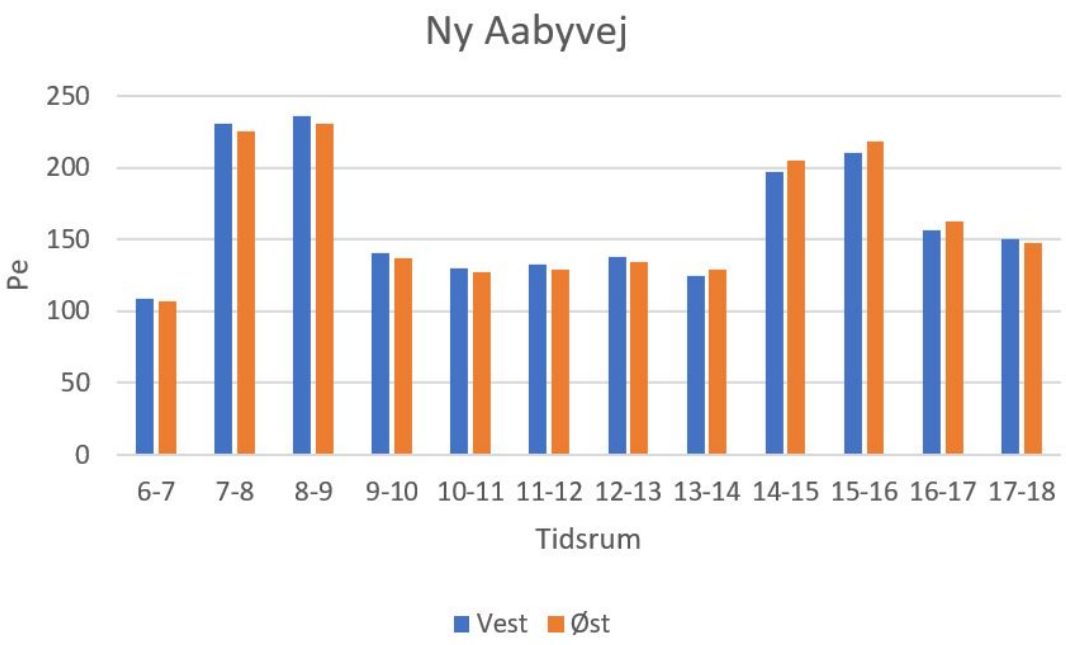
Figur 4.9. Figuren viser den formodede retningsfordelingen på Aabyvej i tidsrummet 6-18



Figur 4.10. Figuren viser den formodede retningsfordelingen på Vestergade i tidsrummet 6-18



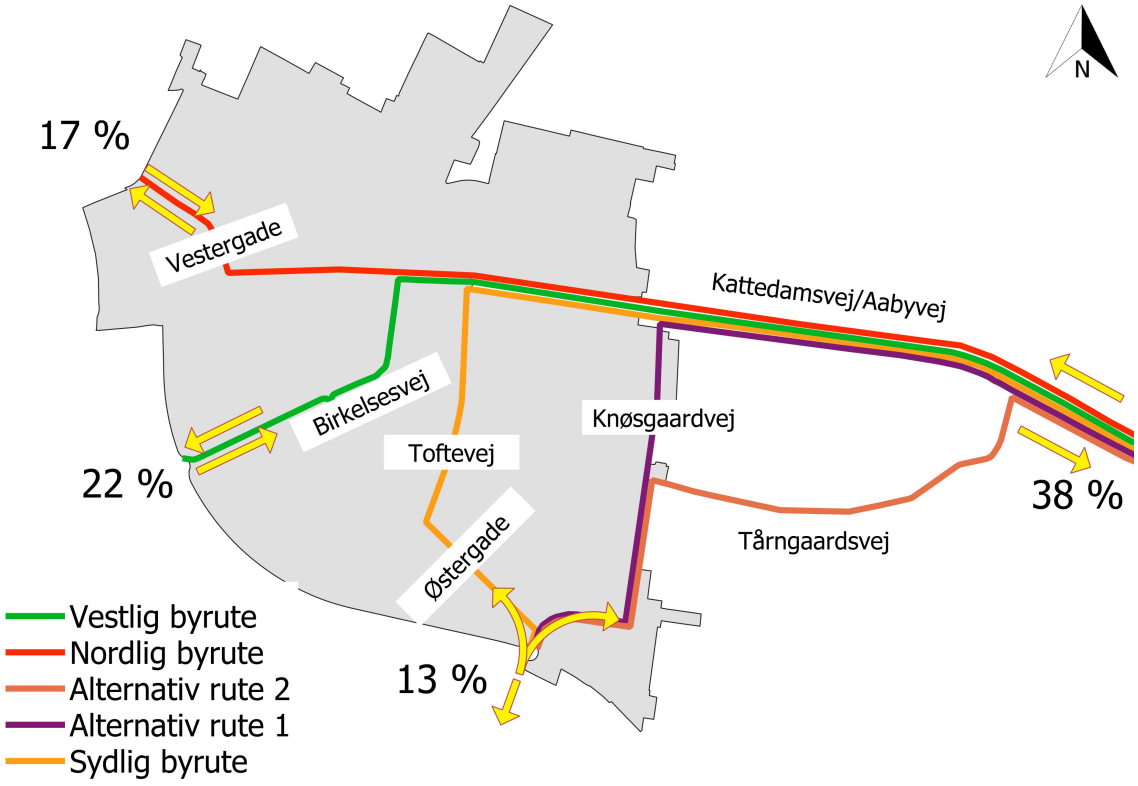
Figur 4.11. Figuren viser den formodede retningsfordelingen på Birkelsesvej i tidsrummet 6-18



Figur 4.12. Figuren viser den formodede retningsfordelingen på Ny Aabyvej i tidsrummet 6-18

4.3.2 Sivetrafikanter

Andelen af sivetrafikanter er fundet ved hjælp af udarbejdede datasæt fra trafiktællingen. Der er i alt blevet udarbejdet fire datasæt, et for hver vejstrækning. Datasættet fra Aabyvej sammenlignes individuelt med de tre resterende datasæt for at bestemme, hvor stor en trafikandel kommer fra eller mod øst. Eksempel på fremgangsmåde i Microsoft Excel kan ses i bilag A.4. Andelen af sivetrafik opmålt for hver retning på hver strækning er repræsentativt for tidsrummet kl. 14-18, hvor der antages, at trafikken vil være modsatrettet i løbet af en morgentrafik. Figur 4.13 viser derfor andelen af sivetrafik fra ÅDT'en på strækningen over hele døgnet i begge retninger for Ny Aabyvej, Vestergade og Birkelsesvej.



Figur 4.13. Figuren viser den procentmæssige del af sivetrafik ind og ud af Aabybro for Vestergade, Birkelsesvej og Ny Aabyvej [SDFE, 2020].

På tabel 4.5 ses mængden af biler i døgnet, der kan betegnes som sivetrafik.

Vejnavn	**ÅDT (pe)**	**Andel sivetrafik (%)**	**Antal biler (pe)**
Aabyvej	4.464	38	1.692
Vestergade	2.037	17	342
Birkelsesvej	3.292	22	724
Ny Aabyvej	4.825	13	627

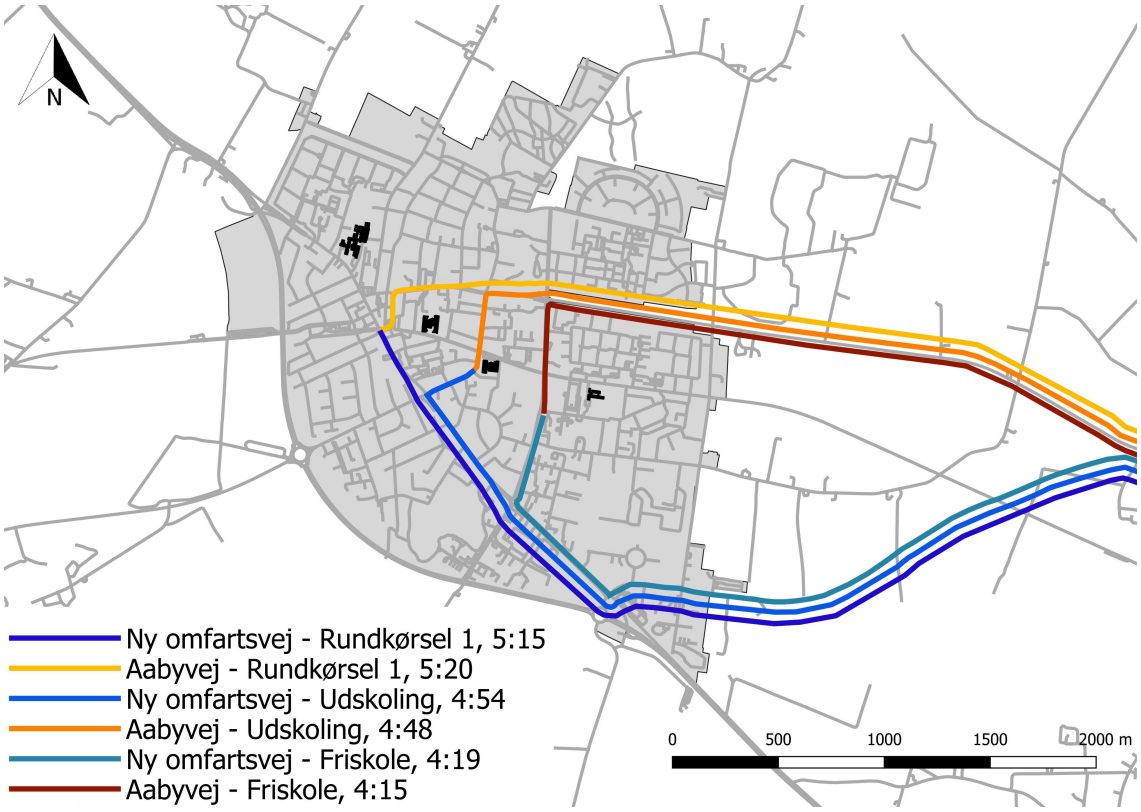
Tabel 4.5. Tabellen viser det antal af biler, der kan betegnes som sivetrafik igennem Aabybro på de fire talte vejstrækninger. Procentværdien er fundet igennem den respektive strækningsÅDT.

4.3.3 Ærindetrafik

Ærindetrafikken i byen skønnes at være den trafik som ikke er sivetrafik. Ærindetrafik indebærer også bolig-/arbejdstrafik såfremt billisten bor i Aabybro. Mængden af trafik der vil påvirke omfartsvejen vil kunne findes igennem Aabyvej. I henhold til tabel 4.5 findes mængden af ærindetrafik til 62 % (2768 pe).

For at finde den mængde ærindekørsel på Aabyvej, der vil have indflydelse på en ny omfartsvej, er der blevet fundet kørselstider i marken. Kørslen starter på Aabyvej ved begyndelsen til den nye omfartsvej og slutter ved interessepunkter i Aabybro, heriblandt skoler, butikker og rundkørsler. Kørseltiderne er fundet med henblik på at dele byen op, således det er muligt at give et kvalificeret bud på mængden af ærindekørsel på

omfartsvejen. Tiderne er fundet i tidsrummet 9-12 i løbet af tirsdag d. 25 februar. Fremgangsmåden er som beskrevet i afsnit 4.2. Gennemkørselstid på den nye omfartsvej er i henhold til afsnit 4.2 97 sek . Knøsgaardvej og Tårngaardsvej er ikke inkluderet i analysen. På figur 4.14 er mest brugbare ruter vist.



Figur 4.14. Figuren viser kørte ruter samt kørselstiden. Kørselstiderne for omfartsvejen er et skøn. Skoler er vist med sorte polygoner [SDFE, 2020].

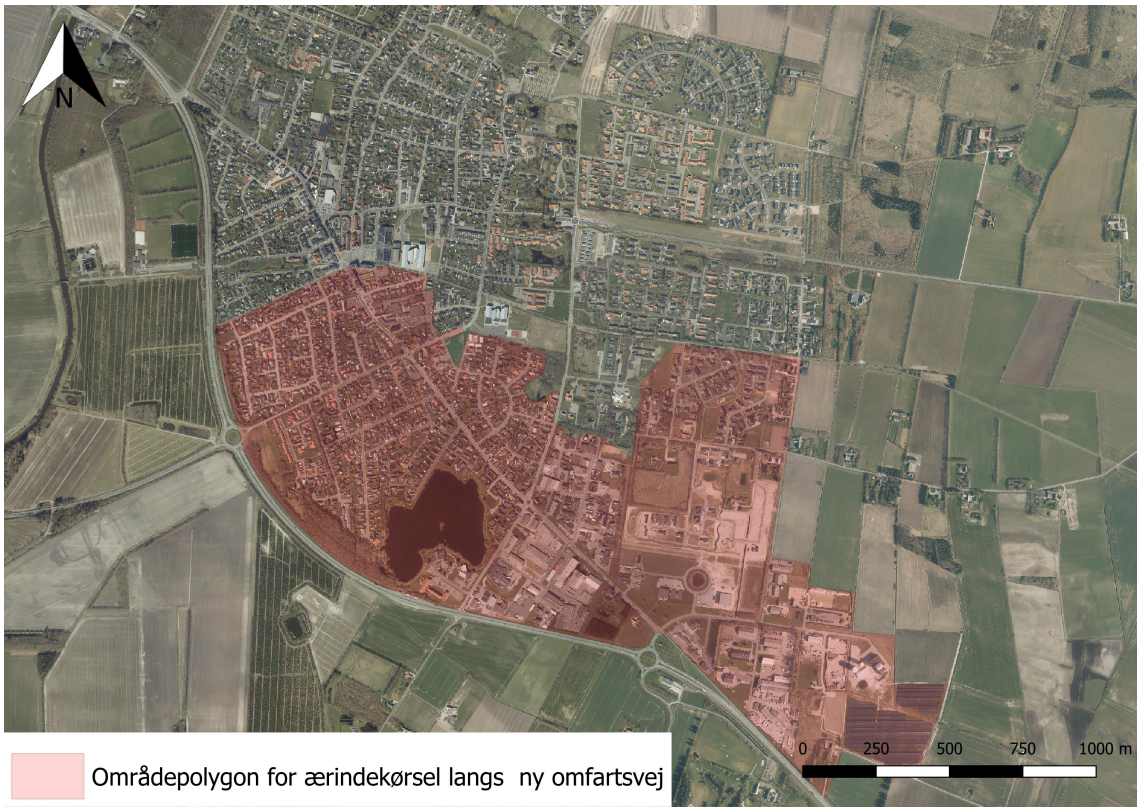
Figur 4.14 viser, at der sker et skel i byen mellem Kattedamsvej og Østergade. Skellet sker ved friskolen, udskolingen og rundkørsel 1. Forskellen i kørselstiderne i de pågældene interesseområder ligger mellem 4 sek og 6 sek. Det er derfor vurderet, at byen kan deles op i to. Et område som vil betjene billister med ærindekørsel fra den nye omfartsvej, samt et område der vil betjene ærindekørsel fra Aabyvej, der skelnes mellem *det nordlige område* og *det sydlige område*. Der er i henhold til vurderingen af ærindetrafik taget hensyn til at interessesteder på grænsen mellem de to områder vil blive benyttet af både en ny omfartsvej og Aabyvej. På ligevis er der taget hensyn til den usikkerhed, der opstår i krydset mellem omfartsvejen og Aabyvej, hvor der kan forventes ventetid på en af ruterne afhængigt af krydsvalg.

På figur 4.15 er området, der vil betjene omfartsvejen vist.

Det sydlige område indeholder industriområdet, heriblandt genbrugspladsen, samt størstedelen af dagligvarebutikker og detailbutikker. Centerområdet med dagligvare butikker er dog vurderet til at ligge på grænsen imellem de to områder.

Det nordlige område indeholder alle fire skoler, Dog er både friskolen og indskolingen vurderet til at ligge på grænsen imellem de to områder.

Den største forskel imellem de to områder er udskolingen og industrikvarteret. Disse to interesse områder vurderes til at tiltrække den samme mængde trafik, og da begge områder indeholder cirka samme antal boliger forventes det, at hvert område tiltrækker halvdelen af ærindetrafikken. Dermed et bidrag på 1,385 køretøjer til ÅDT af omfartsvej.

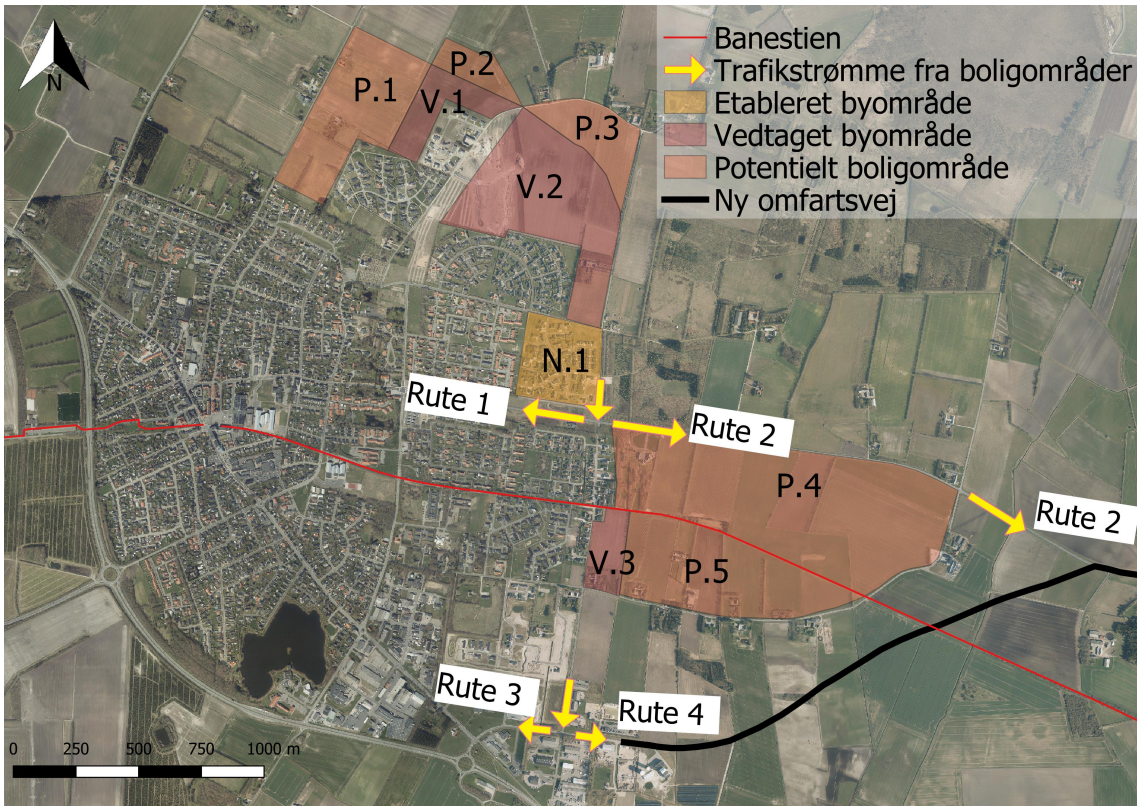


Figur 4.15. Figuren viser området som omfartsvejen vil betjene mht. ærindekørsel. [SDFE, 2020].

4.4 Byudviklingstrafik

Såfremt trafikken på den nye omfartsvej fremskrives er det vigtigt, at der tages hensyn til byens udvikling. På figur 4.16 ses de fremtidige boligområder, jævnfør Helhedsplanen fra 2017 udarbejdet af Jammerbugt Kommune [Kommune, 2017a]. Figuren viser både vedtagede boligområder samt potentiele byområder.

Det antages, at alle de på figur 4.16 viste områder bliver bebygget inden for 15 år. Dette vil betyde, at de har en indflydelse på omfartsvejen og krydset herpå. For at bestemme mængden af boliger er det valgt, at benytte samme mængde parcelhuse og lejligheder/rækkehuse pr. hektar som et nyt etableret boligområde i Aabybro, også vist på figur 4.16 som område N.1. Sammenligningen kan ses i tabel 4.6.



Figur 4.16. Figuren viser potentiele og vedtagede byområder samt et sammenlignelig allerede etableret byområde. Figuren viser også de ruter, der vil blive benyttet af beboerne i områderne samt den nye omfartsvej og banestien, der skærer igennem byen. [SDFE, 2020].

Område:	**N.1**	**P.1**	**P.2**	**P.3**	**P.4**	**P.5**	**V.1**	**V.2**	**V.3**
Antal hektar	**10**	20	4	8	52	28	7	28	5
Antal parcelhuse	**50**	100	20	40	260	140	35	140	25
Antal lejligheder	**25**	50	10	20	130	70	18	70	13

Tabel 4.6. Sammenlignen af hektar og parcelhuse for område N.1 med resterende områder

Det næste trin i undersøgelsen er at bestemme turrater pr. parcelhus og pr. lejlighed. Det har ikke været muligt at finde turproduktion specifikt for Jammerbugt Kommune. Derfor benyttes nationalt anerkendte data fra 1992 [Miljøstyrelsen, 1999]. Der anvendes en værdi for turproduktionen pr. lejlighed i sammenhængende byområder på 2,0 ture pr. døgn og for parcelhuse 3,5 ture pr. døgn. Værdien er gennemsnit for en hel uge. Det forventes, at 37,5 % er bolig-/arbejdstrafik, 33,3 % er bolig-/indkøbstrafik og 29,2 % er bolig-/fritidstrafik [Miljøstyrelsen, 1999].

Mængden af trafik, der vil have indflydelse på den nye omfartsvej, er bestemt igennem de ruter, der vil blive brugt fra områderne. På figur 4.16 ses ruterne, der antages at blive brugt. Rute 1 går ind imod Aabybro og vil være den foretrukne rute for indkøb og arbejde mod vest for områderne nord for Kattedamsvej. Rute 2 bruger rute 549 mod Biersted, motorvej E39 mm., og vil være en foretrukket udpendlingsrute for områderne nord for Kattedamsvej samt P.4. Rute 3 vil føre vest ad Ny Aabyvej ind mod Aabybro samt rute 55, og vil være den foretrukne indkøbsrute samt arbejdsrute mod vest for område V.3 og

P.5. Rute 4 vil benytte omfartsvejen, og vil være den foretrukne rute til udpendling for område V.3 og P.5.

Den samlede bolig-/arbejdstrafik forventes afviklet i henhold til mængden af udpendling og mængden af pendling internt i Jammerbugt benævnt i afsnit 4.1. Antagelser mht. til de tre trafiktyper nævnes:

- Det antages, at alt produceret trafik benytter rute 1, 2, 3 eller 4.
- Der antages, at alt udpendling (43 %) fra områderne sker mod øst og resterende pendling mod vest (57 %).
- Det antages, at alt bolig-/indkøbstrafik foregår i Aabybro midtby eller længere vest på.
- Det antages, at bolig-/fritidstrafik fordeler trafikken jævnbyrdigt (50 % mod øst og 50 % mod vest)

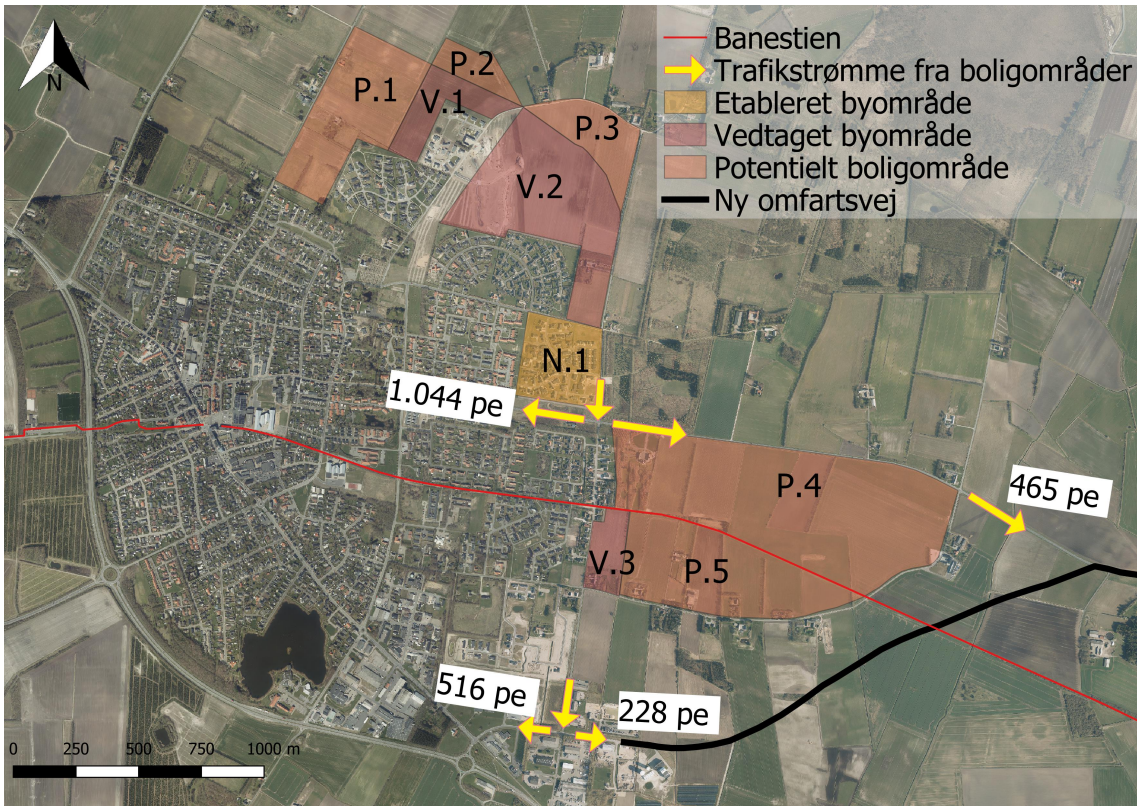
Den genererede turproduktion er blevet udregnet og ajourført i tabel 4.7 og 4.8. På figur 4.17 er den samlede produktionen fordelt på ruterne.

Område:		**P.1**	**P.2**	**P.3**	**P.4**	**P.5**
Produceret trafik (pe)		450	90	180	1170	630
Boligarbejdstrafik (37,5 %) (pe)	**Udpendling (16,1 %)**	73	15	30	188	101
	Intern pendling (21,4 %)	96	19	38	250	135
Bolig-/indkøbstrafik (33,3 %) (pe)		150	30	60	390	210
Bolig-/fritidstrafik (29,2 %) (pe)		131	26	52	342	184

Tabel 4.7. Tabellen viser produceret trafik for de potentiele byområder samt fordelingen imellem de tre trafiktyper.

Område:		**V.1**	**V.2**	**V.3**
Produceret trafik (pe)		159	630	114
Boligarbejdstrafik (37,5 %) (pe)	**Udpendling (16,1 %)**	26	101	18
	Intern pendling (21,4 %)	34	135	24
Bolig-/indkøbstrafik (33,3 %) (pe)		53	210	38
Bolig-/fritidstrafik (29,2 %) (pe)		46	184	33

Tabel 4.8. Tabellen viser produceret trafik for de vedtagede byområder samt fordelingen imellem de tre trafiktyper.



Figur 4.17. Figuren viser trafikfordelingen fra de potentiele og vedtagede områder. [SDFE, 2020].

4.5 Trafikspring

Erfaringer viser, at der ved anlæggelse af nye veje opstår et spring i trafikken, som afviger fra de værdier, som er udregnet jævnfør standarder. Springet skyldes vejens evne til at tiltrække nye trafikanter. En besparelse af rejsetid vil vægte mere end en besparelse i økonomi, såvel længden af ruten. Nogle trafikanter vil derfor vælge den nye rute pga. fremkommeligheden selvom den tidligere rute var kortere og dermed billigere. Ved at udelade eller undervurdere trafikspringet vil omfartsvejens evne til at ændre trafikmønstre ligeledes blive undervurderet.

I Danmark er der udført en undersøgelse, der tager afsæt i 45 vejprojekter. Her er det konkluderet, at der på ny anlagte omfartsveje sker et spring på 3 % og på landeveje 6 %. I England er en undersøgelse udført på 151 vejprojekter, hvor konklusionen viser, at der kan forventes et spring på 10 % på alle vejtyper. Omfanget af det danske og engelske vejnet samt trafikkens mægtighed er dog stærkt adskilt. Der vælges derfor at benytte data fra den danske undersøgelse. Samtidigt vurderes omfartsvejen, i sammenhængen, som en landevej pga. forbindelsen med statsvejnettet. Der benyttes derfor et ekstra start bidrag på 6 % ved beregning af ÅDT for at tage højde for trafikspring.

4.6 Fremtidig ÅDT ved anlæggelse af ny omfartsvej

I tabel 4.9 er ÅDT bidrag fra afsnit 4.3.2, 4.3.3 og 4.5 sammenfattet. Der vil i afsnittet blive bestemt en dimensionsgivende ÅDT for en ny omfartsvej øst om Aabybro. ÅDT'en vil være dimensionsgivende på strækningen mellem tilslutning på Ny Aabyvej og tilslutningen på Aabyvej. Bidraget til ÅDT'en vil bestå af sivetrafik udarbejdet i afsnit 4.3.2, ærindetrafikken udarbejdet i afsnit 4.3.3 og et bidrag for yderligere byudvikling i Aabybro beskrevet i afsnit 4.4. Samtidigt vil trafikken blive udregnet med et bidrag fra et antaget trafikspring, beskrevet i afsnit 4.5. Udregnet start ÅDT ses på tabel 4.9.

Type:	**ÅDT (pe)**	**Andel**
Sivetrafik	1.751	55%
Ærindetrafik	1.468	45%
I alt	3.219	100%

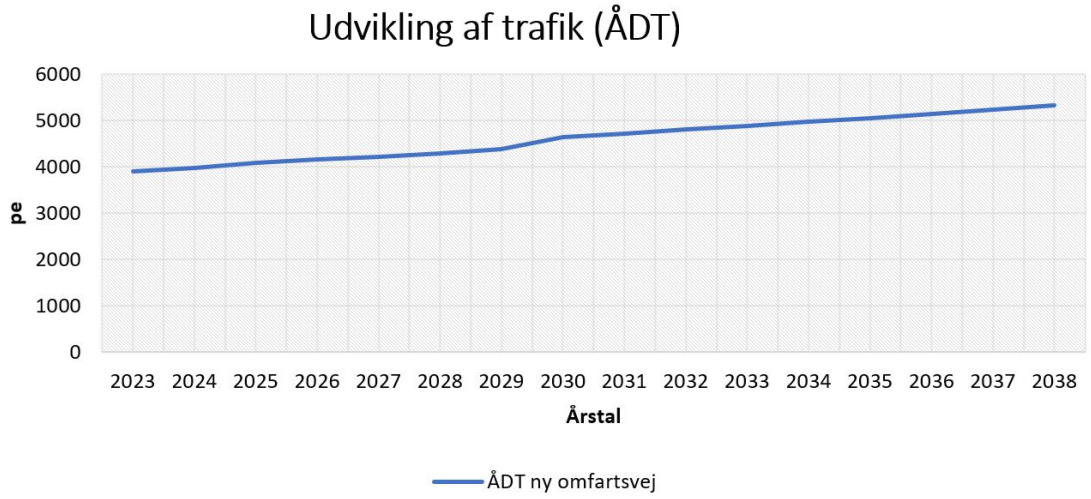
Tabel 4.9. Tabellen viser ÅDT på den nye omfartsvej inden fremskrivning samt hvad den består af. Trafikspringet er medregnet heri.

I afsnit 4.1 beskrives usikkerheden ved ændring af fordelingsvejene omkring motorvej E39. For at tage hensyn til dette benyttes en uortodoks opregningsfaktor for sivetrafikken. Denne sættes til 2,53 % for regional trafik. For den lokale ærindekørsel benyttes en faktor på 0,73 % [Vejdirektoratet, 2015b]. Ligeledes er usikkerheden ved trafiktællingen beregnet i bilag A.3, denne usikkerhed regnes positiv i fremskrivningen for at give det maksimalt største tal. Ligeledes fremskrives trafikmængderne ekspontielt.

I Jammerbugt Kommunes bugdet for år 2020 er der afsat syv millioner kroner til udbygning af vejanlæg i Aabybro. Det skønnes værende ikke tilstrækkelig til anlæggelse af omfartsvejen, men det kan give anledning til indledende analyser og rådgiveraftaler. Såfremt det er tilfældet antages vejen færdig i år 2023. Trafikmængderne fremskrives 15 år, år 2038, hvilket giver en ÅDT på 4,815 pe. Udregningen kan ses i bilag A.5.

Derudover skal der tages højde for byudvikling, beskrevet i afsnit 4.4. Den fremskrevne ÅDT får derfor et bidrag på 228 pe, hvilket giver 5,042 pe.

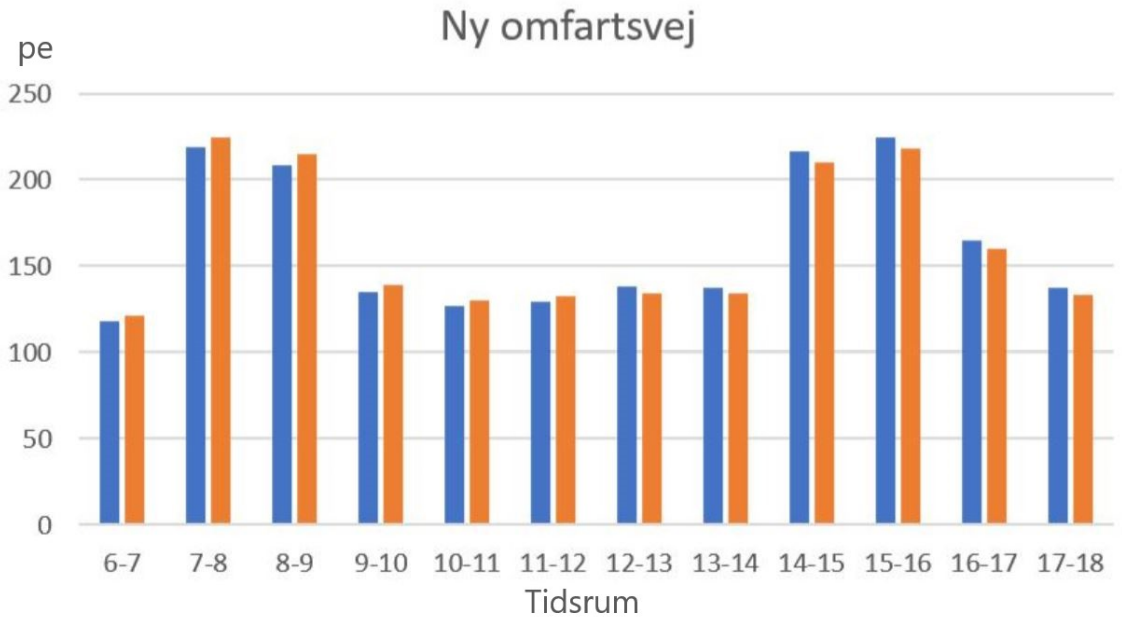
På figur 4.18 ses udviklingen af trafik frem til år 2038, hvor det er antaget, at område V.3 står færdigt i år 2025 og område P.5 står færdigt i år 2030.



Figur 4.18. Figuren viser udviklingen af trafik på den nye omfartsvej fra år 2023 til år 2038.

4.7 Bud på retningsfordeling

Der er givet et bud på hvordan trafikken vil fordele sig mellem kl 6 og 18 i år 2038. På figur 4.19 ses buddet. Mængden er sivetrafik og bidraget fra udpendlingen fra nye områder er regnet med en fordeling som bolig-/arbejdstrafik, hvor sivetrafikken forventes afviklet med samme procentmæssige fordelingen om eftermiddagen som beskrevet i afsnit 4.3.1. Ærindekørsel, bolig-/fritidstrafik og bolig-/indkøbstrafik forventes afviklet som lokaltrafik. Den største udregnede personbiler pr. time pr. retning kan findes i østgående retning om eftermiddagen mellem kl 15 og 16, 230 pe/time/retning.



Figur 4.19. Figuren viser retningsfordelingen for en evt. ny omfartsvej i tidsrummet 6-18 i år 2038

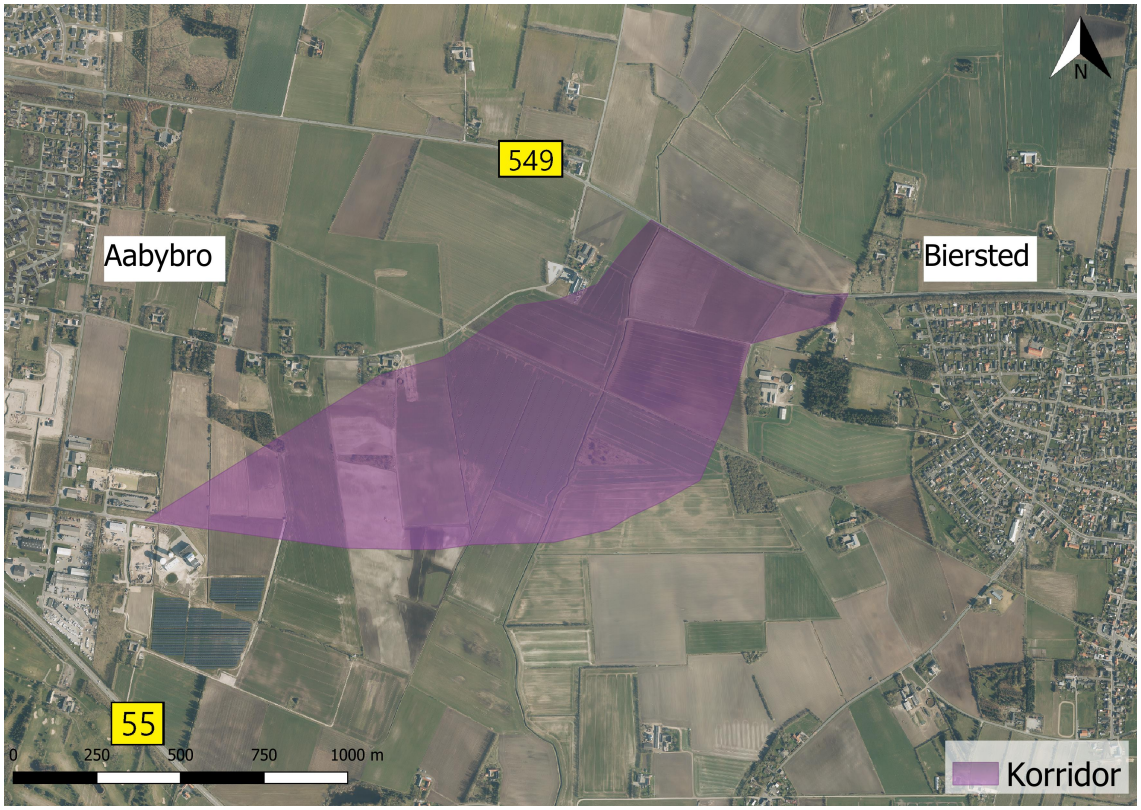
Del II

Skitseprojektering

Bindinger 5

Det er væsentligt at tage højde for bindinger i det område, hvor omfartsvejen skal placeres. Trafiktyper, vejnet, visioner mm. er allerede beskrevet tidligere, se afsnit 3 og 4. I afsnittet tages der hensyn til visionerne i området, borgernes holdninger og stationære bindinger, såsom vandløb, topografi mm. Bindingerne benyttes til dimensionering af omfartsvejen i senere afsnit.

Afsnittet er udarbejdet på baggrund af tilgængelige kortdata, lokalplaner, helhedsplanen for Jammerbugt Kommune og egne iagttagelser. Der eksisterer ingen VVM-redegørelser i området. Derudover anbefales det, at der hentes LER oplysninger. For at finde bindingerne skal området hvori omfartsvejen skal placeres defineres. Omfartsvejen skal placeres mellem Ny Aabyvej ved Aabybro og Aabyvej ved Biersted. I den vestlige del er området begrænset af lokalplaner og fremtidige boligområder. I den østlige del er området begrænset af Biersted by. Korridoren er også lavet på baggrund af en 40 m støjzone beskrevet i Masterplan Aabybro [Kommune, 2011a]. På figur 5.1 kan korridoren ses.

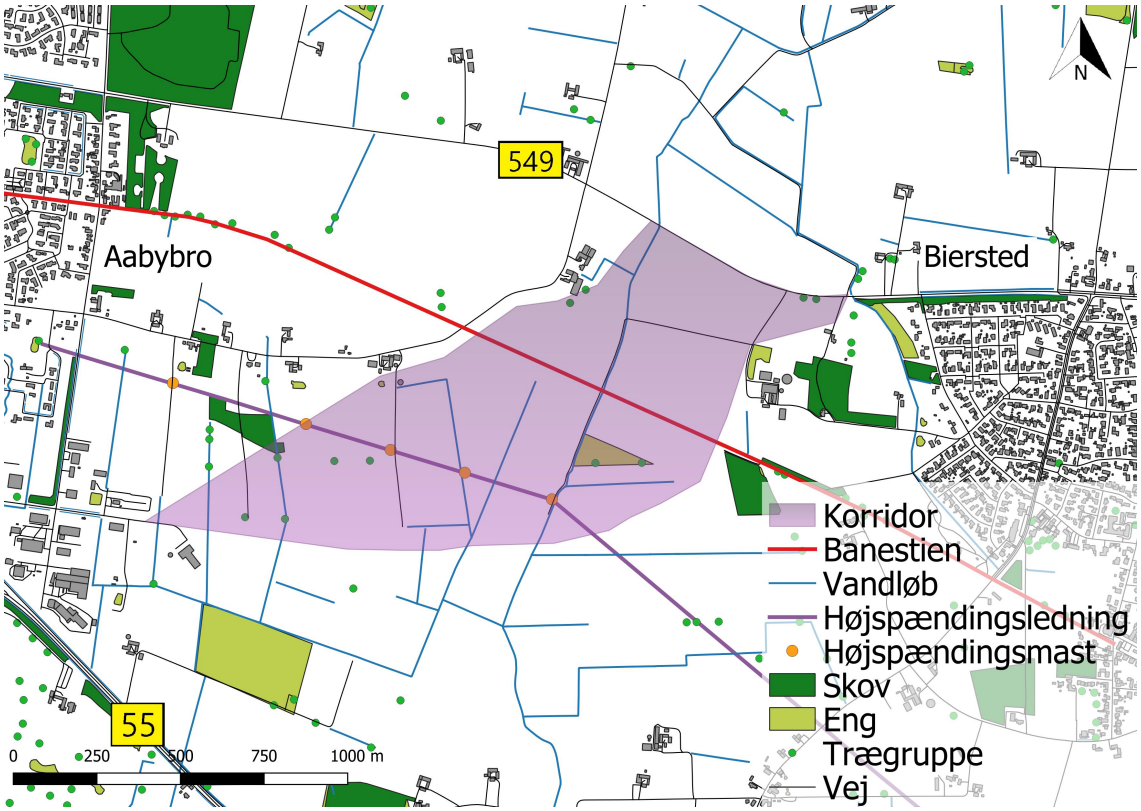


Figur 5.1. Figuren viser korridoren hvori omfartsvejen skal placeres. Korridoren ligger mellem Aabybro og Biersted. [SDFE, 2020]

5.1 Bindinger over jorden

Bindinger over jorden forståes som stationære objekter, der enten er beskyttede eller vil kræve nedbrydning for at kunne anlægge vejen. Området i korridoren er et landbrugsområde med adskillige drænsystemer til afvanding marker. Langs drænsystemerne er der imellem enkelt- eller flere stående træer, der pryder landskabet. Adgangen til markerne sker langs markveje, der går på tværs af korridoren.

Igennem området spænder 3 betydningsfulde linjer fra vest til øst. Den ene er Banestien, der løber mellem Aabybro og Biersted. Den anden er højspændingsledninger og højspændingsmaster, målt til 10 meters højde, der forbinder Aabybro med et regionalt ledningsnet. Den sidste linje er et beskyttet vandløb, der løber fra det nord til syd igennem området. De fysiske bindinger over jorden kan ses på 5.2.

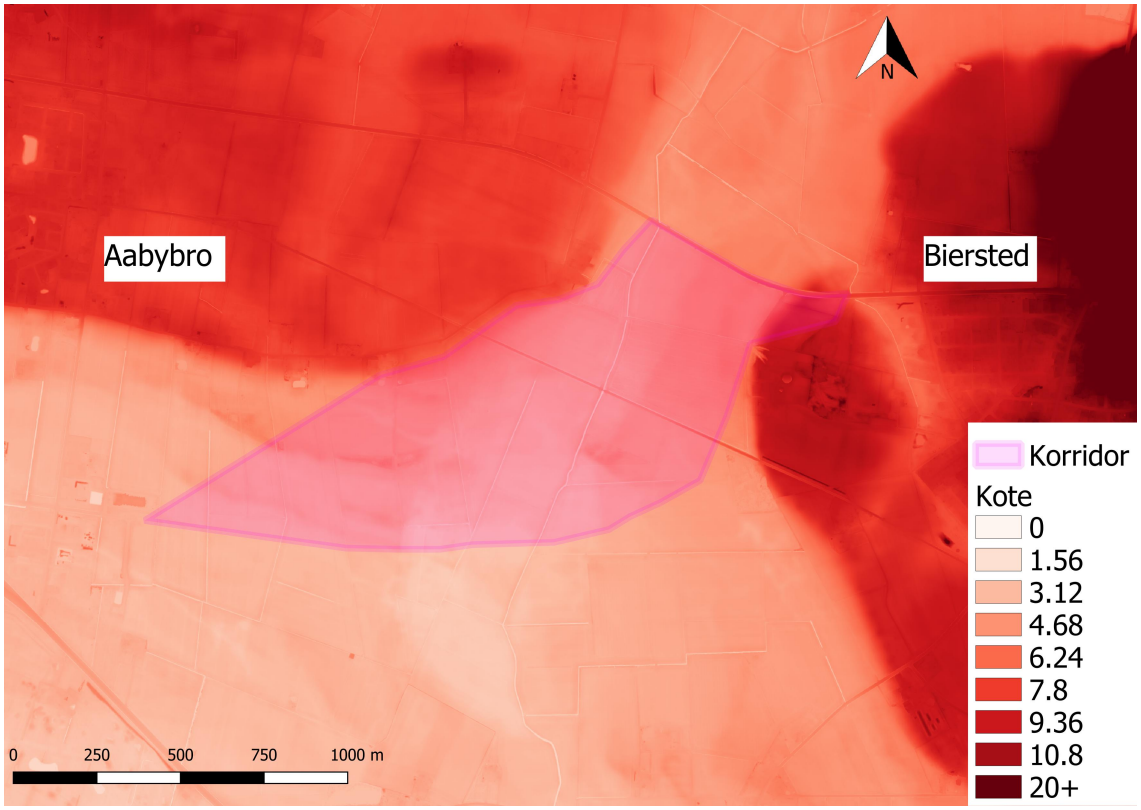


Figur 5.2. Figuren viser de nævneværdige fysiske bindinger over jorden befinder sig i korridorområdet.[SDFE, 2020]

Fysiske bindinger betegner også dyrelivet i området. Det har ikke været muligt at finde nogle artsfund, artshabitater eller faunaruter i området. Dette kan tydeliggøres ved en evt. VVM-analyse Ligeledes er der ikke Natura-2000 områder, fredede fortidsminder, jorddiger mm.. i området.

Landskabsformer

Landskabet er i korridoren meget flad med enkelte forhøjninger, ± 0,5 m. I den sydlige del starter området i kote 3,5 og stiger stødt imod Biersted til 5,5. Ved indgangen til Biersted stiger terrænkoten mere aggressivt til 9. På figur 5.3 ses højderne i området. Landskabet kan betegnes som et slettelandskab med små niveauforskelle og vandløb nedfældet i terrænet [Vejregler, 2019].

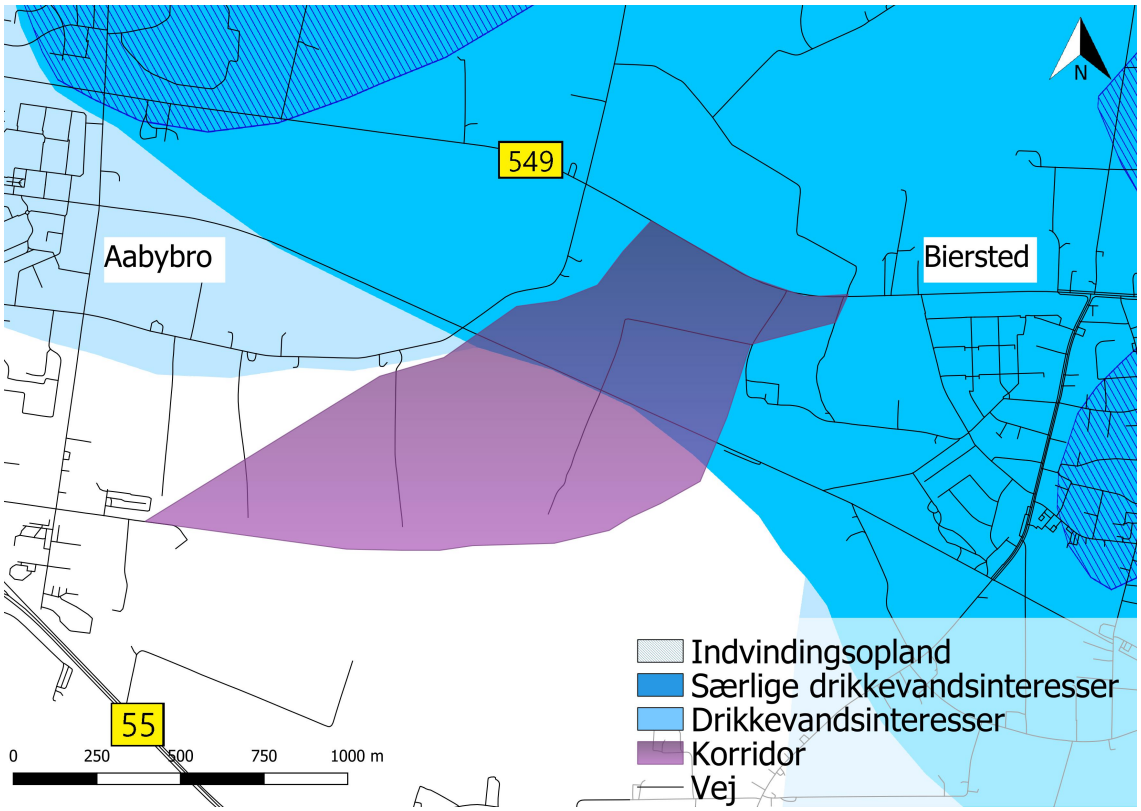


Figur 5.3. Figuren viser koter i området i og omkring korridoren. [SDFE, 2020]

5.2 Bindinger under jorden

Grundvand

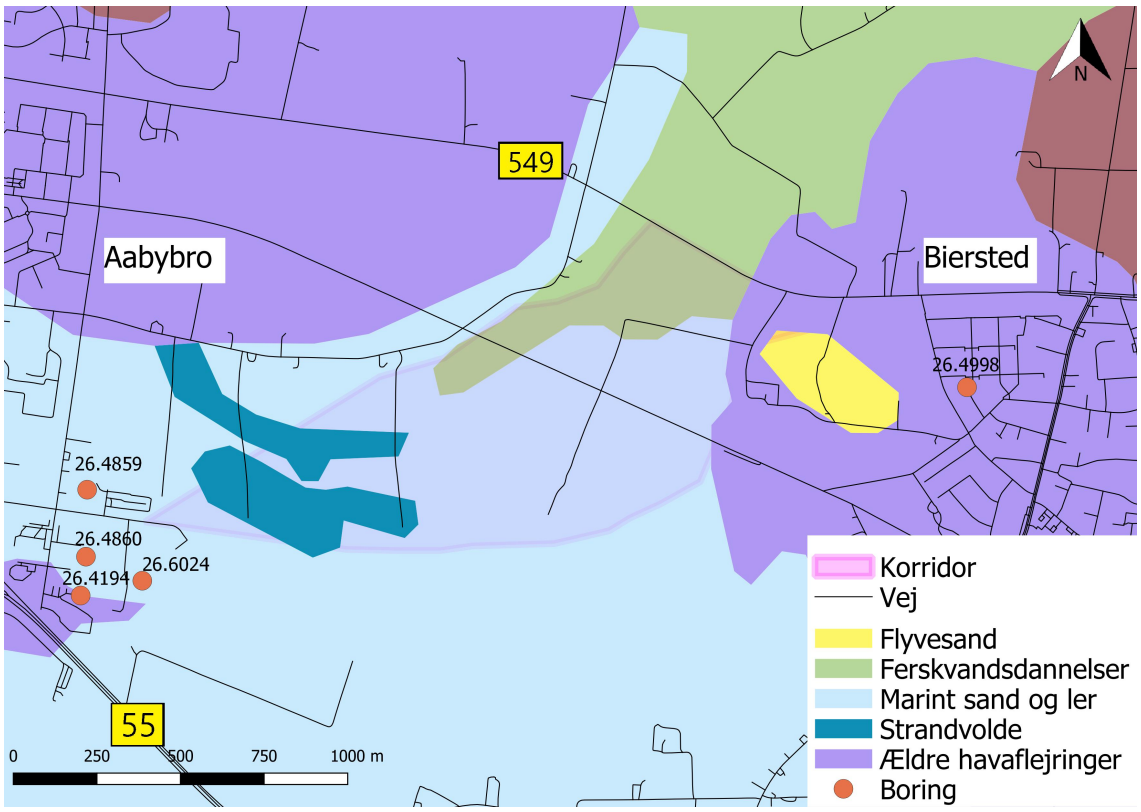
Store dele af grundvandet i det nordlige område i korridoren er drikkevandsinteresser. På figur 5.4 ses opland, hvor der skal ydes særligt omtanke mht. til forurening og nedsivning af vand. Der ses, at den nordlige del af korridoren indholder særlige drikkevandsinterresser. Grundvandsspejlet i området ligger 1-2 meter u.t. i den sydvestlige del af korridoren, hvor det i det nordøstlige ved drikkevandsinteresserne ligger ved omkring 2-3 meter u.t. [Miljøstyrelsen, 2020a].



Figur 5.4. Figuren viser drikkevandsinteresser omkring og i korridoren samt allerede ibrugtaget oplandsareal.[Miljøstyrelsen, 2020a] [SDFE, 2020]

Jordartskort

På figur 5.5 ses det geologiske jordartskortet for området. På baggrund af kortet kan der foretages et skøn på hvilke jordartstyper, der vil forekomme. Størstedelen af korridoren er beliggende i det lysblå område, hvor der kan forventes blødbundsforekomster i varierende dybde og mægtighed. Forekomsterne forventes, at være af sand, gytje og ler. I det blå markerede områder, strandvolde, forventes der forekomster af sand og grus. I det nordlige område af korridoren er der et stort område med ferskvandsdannelser. I dette område forventes der forekomst af ferskvandsgytje og ferskvandstørv.



Figur 5.5. Figuren viser jordartstyper i og omkring korridoren. Derudover er der vist geotekniske boringer i området, vist med deres pågældende DGU-nr.[GEUS] [GEUS, 2020] [SDFE, 2020]

Tidligere geologiske boringer

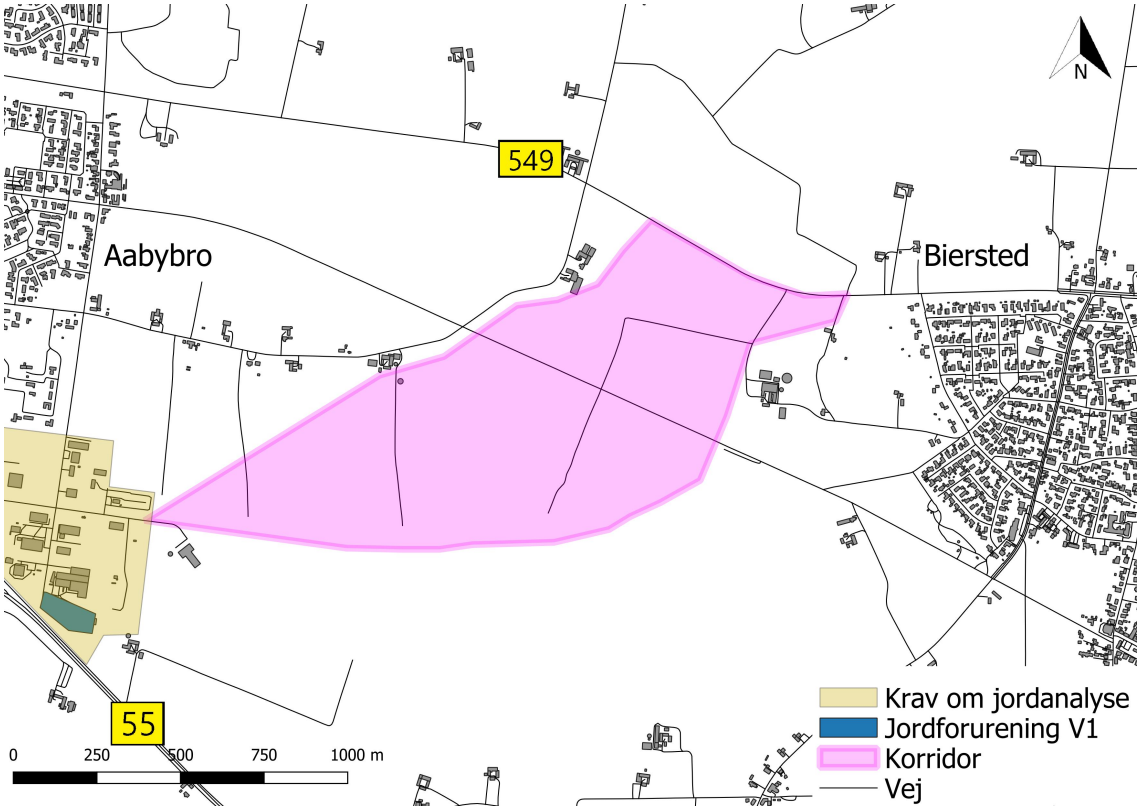
Der findes ingen boringer indenfor korridorens grænser, men der findes omkringliggende boringer. På figur 5.5 er der markeret fem boringer, fire omkring Ny Aabyvej og en i Birsted. Alle fem boringer kan ses i bilag A.

Omkring Ny Aabyvej foreligger boring nr. 26.4859, 26.4860, 26.4194 og 26.6024. 1 meter u.t. er der hovedsageligt fundet muld efterfulgt af silt- og lerholdige sand lag. Alle boreprofilerne peger henimod, at mængden af silt og ler aftager efter den første meter hvorefter forekomster af fin og velsorteret sand er dominerende. En enkelt boring, DGU. nr. 26.6024, har en dybde på 11 meter, hvor der først træffes ler igen efter 10 meter.

Ved Biersted, DGU. nr. 26.4998, er der i den første meter truffet muld og siltholdigt sand, hvor der efterfølgende træffes store mængder ler og silt ned til 4 meters dybde.

Miljø

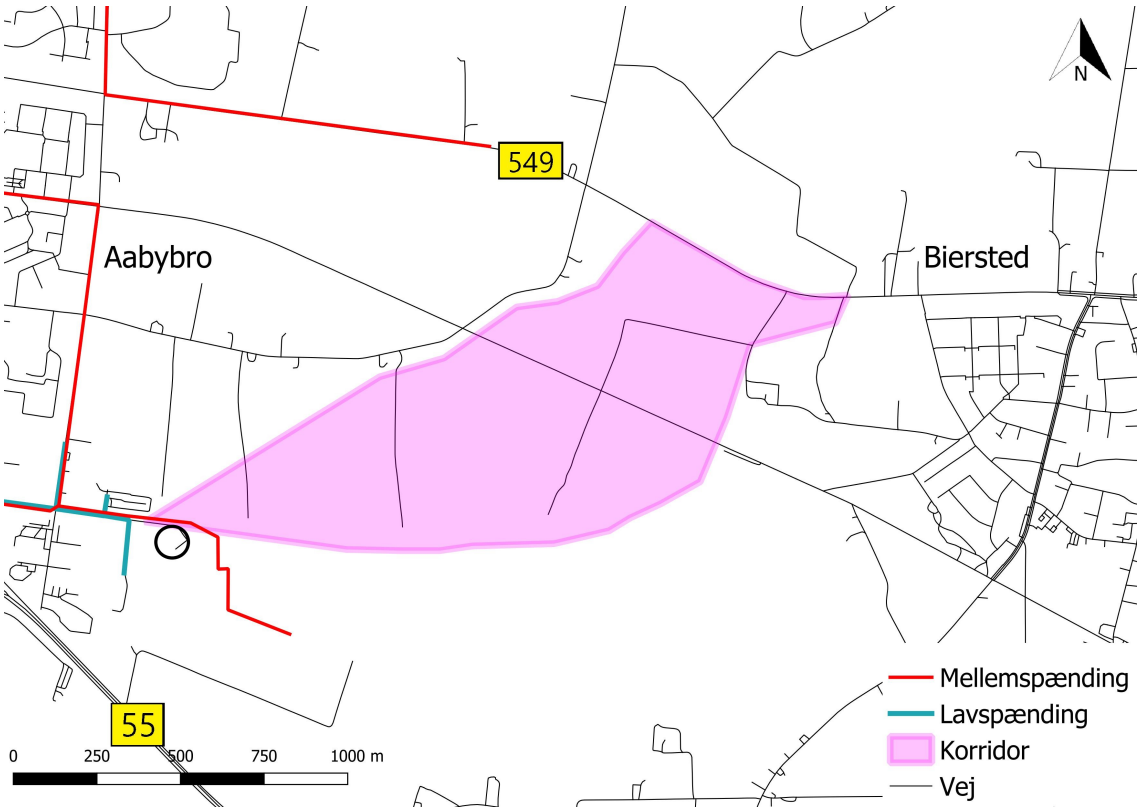
I området omkring Ny Aabyvej, og hvor den nye omfartsvej skal tilkobles er der krav om jordanalyse mht. forurenet jord. Derudover er et enkelt område vurderet forurenet, men området ligger langt væk fra vejen. På figur 5.6 ses arealer, hvorpå der er krav om analyse og hvorpå der er konstateret forurening. .



Figur 5.6. Figuren viser området omkring i og korridoren samt hvilke områder der er forurent og hvilke der kræver analyse af jorden. [Miljøstyrelsen, 2020a] [SDFE, 2020]

Forsyning

Der er ikke et stort underjordisk forsyningsnet omkring korridoren. Det væsentligste forsyningen sker langs Ny Aabyvej, hvor den nye omfartsvej skal tilkobles. Der er ingen højspændingskabler, men der forefindes lavspændingskabler (0,4 kV) og mellemspændingskabler (10/15 kV). Der er dog en formodning om, at der er kabler eller rør i området. Der henvises til ledningsejerregistret, LER. F.eks. ligger varmeforsyningen på Ny Aabyvej, markeret med sort cirkel på figur 5.7. Herfra løber rør til Aabybro og Biersted, ruten er dog ukendt.



Figur 5.7. Figuren viser forsyningsnettet omkring Aabybro samt placeringen af varmeforsyningen med en sort cirkel [EvoNet, 2020] [SDFE, 2020]

5.3 Administrative bindinger

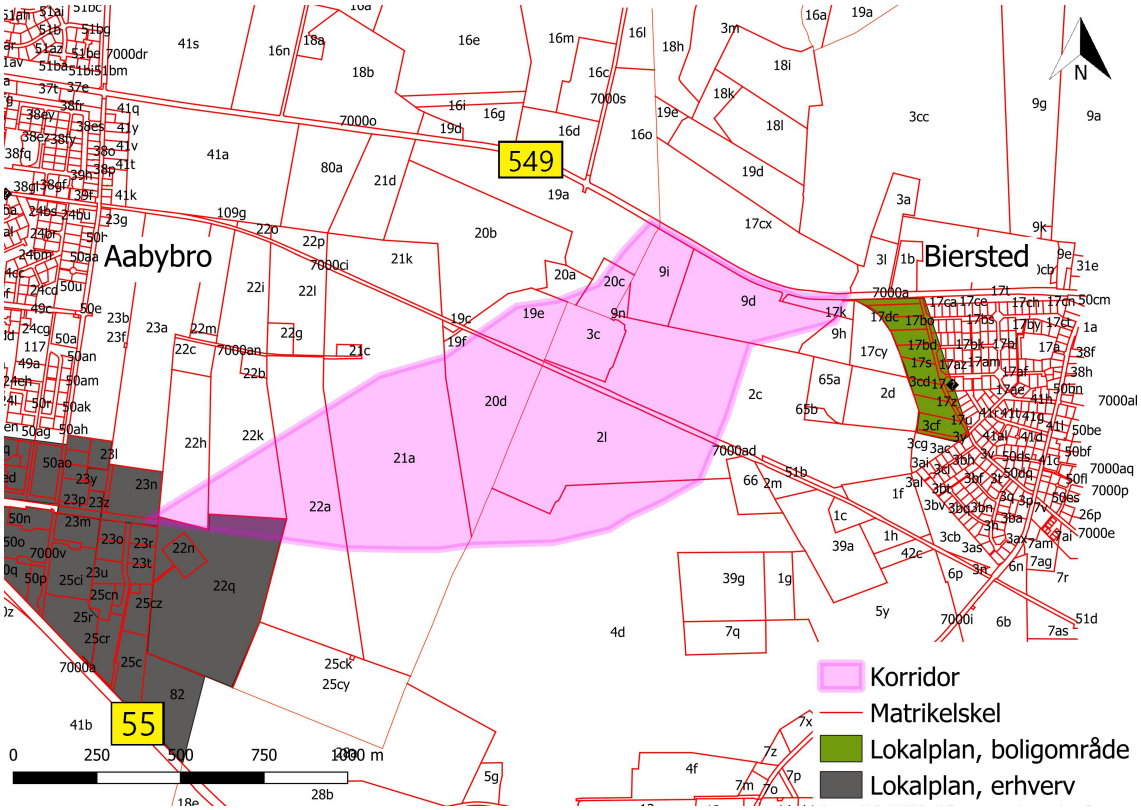
De administrative bindinger består af matrikler og lokalplaner. Ved anlæggelse af en ny vej vil disse kræve enten ekspropriering eller langvarig vedtagelse hos kommunen.

På figur 5.8 ses et overblik over matrikler i området. Såfremt de er underlagt en lokalplan er denne vist som enten boligområde eller erhverv. Kun de lokalplaner der kunne have en evt. indflydelse på omfartsvejen er vist.

I den vestlige del ved Ny Aabyvej er området præget af erhverv og planlagt erhverv. Området indeholder både mindre tømmerværksteder til større produktionsfaciliteter. Omkring Biersted er der planlagt nye boligområder langs Aabyvej. Området ligger dog

langt væk fra korridoren, og der er er tillagt en 40 m støjzone til vejen.

I selve korridoren er der 17 matrikler, der skal tages hensyn til. De fleste værende landbrugsorienteret med nogle enkelte bolig-/haveorienteret. Skellene er i de fleste tilfælde tværgående i korridoren, hvilket antyder dårlige jordfordelingsmuligheder ved anlæggelse af omfartsvejen.



Figur 5.8. Figuren viser matrikler og lokalplaner tæt og i korridoren.[SDFE, 2020]

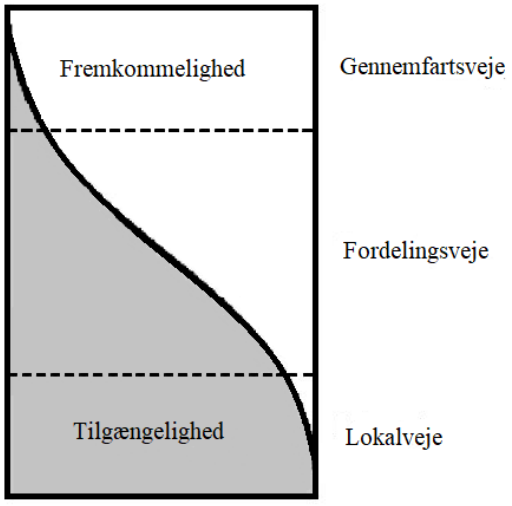
Skitseprojektering 6

Kapitlet kortlægger den overordnede udformning af omfartsvejen i henhold til vejens formål og behov. Vejens formål er at aflede øst-/vestgående trafik udenom Aabybro. For at tilgodese formålet skal vejen være den foretrukne rute, hvilket den hovedsageligt opnår igennem god fremkommelighed. Vejen skal derfor have en høj hastighedsklassificering og gode sigtforhold samt kryds, der giver lav middelforsinkelse.

6.1 Vejklassificering

Omfartsvejens formål giver anledning til at klassificere vejen som en gennemfartsvej med høj hastighed. Vejen har dog tilslutninger ved industriområdet i Aabybro og nær boligområder i Biersted, hvor der begge steder findes lokale hastighedsbegrænsninger på 50-60 km/t. Samtidigt skal omfartsvejen promovere Aabybros fremtidige udvikling, hvilket vil kræve tilslutningskanaler langs nye bolig- og industriområder.

Derudover vil linjeføringen skabe en barriere mellem omfartsvejen og rute 55, hvilket skaber konflikt for landbrugskøretøjer (langsomt kørende trafik). Der tilstræbes, at der stadigvæk vil være adgang herfor.



Figur 6.1. Fremkommelighed og tilgængelighed som funktion af vejklassen. [Vejregler, 2015]

Omfartsvejen klassificeres derfor som en fordelingsvej, og indgår som en del vejnettet, der forsyner rute 549 mellem motorvej E39 og Aabybro. På figur 6.1 ses fremkommeligheden som en funktion af vejklassen. Området mellem industrikvarteret og Biersted forventes

at være i den høje ende mht. fremkommelighed for en fordelingsvej, hvor vejen i industrikvarteret forventes at være i den lave.

6.2 Planlægningshastighed

For at sikre en høj fremkommelighed på omfartsvejen etableres der en planlægningshastighed på 80 km/t, jævnfør landevej. Denne hastighed forventes indført kort efter industrikvarteret i Aabybro, hvor hastighedsbegrænsningen er 50 km/t, og afsluttet igen ved lokal hastighedsbegrænsning nær biersted på 60 km/t. Hastigheden giver adgang for langsomt kørende trafik såsom landbrugsmaskiner eller lign.. Den blødetrafik ønskes ledet væk fra omfartsvejen og ind igennem byen, hvilket kan gøres igennem etablering af cykelruter, tværprofilet, hastigheden og/eller forbud.

6.3 Hastighedsklassificering

Udover vejklasserne kan der med udgangspunkt i vejens funktion bestemmes en hastighedsklassificering. Sammenhængen mellem vejklasser, hastighedsklasser og planlægningshastighed fremgår af tabel 6.1. Hastighedsklassen for omfartsvejen bestemmes til "Høj+" hastighedsklassificering.[Vejregler, 2015]

Hastighedsklasse	**Planlægningshastighed**	**Gennemfartsvej**	**Fordelingsvej**	**Lokalvej**
Meget høj +	120-130 km/h	X		
Meget høj	90-110 km/h	X		
Høj +	80 km/h	X	X	(X)
Høj	60-70 km/h	X	X	X
Middel	50 km/h		X	X
Lav	30-40 km/h			X

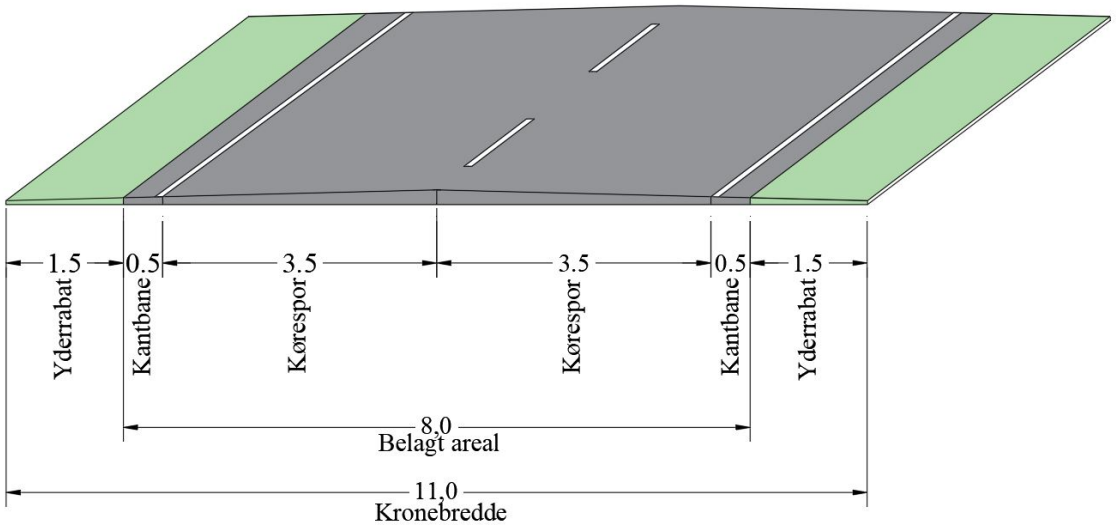
Tabel 6.1. Sammenhæng mellem hastighedsklasse, planlægningshastighed og vejklasse. [Vejregler, 2015]

6.4 Vejtype

Strækningen etableres som en 2-sporet trafikvej, hvor der i detailprojekteringen fastsættes hvorvidt overhalning vil være mulig. Begrundelsen for vejtype-valget tager udgangspunkt i fremkommeligheds forskelligheder mellem rute 55 og den nye omfartsvej. Der ønskes ikke, at omfartsvejen vil lede yderligere trafik fra statsvejnettet ind på de kommunale veje. Vejen ønskes derfor kun udført med den nødvendige fremkommelighed til at lede sivetrafikken uden om byen. En 2-sporet vej har en kapacitet på 1700 pe/time/retning, hvilket er nok til at kunne afvikle det beregnede bud på 230 pe/time/retning, se afsnit 4.7. [Vejregler, 2015]

6.5 Tværprofil

Basistværprofilet for en 2-sporet trafikvej med hastighedsbegrænsning på 80 km/t er 11 meter bredt med to kørespor af 3,5 meter adskildt af enten to eller en midtlinje. I hver vejside er der kantbaner på 0,5 m, og en yderrabat på 1,5 meter. Tværprofilet muliggører kørsel med bredde køretøjer og nødstop i vejens rabat imens kapaciteten vedligeholdes. Der er ikke valgt at ændre på tværprofilet, da der ønskes en god trafiksikkerhed samt mulighed for landbrugskøretøjer og tung trafik. Ligeledes giver den snævre kantbane ikke foretrukne forhold for de blødetrafikanter. Skitse af tværprofilet kan ses på figur 6.2. [Vejregler, 2015]



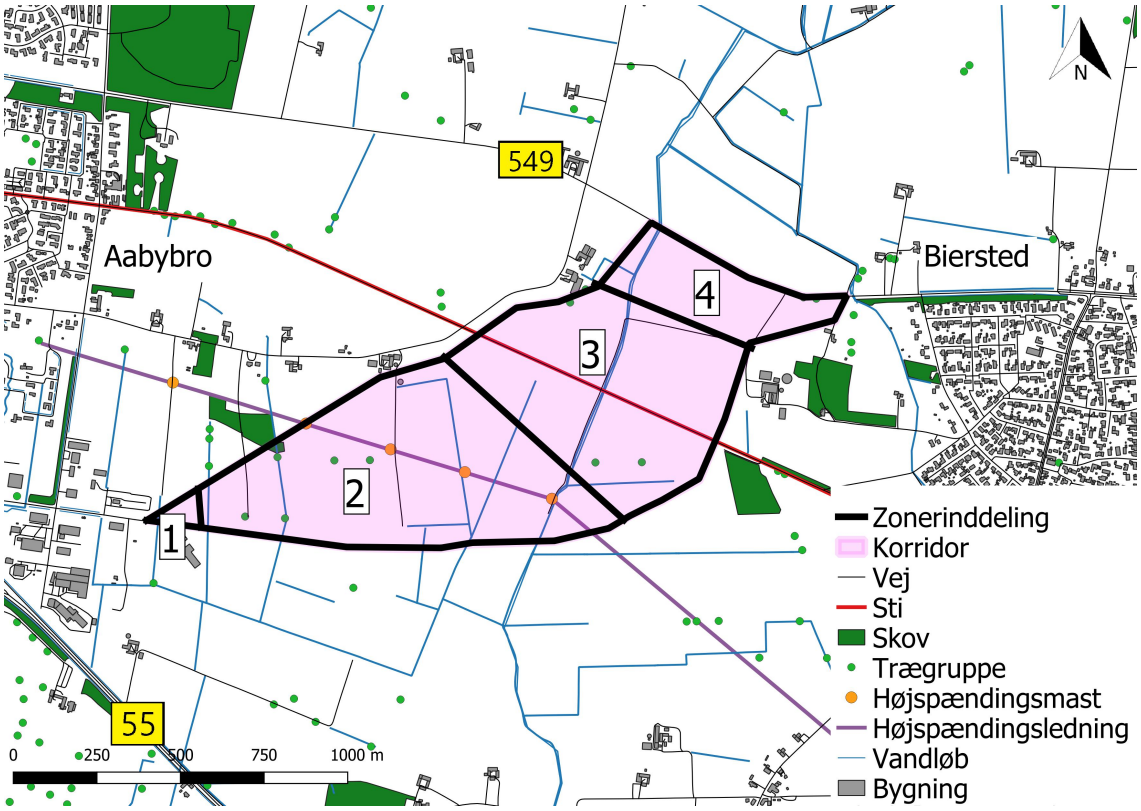
Figur 6.2. Basistværprofilet for omfartsvejen. 2-sporet vej med planlægningshastighed på 80 km/t. [Vejregler, 2017d]

6.6 Linjeførings analyse

Der er udfærdiget en korridor, se afsnit 5, hvori linjeføringen forventes placeret. I afsnittet deles korridoren op i fire dele, således hver zone kan analyseres for sig. Dette gøres for at give to bud på linjeføringer. Inddelingen kan ses på figur 6.6, og er inddelt i følgende:

- Zone 1: Tilslutning, Ny Aabyvej
- Zone 2: Krydsning med højspændingsledninger
- Zone 3: Krydsning med Banestien
- Zone 4: Tilslutning, Aabyvej

Der vil blive givet to bud for en linje i hver zone, hvorefter linjerne vil blive sammenlignet med resterende zoner.



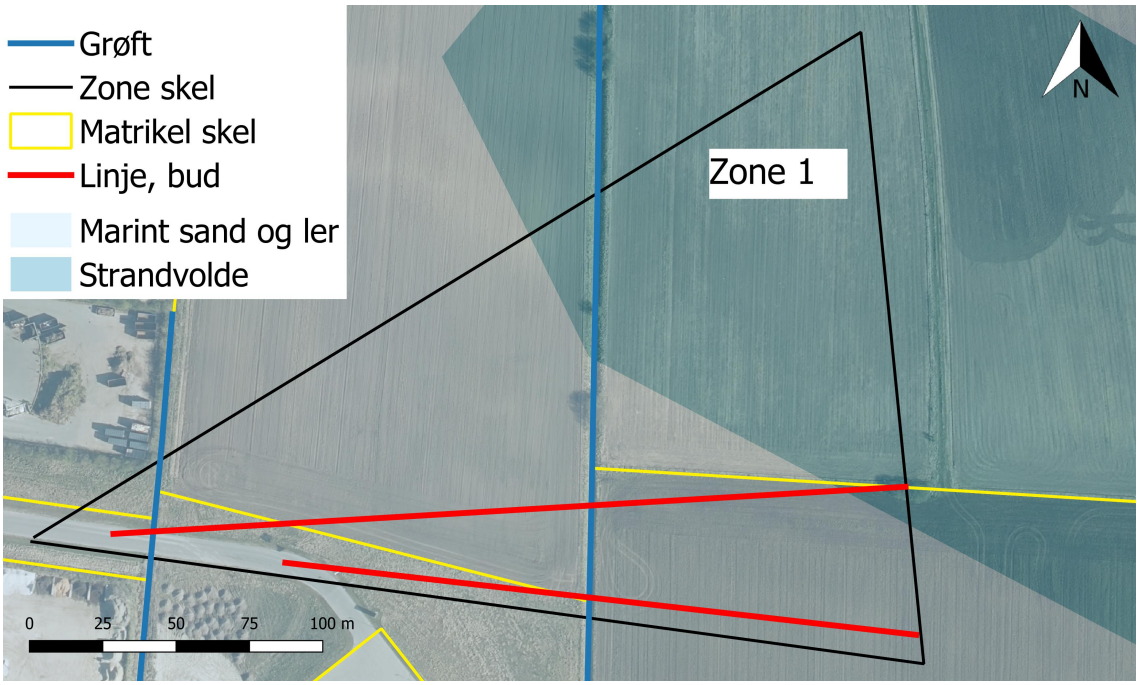
Figur 6.3. Figuren viser de nævnbare fysiske bindinger over jorden samt zoneinddelingen.[SDFE, 2020]

6.6.1 Zone 1: Tilslutning, Ny Aabyvej

I zonen befinder der sig to vandløb/grøfter, et der allerede krydses af Ny Aabyvej og et der skal krydses af den nye omfartsvej. Derudover befinder der sig et østgående matrikelskel i zonen. Jorden er præget af marint sand og ler samt et lille område med strandvolde.

Ved tilslutningen til Ny Aabyvej ønskes det, at omfartsvejen tilkobles direkte, således der ikke kræves et kryds. Dette vil gøre vejen let tilgængelig.

Ved enden af Ny Aabyvej befinder varmeværket sig, hvor adgangen sker direkte fra afslutningen af vejen. Denne indgang ønskes ændret således omfartsvejen kan tilkobles. Enten kan omfartsvejen fortsætte ligeud på Ny Aabyvej, hvilket vil kræve total ændring af adgangsvejen eller så kan omfartsvejen påbegyndes tidligere med en svag nordlig kurve, hvor adgangsvejen blot skal tilkobles det nye vejstykke. Der laves på denne baggrund to linjer, en der fortsætter ligeud af Ny Aabyvej, den sydlige linje, og en der fører vejen mod matrikelskellet, den nordlige linje.

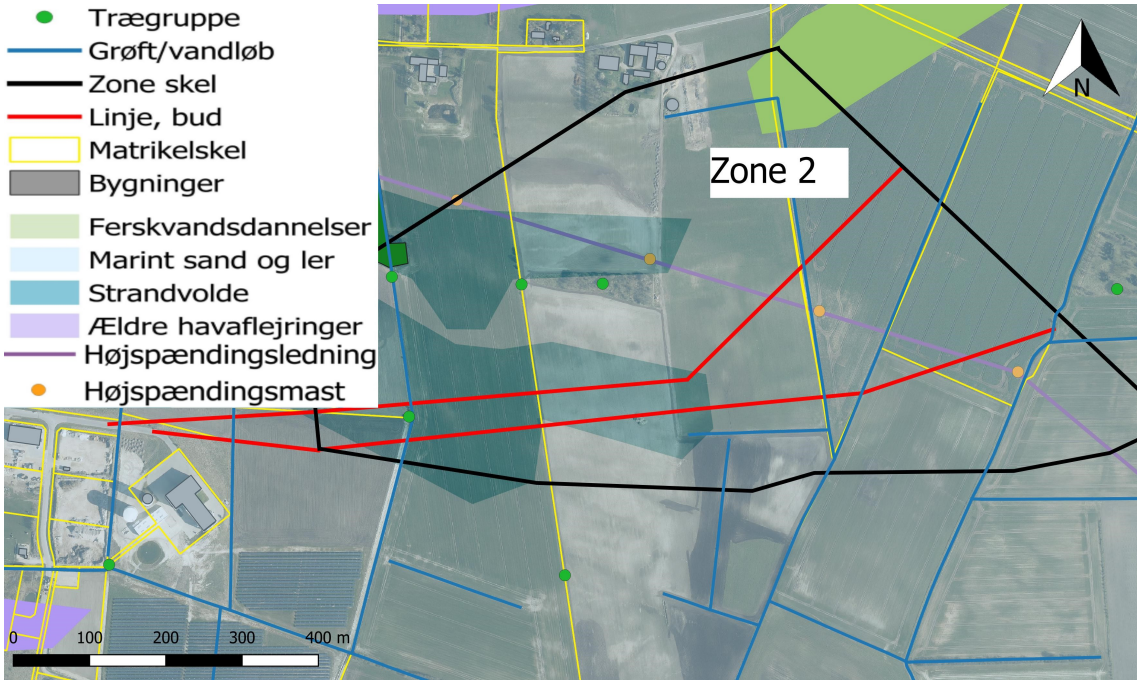


Figur 6.4. Figuren viser zone 1 og de matrikelskel, jordarter og åløb der befinder sig i området.[SDFE, 2020]

6.6.2 Zone 2: Krydsning med højspændingsledninger

Det første stræk i zone 2 indeholder samme matrikelskel som i zone 2. Den nordlige linje fortsætter langs denne. Derudover formodes der, at der er gode jordforhold ved strandvoldende, og da dette er den mest væsentlige binding i området skal både den nordlige og sydlige linje beholdes indenfor denne. Efter strandvoldende skal der tages hensyn til linjernes krydsning med højspændingsmasterne samt ledningerne. Der forventes, at dele af ledningsnettet skal ændres ved anlæggelse af omfartsvejen, men samtidigt forventes det, at masterne skal stå samme sted (genbruge fundament).

I området omkring højspændingsmaterne i den østlige del af zonen er der tre matrikelskel. Både den nordlige og sydlige linje trækkes langs disse på en sådan måde, at det forenkler jordfordelingen. For at der opnåes en tydelig forskel på de to linjeføringer påbegyndes nordøstlig retning forskelligt.

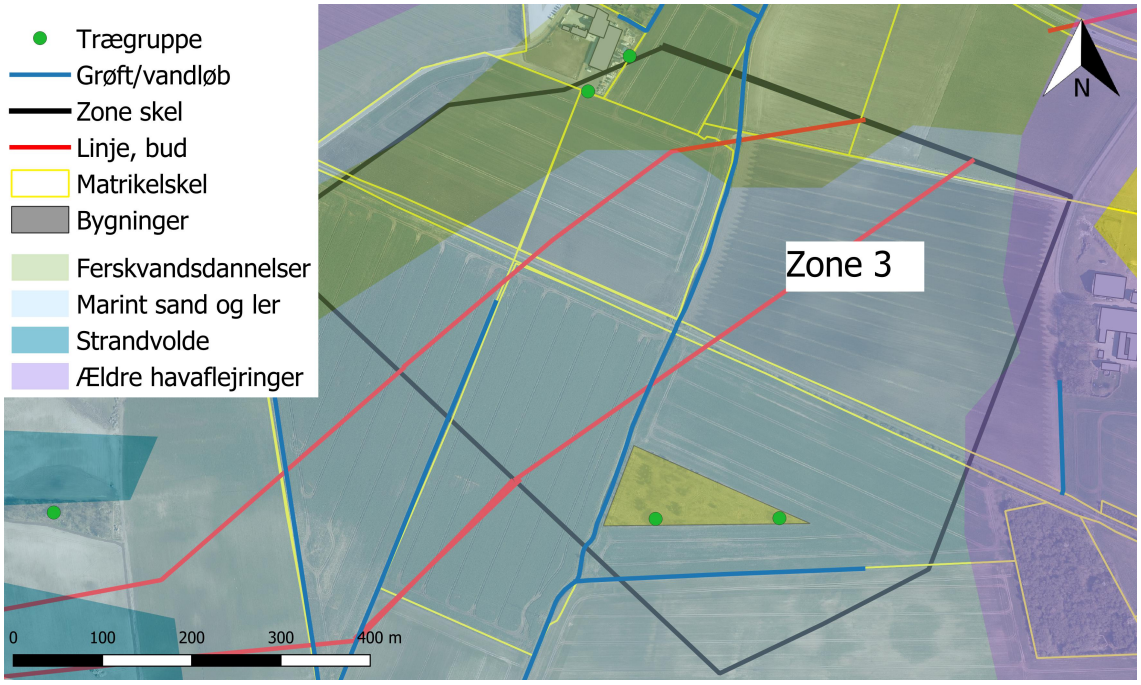


Figur 6.5. Figuren viser zone 2 og de bindinger der befinder sig i området. [SDFE, 2020]

6.6.3 Zone 3: Krydsning med Banestien

Den nordlige del af zone 3 er præget af ugunstige jordbundsforhold, hvor der forventes større økonomiske omkostninger i forhold til marint sand og ler. I den sydlige del af korridoren er der placeret en fredet eng, hvor en østlig omfart vil medføre små radier inden tilslutning med Aabyvej.

Det besluttes, at begge linjeføringer skal bevæge sig i nordøstlig retning. Den nordlige linje bevæger sig henover vandløbet nord for banestien, og den sydlige henover vandløbet syd for banestien. Begge linjer har cirka samme mængde areal indenfor området med særlige drikkevandsinterreser.



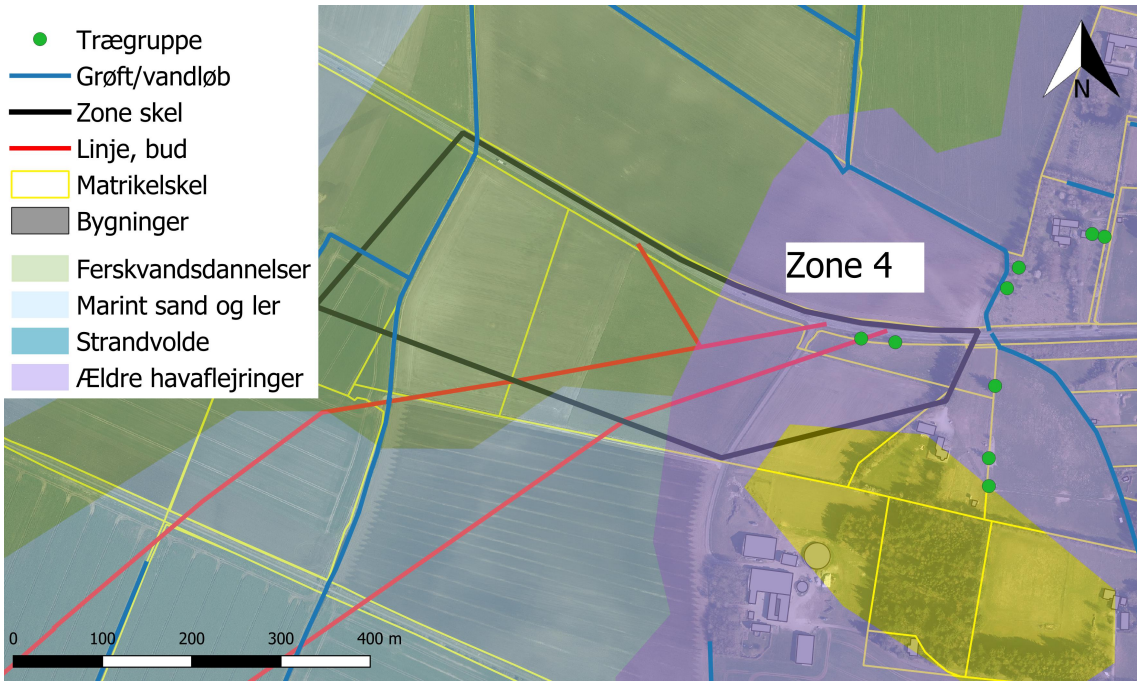
Figur 6.6. Figuren viser zone 3 og de bindinger der befinder sig i området. Banestien krydser de to linjeførings bud, markeret med en tynd tværgående matrikel. [SDFE, 2020]

6.6.4 Zone 4: Tilslutning, Aabyvej

Hele zone 4 er præget af ugunstige jordbundsforhold og drikkevandsinterresser. Ved skitsering af linjeførings bud i zone 4 tages der derfor ikke hensyn til jordbundsforholdende.

Ved tilslutningen til Aabyvej ønskes omfartsvejen gjort til den primære trafikvej. Dette gøres ved at lade omfartsvejen tilslutte Aabyvej direkte, hvor det østlige afsnit af Aabyvej tilsluttes via et t-kryds. Dette vil kræve nedbrydning af dele af Aabyvej samt ændring af linjeføringen. For at tilslutte linjer fra zone 3 ønskes der mulighed for store radier i zone 4 således trafiksikkerheden er fornuftig. Dette ses på figur 6.7.

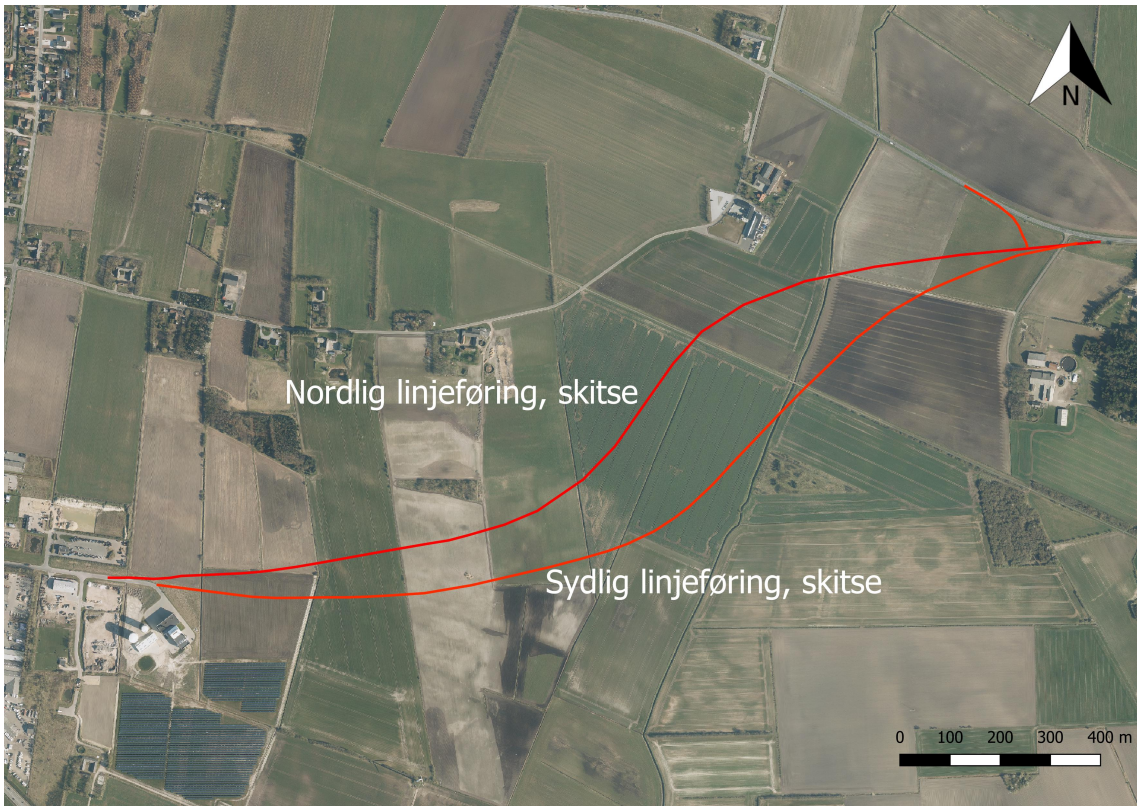
Den sydlige linje krydser ved tilslutningen igennem to matrikler, hvor den nordlige blot krydser én stor.



Figur 6.7. Figuren viser zone 4 og de bindinger der befinder sig i området. [SDFE, 2020]

6.6.5 Skitse, linjeføringer

Ud fra zonerne er der fremstillet to skitser af linjeføringer, der kan ses på 6.8. Begge linjeføringer er lavet med to kurvede vejforløb samt en kort lige linje. Dette gøres selvom slettelandskaber giver oplæg til lange lige linjer, da der ønskes at give et bud, der varierer fra Jammerbugt Kommunes foreslåede linjeføring. Der er dog ikke taget hensyn til komfort, sigt og trafiksikkerhed i skitserne. Dette gøres i detailprojekteringen, se del to.



Figur 6.8. Figuren viser to skitser af mulige linjeføringer i korridorområdet. [SDFE, 2020]

6.7 Analytisk Hierarki proces, AHP

Der ønskes, at der foreligger et analytisk belæg for valget af linjeføringen. Dette vælges selvom de to skitser ligger hinanden i tæt sammenlignelse, da den udøvene enhed har vurderet sig selv ikke tilstrækkelig erfaren uden et sådant grundlag.

Med udgangspunkt i AHP-analyse er det valgt, at analysere de to linjeføringer, se figur 6.8. Dette gøres for finde det bedste løsningsforslag at arbejde videre på. AHP-analysen sammenligner elementer, der indgår i begge forslag, hvor mængden og vigtigheden af hvert element ligger til baggrund for den endelige beslutning. AHP-analysen anvender et rangeringssystem, vist i tabel 6.2, til at sammenligne hver parameter parvis på en skala fra 1-9, "lige vigtig" til "absolut vigtigere" [Saaty, 2008]

Værdi	Betydning
1	Lige vigtige
3	Lidt vigtigere
5	Vigtigere
7	Betydeligt vigtigere
9	Absolut vigtigere

Tabel 6.2. Rangeringsværdier til opstilling af en sammenlignings matrice og deres betydning. [Bunruamkaew, 2012]

AHP metoden kan inddeles i to overordnede metoder:

- Den første metode benytter sig af samtlige kriterier for vægtningen.
- Metode to udvælger kun de mest væsentlige kriterier.

Begge metoder er anvendelige, men metode to er blevet valgt. Dette skyldes, at begge linjeføringer er meget ens i deres krydsninger med bindingerne. Begge linjeføringer krydser banestien, det fredede åløb og højspændingsledninger. Derudover ligger begge linjeføringer tæt på hinanden.

Der vælges fem kriterier, der skal analyseres i forhold til hinanden:

- Linjeføringerne varierer i længde. Den nordlige linjeføring har en længde på 2,2 km, og den sydlige en længde på 2,1 km.
- Hoveddelen af linjeføringens stationering gennemløber marint sand og ler, men der er enkelte variationer. I den vestlige del gennemløbes tidligere strandvolde, hvor der forventes bæredygtigt jord. I den østlige del gennemløbes ferskvandsdannelser og ældre havaflejringer, hvor der antages blød bund. Den samlede længde god bund og blød bund for den nordlige og sydlige linjeføring er respektivt 615 meter og 345 meter god bund samt 440 meter og 260 meter blød bund. Ved vurderingen findes summen af de to, hvor god bund er positiv og blød bund er negativ.
- Begge linjeføringer gennemgår forskellige matrikler. Der er på baggrund af dette valgt at udvælge matrikler i hver linjeføring, der giver anledning til dårlig jordfordeling. I den nordlige linjeføring er antallet 5 og i den sydlige 7.
- I det sydlige område af korridoren er der placeret to boliger i vestlig og østlig retning fra matriklerne. Længden til den nærmeste tages i betragtning i AHP-analysen. Den nordlige linjeføring er tættest på boligen i vest, 115 m, mens den sydlige linjeføring er tættest på boligen i øst, 180 m.

De fem elementer, der vurderes i AHP-analysen er dermed følgende:

- Længde
- Bundforhold
- Jordfordelingsmuligheder
- Støj/udsigt fra boliger

Hvert element bliver vægtet i forhold til hinanden baseret på pris. Det forventes f.eks., at én meter ekstra vej vil være det dyreste, og at en god jordbund vil føre til et formindsket brug af materialer. Med hensyn til jordfordeling og støj/udsigt spekuleres der i administrative omkostninger.

AHP-analysen for de to linjeføringer fremgår af bilag B. På tabel 6.3 ses resultatet af AHP-analysen, hvor den sydlige linjeføring er vægtet højest, og peger henimod, at den sydlige linjeføring derfor vil være den billigste. Der tages derfor udgangspunkt i den sydlige linjeføringsskitse under detailprojekteringen, afsnit 7.

Linjeføring	Samlet
Nord	0,47
Syd	0,53

Tabel 6.3. Endelig resultat af AHP-analysen

Del III

Detailprojektering

Tracering 7

7.1 Linjeføring

For at kunne bestemme omfartsvejens linjeføring tages der højde for sigtforhold og minimumskurveradius. Området er svagt stigende fra Ny Aabyvej til Aabyvej, så der tages udgangspunkt i det horisontale aspekt under linjeføringsbestemmelsen. I afsnittet bestemmes den endelige linjeføring med baggrundstagen i afsnit 6.

Det ønskes, at linjeføringen skal bestå af to kurveforløb med overgang herimellem omkring banestien. Kurvernes minimumsradius afhænger af kørselsdynamik samt sigtforhold [Vejregler, 2019]. I linjeberegningen er det valgt, at det er stopsigt og mødesigt, der ligger til baggrund for minimumsradiusen i kurverne. Ved opnåelse af mødesigt gives der mulighed for at overhale langsomtkørende køretøjer, og samtidigt undgå en dobbelt spærrelinje på vejen.

7.1.1 Minimums radius i horisontalkurver

Vejen dimensioneres af sikkerhedsmæssige årsager så tilfredsstillende oversigtsforhold opfyldes. På 2-sporede veje er stopsigt en nødvendighed.

Stopsigt er et udtryk for den afstand, hvorpå billisten af et køretøj skal opfatte en hindring, således køretøjet kan bringes til standsning inden kollision. Stopsigtslængden skal have samme længde som standselængden ved vejens dimensioneringshastighed $L_{s(V_d)}$ [Bolet, 2015]. Omfartsvejen har en planlægningshastighed på V_p=80 km/h, hvoraf dimensioneringshastigheden bestemmes til V_d=100 km/t [Vejregler, 2019].

Den mindste radius ved stopsigt er fundet til 897 m i bilag C.1. Ved beregning af stopsigt er der ikke taget hensyn til overhalning ved kødannelse. Dette forventes ikke på omfartsvejen.

I bilag C.1 er der fundet minimums radier for møde- og overhalningssigt, der er henholdsvis 1309 m og 8878 m. Det viser sig, at det er mødesigt, der giver den mindste radius udover overhalningssigt, og den er derfor dimensionerende. Beregningen er dog foretaget uden hensyntagen til stignings-/faldgradient i længdeprofilet, men der forventes ikke store vertikalradier og stigninger/fald. Der er dog valgt, at forøge minimusradiuset i horisontalkurver med 100 m, dermed 1409 m. Samtidigt er minimums radius blevet kontrolleret og godkendt i henhold til komfort i bilag C.1

7.1.2 Overgangskurver

Imellem horisontalkurverne skal der placeres overgangskurver, hvor det er valgt at benytte klotoider, hvor krumningen tiltager ved konstant hastighed indtil horisontalkurvens radius er opnået. Imellem de modsatrettede horisontalkurver, der mødes ved banestien, benyttes der sig af vendeklotoider. Dvs. to modsatrettede klotoider med samme uendelighedspunkt. Klotoiden beskrives med formel [Vejregler, 2019]:

$$L \cdot R = A^2 \tag{7.1}$$

L	Overgangskurvens længde [m]
R	Cirklens radius [m]
A	Klotoideparameteren

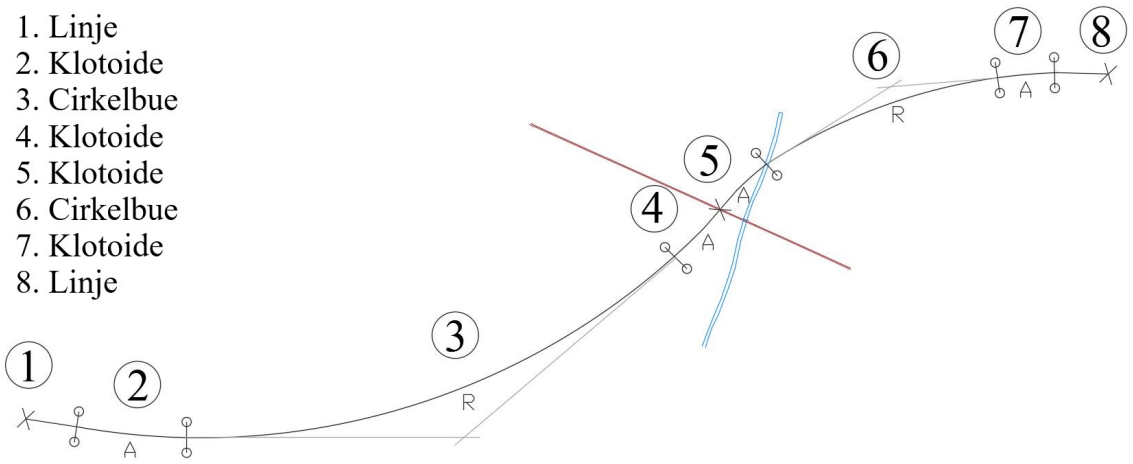
Jo mindre cirkelbuensradius er, jo større relativ klotoideparametre skal der vælges [Vejregler, 2019]. Vejledende værdier er opskrevet nedenunder:

- R < 300 - 400: 1/2 R ≤ A ≤ 2/3 R
- R < 4000-5000 m: 1/3 R ≤ A ≤ 1/2 R
- R > 4000 - 5000 m: 1/5 R ≤ A ≤ 1/3 R

Såfremt værdierne ligger indenfor intervallerne skaber det gode æstetiske og kørseldynamiske forhold

7.1.3 Tvangspunkter

For at bestemme vejens linjeføring tages der udgangspunkt i tre tvangspunkter. Det første tvangspunkt findes ved Ny Aabyvej, hvor der fastsættes en lige linje, der fortsætter i samme trace som vejen. Ligeledes findes et tvangspunkt ved Aabyvej, hvor der også fastsættes en lige linje fra punktet inden vejen påbegynder nordlig kurve. Det sidste tvangspunkt skal placeres ved banestien. Der fastsættes henover banestien to vendeklotoider med et tvangspunkt/mødepunkt i midten. På den østlige side af det fredede vandløb er det ikke muligt at forbinde et tvangspunkt med Aabyvej med den udregnede minimumsradius. Derfor fastsættes tvangspunktet på den østlige side af vandløbet i en afstand af 50 m, således der er mulighed for ændring af længdeprofilet for cykelstien (underføring af banestien). Linjeførigens hovedforløb kan ses på figur 7.1.



Figur 7.1. Figuren viser linjeføringens hovedforløb med indtegnet forløb af banestien (rød) og fredet vandløb (blå).

7.1.4 Beregning, NovaPoint

Linjeberegningen er udført i NovaPoint, og resultatet kan ses figur 7.1

Nr.	Type	Start radius (m)	Slut radius (m)	Længde (m)	Klotoide parameter	Start station	Slut station
1	Linje			7,8		0	7,8
2	Klotoide	0	1450	194	530	7,8	202
3	Cirkelbue	1450	1450	925		202	1127
4	Klotoide	1450	0	194	530	1127	1321
5	Klotoide	0	1450	179	510	1321	1500
6	Cirkelbue	1450	1450	754		1500	2254
7	Klotoide	1450	0	179	510	2254	2433
8	Linje			5,2		2433	2438

Tabel 7.1. Tabellen viser værdier for linjeføringens hovedforløb efter beregning i Novapoint.

Radier er godkendt, da de tillader stopsigt samt mødesigt. Ligeledes er klotoideparametrene godkendte, da de ligger indenfor følgende intervaller:

- $483{,}3 < 530 < 966{,}6$
- $483{,}3 < 510 < 966{,}6$

Ydermere giver størrelses forholdet mellem de to horisontalkurver god æstetik og sikkerhed, da de har samme radius.

Det er vigtigt at bemærke, at linje 1 og 8 samt dele af klotoide 2 og 7 er placeret på eksisterende vejstrækninger, da det er vurderet, at de kan indgå herpå uden betydningsfuld ændring af eksisterende anlæg. Linjeføringens værdier er påskrevet vejmodellen vist på tegning: "Tegning 01 - Oversigtskort" i tegningsbilaget.

7.2 Længdeprofil

Ved fremstilling af længdeprofilet for omfartsvejen tages der afsæt i linjeføringen, topografien og minimums vertikalkurver udregnet i bilag C.3. Topografien giver ikke anledning til store længdegradienter, og der er derfor i rapporten ikke regnet på dette. Der fastsættes dog, at det resulterende fald ikke overskrider 50 ‰. Ligeledes tages der hensyn til belægningstykkelsen og placeringen i terrænet efter muldafrømning. Ved udførelse af længdeprofilet vægter trafiksikkerhed mest, økonomi og jordarbejde mindre og æstetik mindst. Ligesom ved linjeføringen er der fastsat tvangspunkter og regler igennem længdeprofilet.

Der ønskes, at vejen er i afgravning ved dårlige jordbundsforhold, at vejen er tilstrækkeligt placeret over terræn ved fredet åløb og banestien, at vejen tilkobler ved Aabyvej ved kote 7,5 med en hældning på omkring 0 , at vejen ligger en tilpas højde over grundvandsspejlet, og at der er tilstrækkelig fald til afvanding i den nordlige del af området. Der stræbes efter vertikalkurver, der er mindst 10 gange så store som horisontalkurverne, og hvor der ikke tages hensyn til jordbundsforhold ønskes vejen placeret cirka 1 m over terræn af hensyn til æstetiske forhold. På tabel 7.2 ses resultatet af arbejdsgangen i NovaPoint:

Nr.	**Type**	**Radius (m)**	**Start station**	**Slut station**	**Start kote**	**Slut kote**	**Gradient (‰)**
1	Linje		0	932	3.50	3.93	0,5
2	Cirkelbue	-15.000	932	955	3.93	4.02	
3	Linje		955	1.942	4.02	6.04	2,0
4	Cirkelbue	-15.000	1.942	2.014	6.04	6.37	
5	Linje		2.014	2.069	6.37	6.75	7,1
6	Cirkelbue	30.000	2.069	2.285	6.75	7.5	
7	Linje		2.285	2.438	7.5	7.5	0

Tabel 7.2. Tabellen viser oversigten over vertikalforløbet af omfartsvejen. Negative radiererkonvekse cirkelbuer.

På tabel 7.2 ses det, at vejens vertikalforløb sker uden store længdefald eller ændringer heraf. Dette skyldes terrænets flade natur, og på baggrund er der lavet korte vertikalbuer med store radier, der forsigtigt ændrer hældningen af vejen i henhold til terrænet. Optegning af længdeprofilet kan findes i tegningsbilaget, "tegning 02 - Længdeprofil 1, Omfartsvej", "tegning 03 - Længdeprofil 2, Omfartsvej" og "tegning 04 - Længdeprofil 2, Omfartsvej".

7.2.1 Tværfald og vendestrækninger

I bilag C.4 bestemmes tværfaldet til 25 ‰, og det bestemmes, at vendestrækningerne kan placeres i overgangskurverne/klotoiderne i linjeføringen. Udregningen er foretaget med henblik på, at vendestrækningen ophører i det punkt, hvor klotoiden opnår radius 4000 m.

Overblik over tværfald og vendestrækninger kan ses på tabel 7.3.

Start station	**Slut station**	**Venstre Kørebane [‰]**	**Højre kørebane[‰]**
-0	6,1	-25	-25
6,1	71,1	Vendestrækning	
71,2	1.255,5	-25	+25
1.255,5	1332,1	Vendestrækning	
1332,1	1332,1	-25	-25
1332,1	1388,7	Vendestrækning	
1388,7	2367,0	+25	-25
2367,0	2433,6	Vendestrækning	
2433,2	2438	-25	-25

Tabel 7.3. Overblik over tværfaldet gennem linjeføringen. Vendestrækninger udføres som forskudt vipning.

Belægning 8

Ved dimensionering af belægning på omfartsvejen tages der udgangspunkt i tre metoder, katalogmetoden, den analytiske-empiriske metode og simulering. Den analytiske og simulerings metoden udføres i MMOPP. Metoderne er valgt på baggrund af omfanget af vejanlægget, hvor omfartsvejen er vurderet som et mellemstort anlæg. Ved mellemstore anlæg benyttes enten en computer simulering (MMOPP) eller en analytisk-empirisk metode, hvor der dog i rapporten er valgt at udføre begge. På baggrund af manglende forundersøgelser er der yderligere valgt, at lave en dimensionering ved hjælp af katalog metoden [Bolet og Busch, 2016]. Katologmetoden benyttes til at give et skøn af vejbefæstelsen, hvorefter der vha. den analytiske-empiriske metode optimeres i henhold til levetid og senere kontrolleres eller optimeres der i henhold til den gradvise nedbrydning af vejen vha. simulering. Vejbefæstelserne er blevet dimensioneret ud fra en fremskrivning af trafiktællingen med fokus på lastbiltrafikken. Fremskrivningen indebærer en vis usikkerhed, da der på nuværende tidspunkt igennem Aabybro ikke er gode forhold for lastbilerne, hvilket en omfartsvej kan ændre på. Dette tager dimensioneringen højde for ved at overdimensionere vejens befæstelse; der benyttes en højere trafikklasse end beregnet nødvendig. Detaljerede beskrivelser af belægningsdimensionering findes i bilag D.

Der er i bilag D vurderet, at der skal anlægges tre typer befæstelser henover forskellige arealer med trafikbelastning svarende til type T3. Oversigt over de tre befæstelsestyper og deres dimensionerede lagtykkelser kan ses på tabel 8.1. På tabel 8.2 ses fordelingen igennem linjeføringen. Der er under dimensioneringen valgt at benytte ens materialer i alle befæstelsestyperne for at forenkle anlægsarbejdet. Ligeledes anvendes lagtykkelser i interval $\pm$ 5 mm for at forenkle anlægs-/kvalitetssikringsarbejdet. Såfremt der er uoverensstemmelse mellem længdeprofil og muldafrømning fyldes resterende med bæredygtigt afgravet jord eller bundsikringssand.

	Materiale	Type 1	Type 2	Type 3
Slidlag	Asfalt-beton (160/220)	25 mm	25 mm	25 mm
Bundet bærelag 1	Grusasfaltbeton 0 (70/100)	40 mm	40 mm	40 mm
Bundet bærelag 2	Grusasfaltbeton 1 (70/100)	55 mm	55 mm	65 mm
Ubundet bærelag	Stabilgrus I	205 mm	175 mm	175 mm
Bundsikring	Sand	0	305 mm	495 mm
Samlet tykkelse		325 mm	600 mm	800 mm

Tabel 8.1. Oversigt over materialer og tykkelser for dimensionerede vejbefæstelser for type 1, type 2 og type 3.

Type	Længde (m)	Start station (m)	Slutstation (m)
2	300	0	300
1	415	300	715
2	920	715	1635
3	734	1635	2438

Tabel 8.2. Oversigt over befæstelsestyper og placering i linjeføringen

Belægningstyperne er skitseret visuelt i tegningsbilaget: "Tegning 11 - Detaljemappe, normaltværsnit". Derudover er de vist på samtlige normaltværsnit i tegningsbilaget.

Afvanding 9

For at sikre trafikafvilking- og sikkerhed samt en stabil vejkasse er det vigtigt, at der laves en afvandingsplan for vejen. Afvandingsplanen skal tilpasses de lokale forhold samtidig med, at der sikres en bæredygtig økonomisk omkostning, både ved anlæggelse og vedligeholdelse. I bilag E præsenteres problematikkerne i lokalområdet, hvor der herudfra bestemmes en afvandingsløsning og en afvandingsplan.

Omfartsvejen bliver i bilag E delt i to strækninger, et nordligt og et sydligt område. Der er for omfartsvejens nordlige tracé antaget, at kommunen ikke vil give tilladelse til nedsivning af vejvand. Derudover at udledning til recipient sker igennem et filtrerende element. Dette skyldes hovedsageligt, at vejvandet fra omfartsvejen kan have en negativ påvirkning på drikkevandsinterresser samt den kemiske og økologiske tilstand af det fredede åløb.

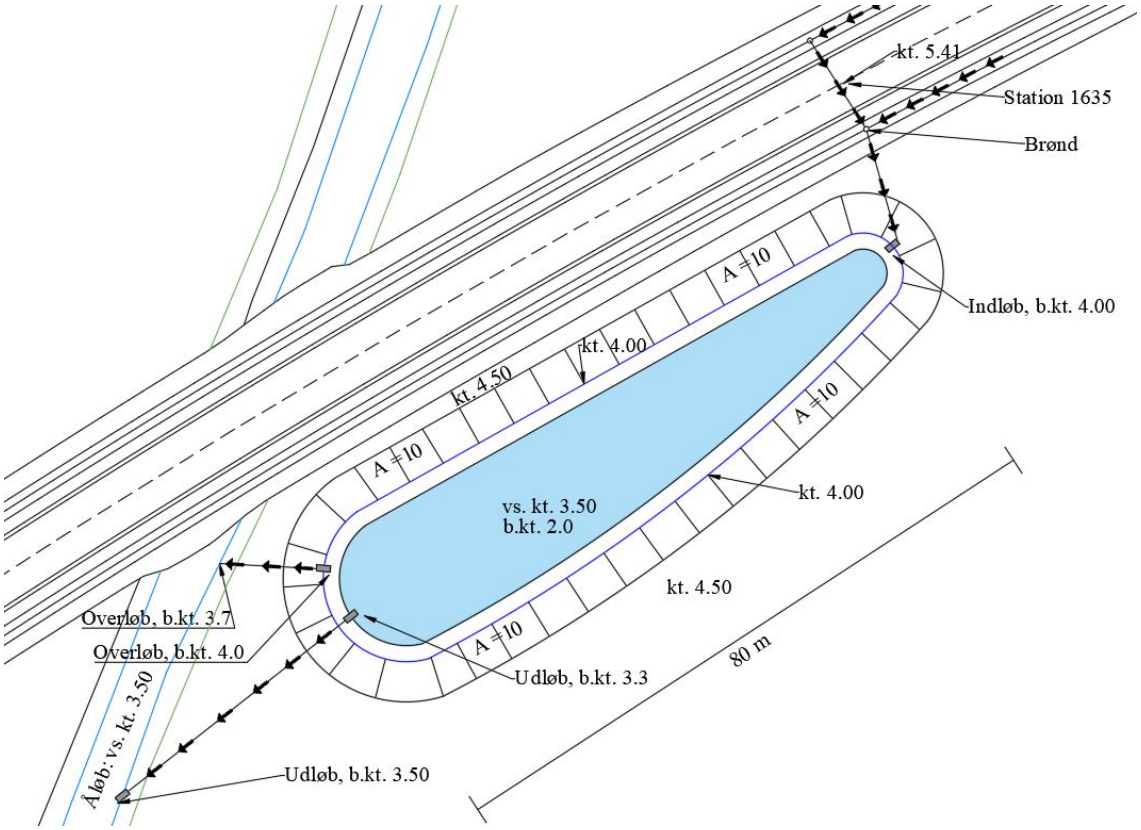
I dette område, ved hjælp af trug og dræn, ledes vandet videre mod det sydlige område samt et regnvandsbassin placeret tæt ved åløbet. Drænet benyttes som hovedledningen for området, og der etableres spulebrønde pr. 100 m. Skitse af trug og dræn findes i bilag E. Under udløbet i det sydlige område og i bassinet udføres der erosionssikring i form af grus.

I det sydlige område, hvor det vil være muligt at nedsive, etableres der nedsivningsgrøfter, der har den nødvendige kapacitet til at afvande hele omfartsvejen. Samtidigt sikrer grøfterne, at trafiksikkerheden er overholdt; grøften kan indgå som en del af sikkerhedszonen. Skitse af grøft findes i bilag E. Ved krydsning af vandløb etableres der kantopsamling vha. en asfaltsvulst således vandet ikke udledes til recipient. Kantopsamlingens ledningsnet tilkobles det af truget via. brønde placeret i vejkanten. På figur 9.1 ses resultatet af bilag E.

Start Station	**Slut Station**	**Afvandingsprincip**
0	1460	Nedsivningsgrøft *
1460	1545	Trug/dræn ⇑
1545	1560	Kantopsamling ⇑
1560	1635	Trug/dræn ⇑
		Forsinkelsesbassin *
1635	2438	Trug/dræn ⇑

Tabel 9.1. Oversigt over afvandingsprincipper og hvilke stationeringer de dækker over. Pil viser afvandingsretningen, og stjerne viser hvor vandet udledes/nedsives

Regnvandsbassinet er dimensioneret i henhold til opsatte design parametre i bilag E.4. I bilaget er opstuvningsvolumen beregnet til 408 m^3 i henhold til regnmængder fra trug og dræn ved station 1635. Principper i forsinkelsesbassinet er skitseret på figur 9.1.



Figur 9.1. Figuren viser skitseringen af forsinkelsesbassinet med vejmodel og åløb indtegnet. Trugbrønd er vist som placeret midt i truget. Pile viser afløbsretningen i rør. vs.kt: vandspejlskote, b.kt: bundkote, kt: kote

Derudover er det på baggrund af antagede boreprofiler, præsenteret i bilag D, vurderet, at det ved underbundstype 3 er nødvendigt at etablere bundsikringsdræn. Mængden af ler i boreprofilet gør, at der vil være stor chance for opstuvning af vand og frostproblematikker i befæstelsen. Der etableres Ø85 mm drænrør i begge vejsider. Drænrørene etableres mellem station 1635 og 2438, og afsluttes ved brønd nærmest station 1635.

Afvandingsprincipper er vist i tegningsbilaget. Der henvises til tegninger 5-11.

Detail Aabyvej 10

I afsnittes bestemmes en linjeføring, længdeprofil, belægning og afvandingplanen for Aabyvej. Derudover bestemmes krydsudformningen mellem Aabyvej og den nye omfartsvej.

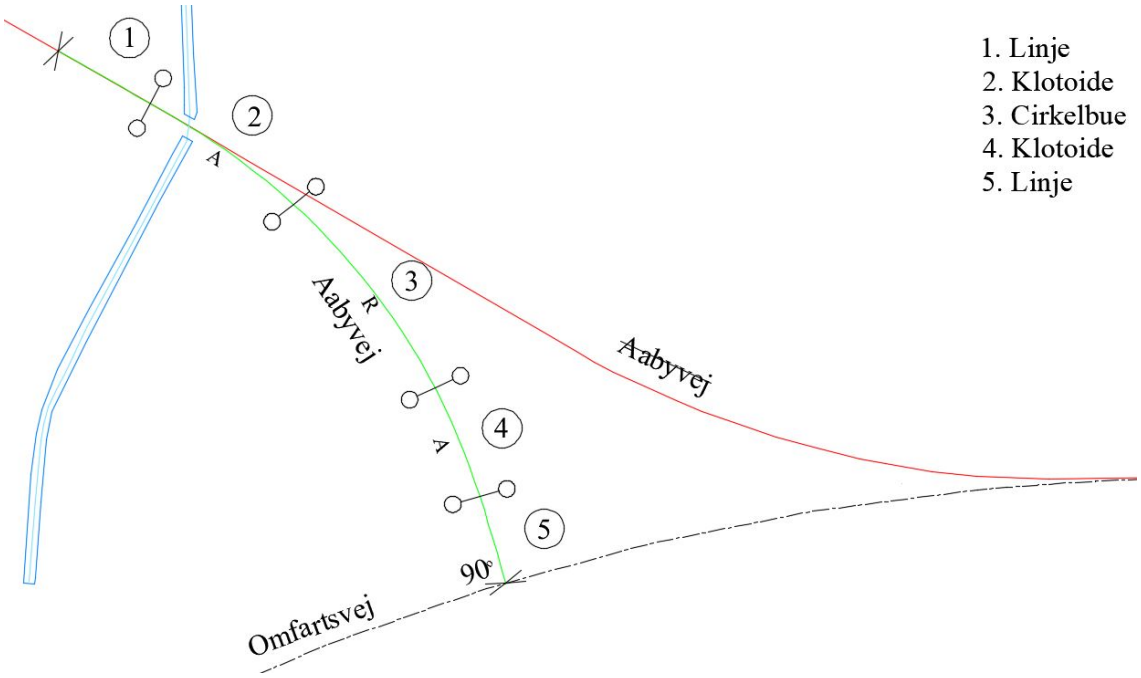
10.1 Linjeføring

Omfartsvejen skal være den primære vej, og Aabyvej skal derfor tilsluttes. Ved placering af tilslutningen er der taget hensyn til minimal nedbrydning af eksisterende vej og fremtidige sigt- og komfortforhold. For at minimere nedbrydning af den eksisterende del af Aabyvej placeres tilslutningen i nord tæt på Biersted. Det vil være mest hensigtsmæssigt at placere tilslutningen i en konveks cirkelbue af omfartsvejen, og mest uhensigtsmæssigt at placere den i en konkav cirkelbue. Den konvekse cirkelbue, der fremgår af længdeprofilet for omfartsvejen, er vurderet placeret for langt mod nord. Der vælges derfor at tilslutte Aabyvej ved station 1.917, hvor der er placeret en linje i det vertikale forløb for omfartsvejen.

Tilslutningens placering i den horisontale cirkelbue skal ligeledes placeres hensigtsmæssigt og placeres således, at der opnåes rimelige sigtforhold til begge sider heri; retning mod cirkelbuens centrum er optimalt. Minimum heraf er 72^o fra primærvejens centerlinje.

På nuværende Aabyvej påbegyndes en horisontalkurve kort før mødet med omfartsvejen. Kurven er modsatrettet det af omfartsvejen, så den kan ikke bruges i det fremtidige forløb. Før buen er der placeret en linje, der benyttes til at finde en linjeføring, der passer til de opstillede krav. Der forudsættes, at der herfra skal gå en klotoide, en cirkelbue, en klotoide og ende i en linje inden omfartsvejen.

Minimums radius af horisontalkurven bestemmes i henhold til komforten, hvor det sigtfrie sideareal bestemmes efterfølgende. Ved beregning af minimums radius anvendes formel C.4 fra bilag C.2. Heri indsættes den maksimalt tilladelige sidefriktionskoefficent for planlægningshastighed 80 km/t samt en sidehældning på 25 ‰. Minimums radius er fundet til 380 m. På tabel 10.1 kan resultatet af arbejdsgangen i NovaPoint ses.



Figur 10.1. Figuren viser princip for omdannelsen af tracé for Aabyvej. Rød markerer det gamle tracé og grøn markerer det nye, 1: Klotoide, 2: Cirkelbue

Nr.	Type	Start radius (m)	Slut radius (m)	Længde (m)	Klotoide parameter (A)	Start station	Slut station
1	Linje			45		0	45
2	Klotoide	0	400	193	170	45	117
3	Cirkelbue	400	400	238		117	355
4	Klotoide	400	0	72	170	355	427
5	Linje			6		427	433

Tabel 10.1. Tabellen viser værdier for den nye linjeføring af Ny Aabyvej. [Mål i m]

Ved brug af formel C.1 i bilag C.1 kan afstanden til sigthindrende objekt findes for videre at finde afstanden fra vejen, hvor der skal etableres et sigtfri område. Kørebanemidte til sigthindrinde objekt, d, findes til 8,7 m, hvilket forudsætter, at der etableres et sigtfri sideareal, inklusiv afvandingsareal, på 6,45 m.

10.2 Afvanding og belægning

Det nuværende afvandningssystem på Aabyvej er en kombination af nedsivning og udledning til recipient. Det formodes, at kommunen giver tilladelse til at udføre samme system på den nye strækning på baggrund af, at mængden af vej, der skal nedbrydes, udligner det af den nye strækning.

Der udføres grøfter af samme type som ved omfartsvejen, der henvises til bilag E. Grøfterne etableres i længdeprofilet, såfremt det er muligt, med hældning imod det fredede åløb.

Ligeledes etableres sidehældningen af vejarealer med fald på 25 ‰, og rabat udføres med fald på 50 ‰.

Belægningen udføres som befæstelsestype 3, beskrevet i bilag D. Der tages med brugen af denne type hensyn til dårlige jordbundsforhold i området. Ligeledes forventes det, at jord opgraves til en dybde under silt inden påfyldning.

10.3 Længdeprofil

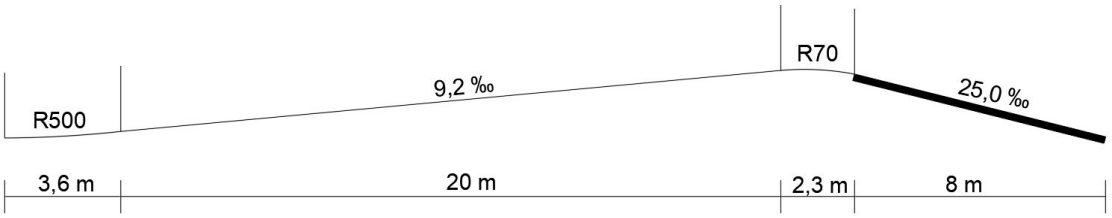
Længdeprofilet af den eksisterende Aabyvej tvinger startkoten af den nye strækning til at påbegynde i kote 5,50. Den tidligere vej var placeret 0,5 m over terrænnet i kote 5,00. Herfra stiger området til kote 5,5 inden tilslutningen med den nye omfartsvej, der har kote i 6,07. Der stræbes efter, at der etableres hældning imod den eksisterende del af Aabyvej for at behjælpe afvandingen beskrevet i afsnit 10.2. Der tages i vertikalgeometrien ikke hensyn til jordbundsforhold, og vejen etableres mindst 0,5 m over terræn af æstetiske grunde.

Ved tilslutningen til Aabyvej ønskes der etableret et lavt promille fald i længdeprofilet for at give en blød overgang fra sekundærvejen til primærvejen, differencen herimellem skal ikke overskride 50 ‰. På tabel 10.2 ses resultatet af arbejdsgangen i NovaPoint.

Nr.	**Type**	**Radius (m)**	**Start station**	**Slut station**	**Start kote**	**Slut kote**	**Gradient (‰)**
1	Linje		0	204	5.50	5.50	0,0
2	Cirkelbue	-15.000	204	234	5.50	5.53	
3	Linje		234	416	5.53	5.89	2,0
4	Cirkelbue	-500	416	420	5.89	5.92	
5	Linje		420	431	5.92	6.07	12,9
6	Cirkelbue	80	431	433	6.07	6.07	

Tabel 10.2. Tabellen viser oversigten over vertikalforløbet af den nye Aabyvej strækning. Negative radier er konvekse cirkelbuer.

For at sikre gode sigtforhold, god æstetik og komfort er der i afslutningen af længdeprofilet etableret et knæk, en hvilestrækning samt et afrundsknæk. Skitse af dette kan ses på figur 10.2. Dette gøres for at sikre, at regnvand ledes væk fra krydset samt at der undgåes et uheldigt knæk inden udkørsel på omfartsvejen.



Figur 10.2. Figuren viser en skitse i ukorrekte målestoksforhold af vertikalgeometrien for Aabyvej ved tilslutningen med omfartsvejen. Forstærkning 10. [mål i m]

10.3.1 Vendestrækninger

I bilag C.4 er vendestrækningernes længde udregnet. Det vil ikke være muligt at placere forskudt vipning i de to klotoider, da klotoide parameteren er for lav. Klotoiderne opnår en radius på 4000 m efter en længde på 7 m, hvilket ikke er sammenhængende med de 66,6 m, der udgør vendestrækningen. Ved den første klotoide vælges det at udføre vipningen på linjen før. Ved den anden klotoide vil det være muligt, at starte vendestrækningen ved starten af tilslutningen med omfartsvejen. Det er dog vurderet bedst, at vedligeholde afvandingen i krydset, og vendestrækningen udføres dermed efter krydset, 25 m. Dermed kompromis med komfort frem for trafiksikkerhed. På tabel 10.3 ses overblik over vendestrækningerne.

Start station	**Slut station**	**Venstre Kørebane [‰]**	**Højre kørebane[‰]**
-14,4	52,2	Vendestrækning	
52,2	341,4	+25	-25
341,4	408	Vendestrækning	
408	433	-25	-25

Tabel 10.3. Overblik over tværfaldet gennem linjeføringen for Aabyvej. Vendestrækninger udføres som forskudt vipning.

10.4 Kryds, Aabyvej - Omfartsvej

Ved valg af krydstype er alle krydstyper involveret, hvor den mest hensigtsmæssige benyttes. Der er fokuseret på trafiksikkerhed, fremkommelighed og økonomi. Det er valgt, at udforme et prioriteret vejkryds på baggrund af, at omfartsvejen vil være en udpræget hovedretning med relativ lav trafikintensitet både på omfartsvejen og sekundærvejen (Aabyvej). Samtidigt vil de økonomiske omkostninger ved anlæggelse af t-kryds være lave i forhold til andre krydstyper [Vejregler, 2018].

10.4.1 Dimensionerende trafiktal og kapacitet

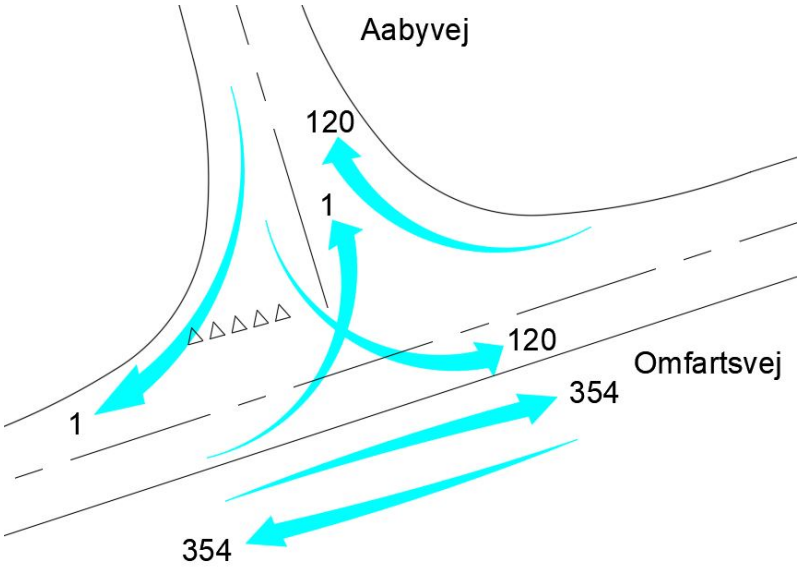
For at bestemme de dimensionerende spidstimer i krydset mellem Aabyvej og den nye omfartsvej benyttes den 100. største time ved direkte beregning. Det forventes, at der på begge veje er en udpræget mængde bolig-arbejdstrafik selvom opregnings faktorerene fra tidligere bilagsafsnit antyder andet. Ved bolig-arbejdstrafik svarer den 100. største time til 13,3 % af ÅDT'en. Den fremskrevne ÅDT benyttes som den dimensionerende spidstime [Vejdirektoratet, 2015a]. Resultat af beregning kan ses på tabel 10.4.

	ÅDT-2038 (pe)	**Spidstime (pe)**
Omfartsvej	5331	709
Aabyvej	1823	242

Tabel 10.4. Beregnede spidstimer for den nye omfartsvej og Aabyvej

På baggrund af observerede kvarters fordelinger under trafiktællingen vil det være muligt at give et skøn på spidskvarterer. Der vurderes dog, at den observerede fordeling er forårsaget af tilfældigheder pga. trafikkens karakter, og der anvendes derfor spidstimer ved kapacitetsberegning.

På baggrund af observeret trafik besluttes det, at retningsfordelingen henover spidstimen fordeler sig jævnbyrdigt på både primærvej og sekundærvej. Samtidigt vurderes det, at vejene ikke giver anledning til lokale trafik sammenhæng herimellem. Ved forestillingen om, at en trafikant bevæger sig fra en tilfældig station på Aabyvej med ærinde i sydøstgående retning gives der i de fleste tilfælde ikke anledning til at benytte omfartsvejen; trafikanten vil benytte lokale fordelingsveje. Ligeledes vil en trafikant fra sydøstlig retning med ærinde i Aabybro sjældent benytte omfartsvejen. Retningsfordelingen i krydset kan ses på figur 10.3.



Figur 10.3. Figuren viser trafikintensitet i krydset mellem Aabyvej og omfartsvejen fordelt henover spidstimen. [værdier i pe]

Ved beregning af kapacitet anvendes programmet DanKap [Vejregler, 2020], hvor værdier fra figur 10.3 indsættes. Der regnes uden kanaliseringskanaler og uden vigen for lette trafikanter. Ligeledes regnes der med, at tilslutningen fra Aabyvej sker igennem én vejbane for både højrekørende og venstrekørende trafikanter. Programmet finder en middelforsinkelse pr. køretøj (Kt) pr. vejbane og en kølængde pr. vejbane. Resultatet kan ses på tabel 10.5.

	Middelforsinkelse, t (sek/Kt)	**Kølængde, n (Kt)**
Omfartsvej, Venstre/ligeud	3	1
Omfartsvej, Højre/ligeud	3	2
Aabyvej	14	2

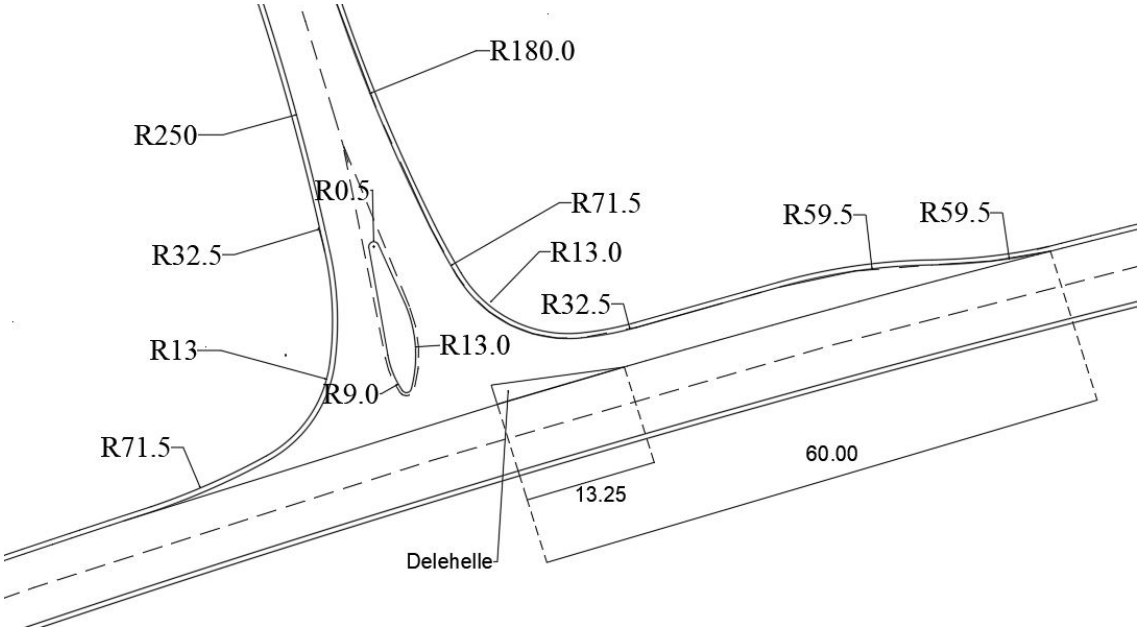
Tabel 10.5. Resultat af DanKap beregninger: middelforsinkelse og kølængde.

Der kan på tabel 10.5 ses, at der pga. en lille trafikmængde ikke opstår store middelforsinkelser og kølængder i krydset selvom der ikke er beregnet med kanaliseringskanaler. Det vurderes derfor ikke nødvendigt at etablere heller eller indsvingsningsspor på primærvejen. For at forbedre trafiksikkerheden dimensioneres et højreudsvingsspor med en deaccelerationsstrækning fra omfartsvejen til Aabyvej samt en delehelle. Derudover etableres der en sekundærhelle på sekundærvejen, igen pga. trafiksikkerhed.

10.4.2 Geometri

Sættevognstog er valgt som det dimensionsgivende køretøj i krydset. Selvom der på Aabyvej ikke ønskes denne type køretøjer er det vurderet, at forekomsten af denne type kan ske i tilfælde af varelevering til Aabybro's butikker eller lign.. Krydset ønskes dog udformet således, at pladsbehovet lige akkurat er tilfredsstillet. På denne måde gøre Aabyvej mindre attraktiv.

Afrundningkurver udføres med tre cirkelbuer beregnet i bilag F.3. Den højreudsvingsbane udføres med en kilestrækning og en hellestrækning uden kantstensafgrænsning, For at give kilestrækningen et harmonisk udtryk samt en bedre trafiksikkerhed udføres breddeudvidelsen med to modsatvendte cirkelbuer. Kilestrækningens længde er beregnet til 46,75 m i bilag F.2 med en hellestrækning på 13,25 m. Dermed en decelerationsstrækning på 60 m. Denne strækning etableres med 50 ‰ fald på køresporet. Resterende vejarealer bliver udført med 25 ‰ fald. I bilag F.1 er sigtforholdende kontrollet.



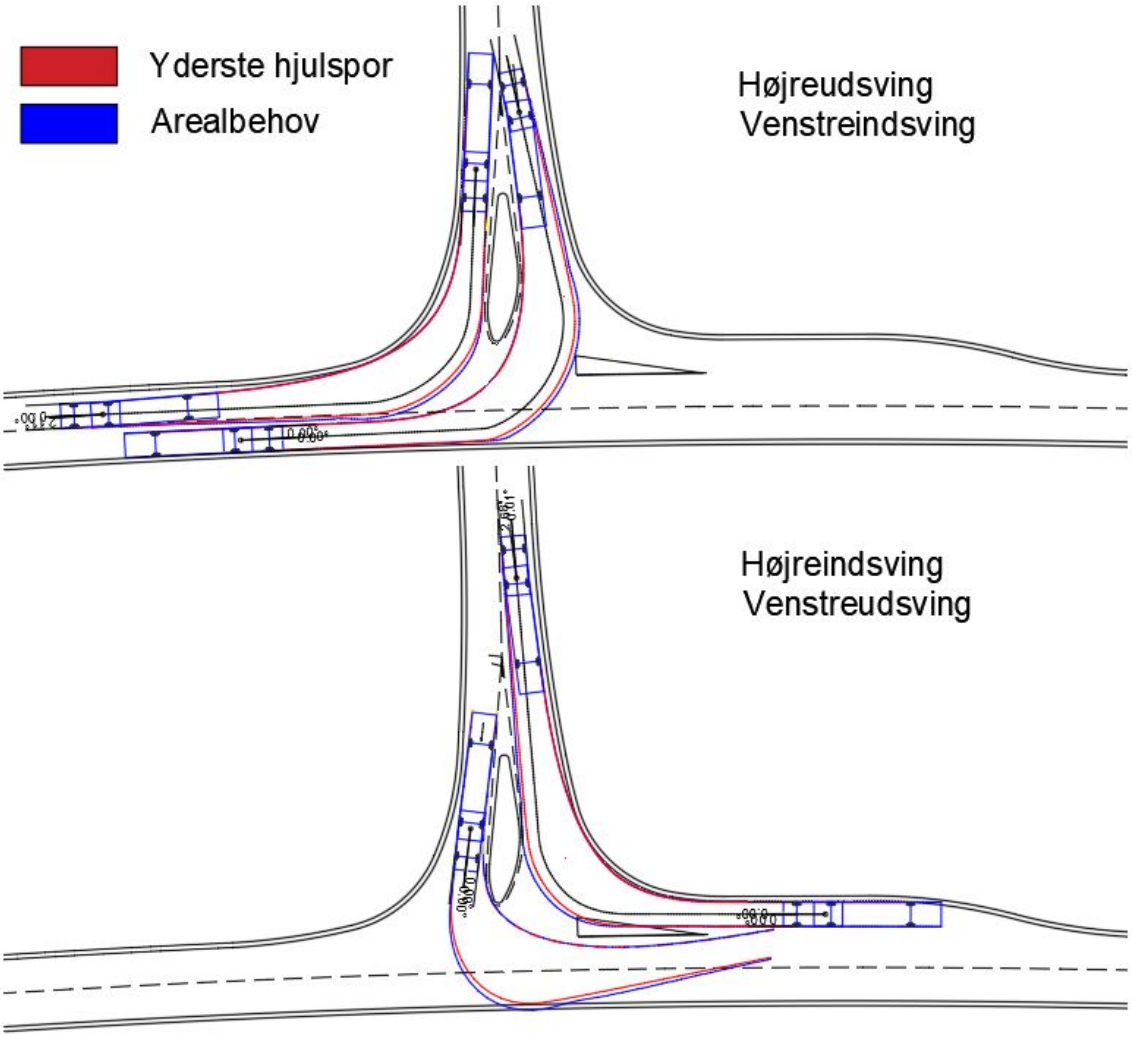
Figur 10.4. Figuren viser krydset mellem Aabyvej og omfartsvejen. Radier for vejens begrænsningslinjer er vist for køresporsafgrænsningen. For sekundærhellen er de vist for kantstensbegrænsningen. [Mål i m]

Sekundærhellen etableres som dråbehelle med kantstensbegrænsning med 5 cm opspring, der gør det muligt for store køretøjer at udnytte bagende-/forendeudsvinget uden risici i modsatte kørespor. Denne er dimensioneret i bilag F.2. For at tage hensyn til det optagede

areal af dråbehellen udføres der breddeudvidelse af Aabyvej med radius 250 m i højre kørebane og 180 m i venstre kørebane. Resultatet af bilag F er opsummeret på figur 10.4.

Derudover er der fremstillet en figur med indtegnede arealbehovskurver, figur 10.5. På figuren ses, at der opstår konflikt i modsatte kørespor ved udsving i sydgående retning (højreudsving). Det er dog vurderet respektabel, da tilfældet ikke forventes udført ofte jævnfør figur 10.3.

Nogle kørekurver har ligeledes arealbehov udenfor køresporet, men der opstår ikke konflikt med andre kørespor. Bagende- og forendeudsvinget sker i rabat.



Figur 10.5. På figuren er arealbehovskurver indsat i krydset for sættevognstog. Venstreudsving er udført som køremåde A, resterende er køremåde B.

Ny Aabyvej 11

Tilslutningen fra omfartsvejen til Ny Aabyvej foregår direkte imellem vejene. Ny Aabyvej's nuværende hovedformål er at fordele trafikken i industrikvarteret samt fordeling til et mindre boligkvarter på Knøsgaardvej. På strækningen er der i alt otte vejtilslutninger, hvilket kan vise sig at blive et problem for den fremtidige trafikafvikling mod omfartsvejen.

Såfremt omfartsvejen bliver en realitet anbefales det, at Ny Aabyvej udbygges fra en 2-sporet til en 4-sporet vej. Dette skal gøres for at forhindre knudepunktsproblematikker i de otte tilslutninger på vejen. Omfartsvejen vil trække meget ny trafik henover strækningen, og vil blive et knudepunkt mellem adgangen til Aabybro og adgangen videre mod øst. Problemet opstår især ved tilslutningen på Østergade samt Knøsgaardvej, markeret på figur 11.1. På Knøsgaardvej kan der i fremtiden forventes øget trafik pga. byudviklingen i den østlige del af Aabybro, se evt. tidligere afsnit 4.4. På Østergade, del af hovedgaden igennem Aabybro, er der på nuværende tidspunkt megen trafik i forhold til de nuværende krydsforhold. Krydset er flere gange i løbet trafiktællingsperioden blevet observeret overbelastet. Venstre indsving fra Ny Aabyvej er udført uden en primær kanalisering, og der er derfor ikke en køstrækning. Dette fører til, at sporet mellem krydset og rundkørslen, og nogle gange videre ind i køresporet i rundkørslen, er blevet fyldt, hvilket forhindrer kørsel videre af Ny Aabyvej. Ved at omdanne Ny Aabyvej til en 4-sporet strækning vil forbikørsel af venstresvingende køretøjer være muligt.

Ved genbrugspladsen på Ny Aabyvej opstår der ligeledes, på baggrund af lokalkendskab, en problematik, da der ofte skabes stillestående kø på Ny Aabyvej. Ved anlæggelse af en 4-sporet vej sikres det, at køen kan blive forbikørt. Det anbefales dog, at genbrugspladsens kapacitet samtidigt øges således problematikken i sig selv undgåes.

Samtidigt anbefales det, at kontrollere kapaciteten af rundkørslen i henhold til de nye trafikmængder omfartsvejen vil danne, evt. foretage en trafiktælling heraf. Der kan i den forbindelse overvejes om der skal anlægges shuntspor ved udkørsel fra Ny Aabyvej i nordlig retning. Ligeledes anbefales kontrol og analyse af krydset mellem Ny Aabyvej og Østergade med henblik på omlæggelse heraf.

På figur 11.1, roter 90^o, er udvidelsen af Ny Aabyvej skitseret med vejbredder på 3,5 m, og krydskurver er lavet i henhold til sættevognstog. Skitsering har ikke taget hensyn til vejregler. På figuren ses det, at det er muligt at udvide vejen uden uheldige komplikationer med nærværende matrikler og bygninger. Bemærk at Ny Aabyvej i forvejen en bredt tværprofil, mellem 8 m og 9 m.

Figur 11.1. Figuren kræver rotation. Figuren viser en skitse for princip af udvidelse af Ny Aabyvej henover et ortofoto af nuværende forhold. Fra 2-sporet til 4-sporet. [SDFE, 2020]

Vejudstyr 12

I afsnittet beskrives og dimensioneres skilte, autoværn og kørebaneafmærkning.

12.1 Autoværn

Der skal ved krydsningen med det fredede åløb placeres autoværn på begge vejsider. Autoværnet skal have en længde på 15 m baseret på skråningsforløbet af åløbet på 11 m. Hertil tillægges 2 m på hver side. Autoværnet placeres 1,115 m fra yderkanten af kantbanen, 0,5 m fra asfaltsvulst ved kantopsamling. Autoværnet placeres her, da det sikrer, at påkørselsvinklen er minimal, 20^o. Der tillægges et areal uden skråning mod åløbet jævnfør arbejdsbredden.

Autoværnet skal være i en høj styrkeklasse, da der skal sikres, at der ikke sker olieudspild eller lign. ved påkørsel. Der skal være minimal chance for, at et køretøj ved påkørsel ender i åløbet. Styrkeklassen fastsættes til H3.

Risikoklassen beskriver forholdet mellem den maksimale deceleration i uheldstilfælde og den deceleration, der normalt vis ikke pådrager personskade. Ved den valgte risikoklasse, A, er forholdet 1,0. Dette sikrer lav risiko for personskade. Der er givet et bud på et muligt autoværn i henhold til producenten NordProfil A/S, se tabel 12.1 [Nordprofil, 2020]. Autoværnet placeres i begge vejsider mellem station 1545-1560.

Saf3Star 351 - Nordprofil A/S	
Styrkeklasse	H3
Sikkerhedsklasse	A
Arbejdsbredde	1,7 m
Bredde	0,51
Højde	1,0 m
Stolpeafstand	1,12 m

Tabel 12.1. Anbefalet autoværn [Nordprofil, 2020]

12.2 Skiltning og afmærkning

Kørebaneafmærkningen på dimensionerede kørearealer udføres i termoplast med refleksionsklasse R2. I krydset mellem Aabyvej og Omfartsvejen udføres både skiltning og kørebaneafmærkning i refleksiosklasse R4 [Nielsen og Wraae-Bess, 2018]. Ved læsning af afsnittet henvises der til tegningsbilag: "tegning 12 - Skilte og afmærkningsplan, kryds".

12.2.1 Omfartsvej

På omfartsvejen udføres der ubrudt kantlinje, Q.46, ved skellet mellem vognbane og kantbane. I hovedretningen ved kryds fortsættes kantlinjen igennem og udføres punkteret, Midtlinjen udføres som Q.41. [Vejdirektoratet, 2017]

Omfartsvejens tracé foregår hovedsageligt ved kurvekørsel, og kantafmærkningspæle, N.41, placeres derfor pr. 50 m i både yderside og inderside. [Vejdirektoratet, 2017]

100 m inden krydset placeres der i begge vejsider en pilvejviser, der peger i sekundærvejens retning.[Vejregler, 2017c]

Ved indgangen til Aabybro placeres tavle E55. Det anbefales, at etablere en byport eller indsnævring af vejbanen ved indgang til byen. Dette anbefales gjort, da bygninger og bevoksning på Ny Aabyvej ikke har karakter af byområde, og billister vil derfor have svært ved at opfatte zoneskiftet naturligt og dermed hastighedstilpasse. [Vejdirektoratet, 2017]

12.2.2 Aabyvej

På Aabyvej placeres kantafmærkningspæle, N.41, pr. 33,3 m pga. kurvekørsel med radius 400 m. Der udføres ubrudt kantlinje, Q.46, langs kantbanen, og denne afsluttes ved kryds. [Vejdirektoratet, 2017]

På sekundærhellens nederste del mod sekundærvejen placeres skilt D.15-3, påbudt kørselsretning, sammen med kantaafmærknings skilt N.42-3. 3 betegner højre pil retning. D.15 udføres som Ø50 cm, og N.42 udføres som 50x15cm. [Vejdirektoratet, 2017]

På sekundærhelles øverste del placeres et hellefyr, P.11. Fyret udføres med en højde over kørebanekant på 0,9 m og som Ø250cm. [Vejdirektoratet, 2017]

Ubetinget vigepligts tavle, B.11, opsættes 1 m fra hellens toppunkt længst muligt mod højrekørebane. Tavlen placeres også i højre rabat, samme stationering. Der forvarsles ligeledes for den ubetingede vigepligt ved at placere tavle B.11 med undertavlen U.11 i begge vejsider 250 m fra vigepligten. Vigepligten afmærkes på kørebanen 1 m fra starten af Aabyvej (afslutning af kantbanen på omfartsvejen) med afmærkning S.11. 150 m inden krydset placeres en G-14 tavle, diagramorienteringstavle for T-kryds. [Vejregler, 2017c] [Vejdirektoratet, 2017]

Der udføres fra hellens bagerste kant og 22,5 m langs sekundærvejens midtlinje en dobbelt spærrelinje, Q44/Q.44, i kombination med hellens spærreflade, Q.45. Længden af hellens

spærreflade findes i henhold til geometrien heraf, se bilagsafsnit F.2. I forlængelse heraf udføres en varslingslinje på 30 m, Q.41/42. Resterende midtlinje udføres som Q.41. [Vejregler, 2017c]

Delehellen ved højreindsvingsspor udføres med spærreflade Q.45. I indsvingsporet placeres der en passende mængde højreindsvingspile , R.11.5.

Ved venstre hjørneafrunding placeres pilevejviser med retning mod omfartsvejens venstreindsvingende trafik. Ligeledes placeres pilevejvisere direkte overfor vigepligtslinjen i primærvejens rabat. [Vejdirektoratet, 2017]

Tilslutninger og krydsninger 13

Der er i rapporten afgrænset fra dimensionering af ændringer til eksisterende bygværker og vejanlæg udover Aabyvej, der har konflikt med den dimensionerede omfartsvej. I afsnittet er der beskrevet henvisninger og forudsætninger til krydsende anlæg.

Ved vejtilslutning, f.eks adgangsvej til mark, føres linjeføringen heraf med en tilslutningsvinkel på 90^0 til omfartsvejen. Ved tilslutninger ved stationer, hvor der er etableret nedsivningsgrøft udføres overgangen med en dæmning, der opdeler grøften. Dette vil være fordelagtigt, da der skabes grøftebassiner, der forhindrer, at regnvandet ikke opstuver ved den laveste grøftekote, og dermed fordeler de samlede vandmængder over et større nedsivningsareal. I dæmningen etableres der overløb til efterfølgende grøftestrækning såfremt grøftbunden er med lavere kote. Ved tilslutning ved en stationering, hvor der etableres trug, afsluttes truget med brønd og re-etableres efter bredden af tilslutningsvejen.

Grøfter kan etableres i forlængelse af den dimensionerede grøft såfremt det skaber øget kapacitet.

Der henvises til, at det fredede åløb underføres omfartsvejen ved brug af betonrør med den nødvendige bæreevne og kapacitet. Ligeledes ønskes banestien underført igennem betonrør. Omfartsvejen er placeret således, at banestien kan udføres med et komfortabelt og godkendt længdeprofil i henhold til vejregler.

Der henvises til, at højden af højspændingsledninger forhøjes eller at ledningerne underføres vejen. Ved underføringer af ledninger af alle typer henvises der til, at vejdirektoratets ledningsprotokol følges [Vejdirektoratet, 2013].

Anlægsøkonomi 14

I afsnittes gives et bud på den forventede pris af omfartsvejen i henhold til priser fra Molio's prisdatabase [Molio, 2020]. Såfremt prisen ikke har fremgået af prisdatabasen er der søgt andetsteds, dette fremgår af kilder i tabeller.

I den færdige pris er der taget hensyn til følgende: byggeplads, arealerhvervelse, jordarbejde, vejens udstyr, belægning, afvandingskonstruktioner og administration. Omkostningerne for hver post er udregnet teoretisk og kan afvige i forhold til realiteten. Samtidigt er den beregnede anlægsøkonomi et overslag, og detaljeringsgraden er derfor begrænset.

Til at lave en forventet samlet pris for omfartsvejen benyttes et kalkulationsskema fra Rambøll [Rambøll, 2009]. Den realistiske pris udregnes ved formel 14.1:

$$P = \frac{P_{min} + 3 \cdot P_{forv.} + P_{max}}{5} \tag{14.1}$$

P	Den realistiske pris
P_{min}	Den minimale pris
$P_{forv.}$	Den fundne pris i Molio [2020]
P_{max}	Den maksimale pris

Den minimale pris findes som 80 % af prisen fra Molio , og den maksimale pris findes som 150 %.

14.1 Byggeplads

Byggeplads fanen indeholder udgifter til leje af en skurvogn med kontor og mødelokale, to sanitetsskure med toilet og omklædningsfaciliteter, en skurvogn med caféterie og to isolerede materiale containere. Det forventes, at entreprenøren medbringer resterende materialecontainere såfremt nødvendigt. Der tages højde for driften af skurvogne og containere, heriblandt rengøring og el.

Derudover skal der ligeledes etableres byggepladsstrøm og vand. Der regnes henover en periode på 6 måneder.

Det anbefales, at byggepladsen etableres ved afslutningen af Ny Aabyvej og dermed undgå etablering af midlertidig byggepladsvej. Der afsættes dog en udgift på 30,000 kr til grus, kalkstabilisering og etablering af adgangsveje ved skurbyen og materiale skure.

Der forventes ikke, at der skal anvendes byggepladshegn udover omkring skurbyen. Dette forventes ikke omkostningsfuldt, og er derfor ikke medregnet. Ved skurbyen forventes det derudover, at der etableres overvågning, denne pris er erfaringsbaseret.. Udregnede mængder ses på tabel 14.1

	Antal	Pris (kr)
Kontor/mødelokale	1	8.900
Toiletter/omklædning	2	21.000
Materialecontainer	2	10.200
15-mands spisevogn	1	10.800
Opvarmning/el, skurvogne	6	3.700
Rengøring	25	19.600
Bredbånd, samlet	1	2.700
Orienteringslys	4	14.200
Byggestrøm	1	12.500
Vand	1	10.000
Adgangsveje	1	30.000
Overvågning	1	50.000
Opsætning	1	12.200
I alt		205.800

Tabel 14.1. Byggeplads omkostninger [Molio, 2020]

14.2 Arealerhvervelse

Under posten arealerhvervelse tages der hensyn til arealet fra vejmidte til kant af sikkerhedszonen/entreprisegrænsen. Her skal jorden opkøbes og der skal udbetales erstatning for afgrødetab. Der er ingen bygninger eller anlæg, der skal fjernes, og der forventes ingen erstatningskrav af henhold til støj og lign. Opgivede kvadratmeter er udregnet med hensyntagen til åløb og eksisterende vej. Ligeledes er der fratrukket areal af nedbrudt vej, da der forventes at dette areal kan kompensere dele af arealerhvervelsen. Derudover er arealet af regnvandsbassinet medregnet. Udregnede mængder ses på tabel E.2

	Areal (m^2)	Pris (kr.)
Ekspropering	38.400	595.000
Afgrødetab	37.300	53.000
I alt		648.000

Tabel 14.2. Overblik over arealerhvervelse [Landbrugsavisen, 2018] [Molio, 2020]

14.3 Jordarbejde

Jordbalancen for omfartsvejen er opgjort ud fra data hentet i NovaPoint. I beregningen er der taget højde for, at vejkassen indgår som en del af påfyld, og denne mængde er derfor trukket ud af den samlede mængde påfyld. Såfremt der afgraves i område med dårlige jordbundsforhold vil det ikke være muligt at genbruge det afgravede jord andetsteds. I disse områder skal der ligeledes graves ned til en dybde under silt, hvilket også er beregnet. Dette indgår som muldafrømning ved beregning i NovaPoint. Der beregnes med et ugunstig muldlag 0,5 m under terræn på hele strækningen.

Den samlede mængde afgravning og påfyldning samt differensen herimellem ses på tabel 14.3.

	Volumen [m^3]
Påfyld	14.505
Afgravning, gunstig jord	2.252
Afgravning, ugunstig jord	11.588

Tabel 14.3. Overbilk over påfyld og afgravning for omfartsvejen og Aabyvej

På tabel 14.4 ses påfyldning- og afgravningsopgaver vist med pris og samlet pris for hver opgave. Under bortkøringsopgaven vises en gennemsnits pris pr m^3 af muld og blødbund.

	Volumen [m^3[	**Pris pr m^3 [kr.]**	**Samlet pris [kr.]**
Jord at levere og indbygge	14.505	65	942.825
Jord at afgrave og indbygge	2.252	56	126.112
Jord at afgrave og bortkøre	11.588	24	278.112
Samlet			1.347.049

Tabel 14.4. Overbilk over opgaver vedr. påfyld og afgravning samt pris herpå [Molio, 2020].

14.4 Vejens udstyr

Fanen, vejens udstyr, indeholder skilte, autoværn og afmærkning på vejen. På tabel 14.5 ses overblikket over mængderne og typen samt deres samlede pris.

For skilte er der fundet en pris for hver type skilt beskrevet i afsnit 12. Autoværns prisen afhænger af autoværnstypen og længden heraf. For afmærkning er prisen udregnet for alle typer afmærkning, vigelinje, kantafmærkning, pile osv. Mængden anvist på tabel 14.5 er antal meter kant- og midtafmærkning.

	Mængde	**Samlet pris [kr.]**
Autoværn	30 m	11.820
Skilte	14 stk	27.412
Afmærkning	8.613 m	291.780
Samlet		375.992

Tabel 14.5. Overbilk vejudstyr mængder samt pris herpå [Molio, 2020].

14.5 Belægning

I bilag D er 3 typer belægning bestemt. I bilaget findes også priser på hver belægningsmateriale. På tabel 14.6 er priserne for hver belægningstype opsummeret, deres længde og samlede pris. Prisen for rabat er opgjort i henhold til hver befæstelsestype med den pågældende muld indbygning.

	Længde [m]	**Pris pr m [kr.]**	Samlet
Type 1	415	2.687	1.115.105
Type 2	1.220	2.960	3.611.200
Type 3	1233	3.335	4.112.055
Rabat	2841	411	1.167.651
Samlet			10.006.011

Tabel 14.6. Overblik over pris for befæstelse [Molio, 2020].

14.6 Nedbrydning af vej

Den tidligere Aabyvej strækning skal nedbrydes, hvilket også medfører omkostninger. Der antages, at asfalttykkelsen på denne strækning er 0,2 m. Derudover er vejens bredde målt til 8 m. Dette giver en pris på cirka 800 kr pr lbm. Resultat er opgjort på tabel 14.7.

	Længde [m]	**Pris pr m [kr.]**	**Samlet**
Aabyvej	450	800	360.000

Tabel 14.7. Overblik over pris for nedbrydning af Aabyvej [Molio, 2020].

14.7 Afvanding

Afvandingsposten indeholder drænrør, afvandingsbassin og brønde. Etablering af trug og grøft er indarbejdet i jordarbejdet fra tidligere. Prisen for drænrør er fundet som en gennemsnitspris af levering og etablering af Ø85 og Ø150 mm drænrør.

Prisen for regnvandsbassinet er udført med et 30 % tillæg, da der ikke blot skal graves, men også etableres lermembran i bunden. Derudover er der tilført en yderligere udgift på 10,000 kr til ledningsarbejdet. Resultat ses på tabel 14.8.

	Mængde	**Pris pr mængdeenhed [kr.]**	**Samlet**
Regnvandsbassin	1000 m3	52	62.000
Drænrør	3562 m	152	541.424
Brønde	26 stk.	459	11.934
Samlet			605.358

Tabel 14.8. Overblik over pris for afvandingskonstruktioner. Grøft og trug er medregnet under påfyldning og afgravning [Molio, 2020].

14.8 Administration

Der afsættes til den adminsterende del 2 000 000 kr. Denne pris afsættes til geotekniske rapporter, rådgiverhonorarer og byggeledelse. Prisen er lavet på baggrund af en 10 % udgift til rådgiverhonorarer af en samlet overslag samt en 200,000 kr udgift til geotekniske boringer. Byggeledelse er fundet i henhold til 12,5 % dækningsbidrag, hvor der anerkendes at dette bidrag er medregnet i værdier fra ovenstående afsnit, og er derfor reduceret.

14.9 Opsummering

Udover beskrevne priser i tidligere afsnit mangler prisen for kantopsamlingsstrækningen, nedføring af åløb og nedføring af banestien, som er opgjort til 500,000 kr med lednings- og gravearbejde der hertil medfører. Ved nedføring af banestien er der påregnet udgifter til grundvandssænkning.

Den samlede pris for omfartsvejen er opgjort med brug af kalkulationsskemaet fra rambøll til 16 829 884 kr . Der er dog i opgørelsen ikke medregnet genbrug af vejkassen fra den nedbrudte del af Aabyvej.

Konklusion og sammenfatning

15

Sivetrafikanter igennem Aabybro er et stigende problem for det hurtigt voksende skolesystem, der på sigt vil føre til uheld og øget utryghed blandt byens borgere. Der er i rapporten udført en trafikanalyse underbygget af ruteanalyser og en trafiktælling med henblik på at finde mængden af sivetrafikanter, der kan ledes uden om byen ved anlæggelsen af en omfartsvej. Det er i analysen vurderet, at op imod 1.692 sivetrafikanter kan ledes uden om byens interne vejnet dagligt; et tal der vil stige yderligere over tid. Samtidigt kan en omfartsvej bevirke en omfordeling af den ærindetrafik der forekommer i byen, og dermed afbelaste byens centrale og mest sikkerhedskritiske strækninger yderligere. En omfartsvej vil dermed skabe tryghed og bedre trafikalsikkerhed i Aabybro, og på sigt bidrage til samfundsøkonomisk vækst foruden det tidsbesparende aspekt.

Der er ligeledes i rapporten udført et detailprojekt af omfartsvejen, hvor der er lavet et komfortabelt, sikkerhedsmæssigt accepteret og æstetisk forløb af vejen. Det er samtidigt vurderet på baggrund af trafikanalysen, at omfartsvejen vil være den primære strækning på den østlige side af Aabybro, og vejen vil derfor kræve omlæggelse af eksisterende vejnet - heriblandt Aabyvej, der ligeledes er detailprojekteret. Samtidigt indeholder detailprojekteringen en kort analysering og præsentation af løsnings forslag for Ny Aabyvej ved den sydlige tilslutning. Det konkluderes, at det vil være af absolut nødvendighed at udbygge denne strækning af hensyn til knudepunktsproblematikker og en nødvendig karakter ændring, der skaber opmærksomhed og klarhed om omfartsvejens beliggenhed.

I detailprojektet er der samtidigt bestemt en afvandingsplan samt detail dimensionering af omfartsvejens belægning, der er dimensioneret på baggrund af rådigt og begrænset materiale. I det, hviler en vis usikkerhed, og det kan konkluderes, at det vil være nødvendigt med en geoteknisk analyse for området, hvori omfartsvejen skal placeres.

I rapporten er der også lavet et overslag på anlægsøkonomien på omkring 16 800 000 kr. Overslaget kan dog afvige fra realiteten, men giver et godt indblik i økonomien.

Litteratur

Bolet, **2015**. Lars Bolet. *Vejstrækningers geometri - Kørselsdynamik*. Aalborg Universitet Institut for Byggeri og Anlæg, 2015. ISBN 1901-7286.

Bolet og Busch, **2016**. Lars Bolet og Christian Busch. *Vejbefæstelsens Dimensionering*. Aalborg Universitet Institut for Bygger og Anlæg, 2016. ISBN 1901-7286.

Bunruamkaew, **2012**. Khwanruthai Bunruamkaew. *How to do AHP analysis in Excel*. http://giswin.geo.tsukuba.ac.jp/sis/gis_seminar/How%20to%20do%20AHP%20analysis%20in%20Excel.pdf, 2012. Set 05/11-2018.

Cappelen og Joergenson, **2001**. John Cappelen og Bent Vraae Joergenson. *Noter fra borgermødet den 16. november 2011*, Danmarks Meteorologiske Institut, 2001.

Efterskole, **2020**. Aabybro Efterskole. *Præsentation af Aabybro Efterskole*. 2020. URL `https://aabybroefterskole.dk/`.

EvoNet, **2020**. EvoNet. *Ledningsnet kort*, EvoNet, 2020.

Friskole, **2020**. Aabybro Friskole. *Om Aabybro friskole*. 2020. URL `http://www.aabybrofriskole.dk/`.

GEUS. GEUS. *National boringsdatabase (Jupiter)*, GEUS.

GEUS, **2020**. GEUS. *Jordartskort 1:200.000, shape filer*, GEUS, 2020.

Kommune, **2010a**. Cowi Jammerbugt Kommune. *Skolevejsanalyse*, Jammerbugt Kommune, 2010a.

Kommune, **2017a**. Jammerbugt Kommune. *Helhedsplan17*, Jammerbugt Kommune, 2017a.

Kommune, **2017b**. Jammerbugt Kommune. *Hvidbog17 med høringssvar til Helhedsplan17*, Jammerbugt Kommune, 2017b.

Kommune, **2009**. Jammerbugt Kommune. *Kvalitetsrapport for Jammerbugt Kommunes Skolevæsen 2009*, Jammerbugt Kommune, 2009.

Kommune, **2011a**. Jammerbugt Kommune. *Masterplan Aabybro*, Jammerbugt Kommune, 2011a.

Kommune, **2011b**. Jammerbugt Kommune. *Noter fra borgermødet den 16. november 2011*, Jammerbugt Kommune, 2011b.

Kommune, **2010b**. Jammerbugt Kommune. *Trafiksikkerhedsplan*, Jammerbugt Kommune, 2010b.

Kommune, **2019**. Jammerbugt Kommune. *BAGGRUND TIL PLANSTRATEGI'19, TAL OG FAKTA*, Jammerbugt Kommune, 2019.

Kommune, **2020**. Jammerbugt Kommune. *Trafiktal*. 2020. URL `https://www.jammerbugt.dk/borger/transport-rejser-og-trafik/veje/trafiktal/`.

Landbrugsavisen, **2018**. Landbrugsavisen. *Jordpriserne stiger 4 kvartal i træk*. 2018.

Larsen og Brorsen, **2009**. Torben Larsen og Michael Brorsen. *Lærebog i Hydraulik*. Aalborg Universitetforlag, 2 edition, 2009. ISBN 978-87-7307-978-2.

Miljøstyrelsen, **2020a**. Miljøstyrelsen. *MiljøGis*, Miljøstyrelsen, 2020a.

Miljøstyrelsen, **1999**. Miljøstyrelsen. *Miljøkapacitet som grundlag for byplanlægning - Generel del*, Miljøstyrelsen, 1999.

Miljøstyrelsen, **2020b**. Miljøstyrelsen. *MiljøGIS for basisanalyse for vandområdeplaner 2021-2027*, Miljøstyrelsen, 2020b.

Molio, **2020**. Molio. *Molio Prisdata*. https://molio.dk/molio-prisdata/prisdata-footer/brug-molio-prisdata/, 2020. Set 06/11-2018.

Nielsen og Wraae-Bess, **2018**. Jesper Nielsen og Jesper Wraae-Bess. *Bedre trafikmarkering for pengene*. http://asp.vejtid.dk/Artikler/2012/09/6417.pdf, 2018. Set 16/12-2018.

Nordprofil, **2020**. Nordprofil. *safestar-351*. Nordprofil, 2020.

Rambøll, **2009**. Rambøll. *Kalkulationsskema anlægsokonomi egensplanvejen*. Rambøll, 2009.

Saaty, **2008**. Thomas L. Saaty. *Decision making with the analytic hierarchy process*. www.rafikulislam.com/uploads/resourses/197245512559a37aadea6d.pdf, 2008. Set 05/11-2018.

Scharling og Fonseca, **2019**. Mikael Scharling og Anja Fonseca. *Nedbør 2019: Et komplekst regnestykke*, Danmarks Meteorologiske Institut, 2019.

SDFE, **2020**. SDFE. *Geodataprodukter*. 2020. URL `https://download.kortforsyningen.dk/`.

Skole, **2020**. Aabybro Skole. *Vores Skole*. 2020. URL `https://aabybroskole.aula.dk/`.

Spildevandskomiteen, **2015**. IDA Spildevandskomiteen. *Opdateret Lar dimensionering regneark*, IDA, 2015.

Spildevandskomiteen, **2016**. IDA Spildevandskomiteen. *Regnrække version 4.1*, IDA, 2016.

Spildevandskomiteen, **2014**. IDA Spildevandskomiteen. *Regional regnrække - regneark*, IDA, 2014.

Stiftstidende, **2004**. NORDJYSKE Stiftstidende. *Aabybro hænger på omfartsvej*. 2004. URL `https://nordjyske.dk/nyheder/aabybro-haenger-paa-omfartsvej/1e1cbcf4-33cf-40bd-97d7-a0d57495b0c0`.

Vejdirektoratet, **2015a**. Vejdirektoratet. *Kapacitet og serviceniveau*, Vejregelrådet, 2015a.

Vejdirektoratet, **2000**. Vejdirektoratet. *Sivetrafik - Konsekvenser for udvalgte kommuneveje vest for København*, Vejdirektoratet, 2000.

Vejdirektoratet, **2006a**. Vejdirektoratet. *Trafiktællinger: Planlægning, udførelse og efterbehandling*, Tælleudvalget, 2006a.

Vejdirektoratet, **2006b**. Vejdirektoratet. *Trafiktællinger - Planlægning, udførelse og efterbehandling*, Vejdirektoratet, 2006b.

Vejdirektoratet, **2017**. Vejdirektoratet. *Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning*. Vejdirektoratet, 2017.

Vejdirektoratet, **2015b**. Vejdirektoratet. *Håndbog for Kapacitet og serviceniveau*, Vejdirektoratet, 2015b.

Vejdirektoratet, **2013**. Vejdirektoratet. *Ledningsprotokol tekniske krav*. Vejdirektoratet, 2013.

Vejregler, **2017a**. Vejregler. *Afvandingskonstruktioner - brønde, bygværker og ledninger*. Vejdirektoratet, 2017.

Vejregler, **2017b**. Vejregler. *Afvandingskonstruktioner - Trug og grøfter*. Vejdirektoratet, 2017.

Vejregler, **2020**. Vejregler. *DanKap, v.3.1*. Vejdirektoratet, 2020.

Vejregler, **2018**. Vejregler. *Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land*. Vejdirektoratet, 2018.

Vejregler, **2017c**. Vejregler. *Prioriterede vejkryds i åbent land*. Vejdirektoratet, 2017.

Vejregler, **2017d**. Vejregler. *Tværprofiler i åbent land*. Vejdirektoratet, 2017.

Vejregler, **September 2015**. Vejregler. *Kapacitet og serviceniveau*. Vejdirektoratet, 2015.

Vejregler, **2019**. Vejregler. *Tracéring i åbent land*. Vejdirektoratet, 2019.

Vejregler, **2017e**. Vejregler. *Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger*. Vejdirektoratet, 2017.

Vejregler, **2017f**. Vejregler. *MMOPP dimensioneringsprogram for vejbefæstelser*. Vejdirektoratet, 2017.

Del IV

Bilag, foranalyse

Efterbehandling af trafiktælling A

A.1 Fejlkilder under tælling

Eventuelle usikkerheder i beregningerne kan skyldes fejl eller uforudseelige hændelser begået/opstået under trafiktællingen. Fejlene er menneskelige, vejrlige eller tekniske. De mulige fejlkilder er sammenfattet i afsnittet samt hvordan de er håndteret.

Vejr: Under trafiktællingen har vejret haft en stor indflydelse. Vejret var nedbørsfrit med solafdækkende skyer. I nogle tilfælde skinnede solen igennem skydækket, hvor indstillingen på kameraerne gjorde, at optagelserne blev sløret. Samtidigt var dagen præget af vindstød, hvilket i tilfælde har fået kameraerne til at ryste i stativet. Ligeledes gjorde dette optagelserne slørerede til tider. Såfremt en bil er kørt igennem, hvor nummerpladen har været utydelig er denne bil blevet matchet med andre tællesteder igennem mærke, farve eller andre signaturer.

Tung trafik, sigt: I nogle tilfælde har tung trafik blokeret sigtforholdende til modsatte kørespor. Tællested 4 har især været plaget af dette, da kryds kanaliseringen mellem Ny Aabyvej og Østergade ofte bliver fyldt og skaber kødannelse. Såfremt bilen i modsatte spor ikke er talt, er det så vidt muligt forsøgt at matche den vha. mærke, farve eller andre signaturer. Det er vurderet, at fire biler er kørt igennem uden at få noteret nummerplade eller blive matchet andre steder.

Udskiftning af batteri: Under trafiktællingen blev der skiftet batteri på to af kameraerne, henholdsvis ved tællested 2 og 4. Udskiftningen er så vidt muligt forsøgt udført i tidsrum uden trafik på den pågældende vejstrækning. Vurderingen er, at dette er gjort tilfredsstillende. Dette kan kun kontrolleres igennem samtaler med kameraansvarlige. Såfremt en bil er kørt igennem, hvor nummerpladen har været utydelig er denne bil blevet matchet med andre tællesteder igennem mærke, farve eller andre signaturer.

Menneskelige fejl: Under databehandlingen er det noteret, at kameraet ved tællested to er ude af fokus i 32 min Dette skyldes, at kameraet efter batteriskift ikke er blevet kontrollet.

A.2 Beregning af årsdøgnstrafik

For at beregne årsdøgnstrafikken skal tidsrummet, hvori tællingen er blevet udført beregnes til en døgntrafik (DT), til en ugehverdagsdøgnstrafik og ugedøgnstrafik. En forenklet udgave af de fire beregninger fremgår af figur A.1.

$$\mathring{A}DT = \frac{T}{\Sigma K} \cdot F_{UHDT} \cdot F_{UDT} \cdot F_{\mathring{A}DT} \tag{A.1}$$

T	Antal biler i tælleperioden
ΣK	Summen af timefaktorer for talte timer
F_{UHDT}	Opregningsfaktor til ugehverdagsdøgntrafik i tælleugen
F_{UDT}	Opregningsfaktor til ugedøgntrafik i tælleugen
$F_{\mathring{A}DT}$	Opregningsfaktor til årsdøgntrafik i tælleåret

Der findes fire timeandele i perioden, der hver repræsenterer en gennemsnits procentdel for bolig-/arbejdstrafik for hver af de fire timer. Disse er fundet ved opslag [Vejdirektoratet, 2006b] og ses i tabel A.1. Ligeledes er opregningsfaktorer fundet ved opslag [Vejdirektoratet, 2006b].

Tidsrum kl.	**Timeandel Bolig-Arbejde**
14-15	0,068
15-16	0,091
16-17	0,095
17-18	0,073
14-18	**0,327**

Tabel A.1. Tabellen viser timeandele for bolig-/arbejdstrafik i uge dagene tirsdag til torsdag indenfor tælleperioden samt en samlet timeandel for hele perioden.

Dermed kan ÅDT regnes for de fire strækninger, Aabyvej, Vestergade, Birkelsesvej og Ny Aabyvej. Tællingsresultater findes i afsnit 4.6.

$$\mathring{A}DT_{Aabyvej} \Rightarrow \frac{1{,}604\,\text{biler}}{0,327} \cdot 1,01 \cdot 0,91 \cdot 0,99 = \underline{\underline{4{,}463\,\text{biler}}} \tag{A.2}$$

$$\mathring{A}DT_{Vestergade} \Rightarrow \frac{722\,\text{biler}}{0,327} \cdot 1,01 \cdot 0,91 \cdot 0,99 = \underline{\underline{2{,}009\,\text{biler}}} \tag{A.3}$$

$$\mathring{A}DT_{Birkelsesvej} \Rightarrow \frac{1{,}183\,\text{biler}}{0,327} \cdot 1,01 \cdot 0,91 \cdot 0,99 = \underline{\underline{3{,}292\,\text{biler}}} \tag{A.4}$$

$$\mathring{A}DT_{NyAabyVej} \Rightarrow \frac{1{,}734\,\text{biler}}{0,327} \cdot 1,01 \cdot 0,91 \cdot 0,99 = \underline{\underline{4{,}825\,\text{biler}}} \tag{A.5}$$

A.3 Beregning af usikkerhed af årsdøgnstrafik

Årsdøgnstrafik beregningen giver anledning til beregning af usikkerheden heraf. Formlen for beregning af usikkerhed fremgår af formel A.6. Hertil findes usikkerhedsfaktorer, U, for hver af opregningsfaktorerne. Disse findes ved opslag [Vejdirektoratet, 2006b].

$$U = \sqrt{U_K^2 \cdot U_{UHDT}^2 \cdot U_{UDT}^2 \cdot U_{ÅDT}^2} \tag{A.6}$$

U_K	Usikkerhedsfaktor for antallet af talte timer
U_{UHDT}	Usikkerhedsfaktor for ugehverdagsdøgntrafik i tælleugen
U_{UDT}	Usikkerhedsfaktor ugedøgntrafik i tælleugen
$U_{ÅDT}$	Usikkerhedsfaktor for antallet af talte uger

Usikkerhedsfaktorerne afhænger af antallet af talte timer (4 timer), trafiktypen (arbejds-/boligtrafik) og tælleuger (én). Usikkerhedsfaktorne fremgår af tabel A.2

	Personbil [%]
U_K	11,6
U_{UHDT}	5
U_{UDT}	4
$U_{Å}$	8

Tabel A.2. Usikkerhedsfaktorer for opregning fra trafiktællingen til ÅDT. [Vejdirektoratet, 2006a]

Ved indsætning i formel A.6:

$$U \Rightarrow \sqrt{(11{,}6\,\%)^2 \cdot (5{,}0\,\%)^2 \cdot (4{,}0\,\%)^2 \cdot (8{,}0\,\%)^2} = \underline{\underline{15{,}5\,\%}} \tag{A.7}$$

Usikkerhedsværdien giver en procentmæssigt usikkerhedsinterval, hvori den virkelige værdi kan findes. I dette tilfælde kan værdien være 15,5 % lavere eller højere end den udregnede.

A.4 Beregning af sivetrafikandel med Microsoft Excel

Bilaget giver indsigt i hvordan andelen af sivetrafik er udregnet i Microsoft Excel. På figur A.1 er der opstillet et eksempel fra Microsoft Excel med to datasæt. På tabel A.3 ses funktionerne brugt og deres formål.

Tællested 1			1	2	3	Tællested 2		
Mod Aabybro						Væk fra Aabybro		
Klokkeslæt	Nummerplade	Køretøjstype				Klokkeslæt	Nummerplade	Køretøjstype
14:00	787	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:01	886	P
14:00	146	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:01	48	P
14:00	121	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:03	867	P
14:00	291	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:04	335	P
14:01	702	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:04	658	P
14:01	234	P	19	14:09:00	00:08:00	14:04	553	P
14:03	771	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:04	195	P
14:03	47	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:05	710	P
14:04	288	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:05	878	T
14:04	174	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:06	838	P
14:04	411	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:06	965	P
14:04	444	L	#I/T	#I/T	#I/T	14:07	823	P
14:05	698	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:08	213	L
14:05	946	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:08	294	P
14:07	525	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:09	933	P
14:08	761	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:09	234	P
14:08	873	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:09	720	P
14:08	18	L	29	14:14:00	00:06:00	14:10	198	P
14:09	874	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:10	552	P
14:10	566	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:10	918	P
14:10	12	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:11	703	P
14:10	515	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:11	865	P
14:10	764	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:11	738	P
14:11	829	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:12	676	P
14:11	145	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:12	407	P
14:11	126	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:14	18	P
14:11	777	P	#I/T	#I/T	#I/T	14:14	501	P
			Antal under 10 min		2			
			Antal rækker		27			
			Gennemkørings andel:		7,407407407			

5 4 6

Figur A.1. Figuren viser to datasæts eksempler over nummerpladetællinger, en for Kattedamsvej ind mod Aabybro og en for Vestergade væk fra Aabybro. Hertil er der referencer til formler i Microsoft Excel, se tabel A.3.

Bemærk, reference 1 giver blot en enkelt nummerplade. Såfremt der er to køretøjer med samme nummerplade i datasæt 1 vil begge blive matchet med den første nummerplade i datasæt 2. Datasættet er blevet gennemkontrolleret for netop denne fejl, hvori der er fundet 4 tilfælde, der er blevet rettet.

Ref. nr.	Formel	Funktion
1	=SAMMENLIGN(B9;$H4$:$H30$;0)+3	Sammenligner den enkelte nummerplade mod Aabybro med samtlige nummerplader væk fra Aabybro. Retunerer en rækkeværdi for placeringen af et match. Der ligges tre til for at kompensere for overskrifter mm.
2	=INDIREKTE("G"&D9)	Sammenligger rækkeværdien og kolonen med måletiden. Retunerer den målte tid for matchet.
3	=(E9-A9)	Giver gennemkørselstiden igennem Aabybro.
4	=TÆL.HVIS(F4:F30;"<10")	Tæller antallet af tidsværdier under 10 minutter i de sammenlignede rækker. Retunerer antal.
5	=RÆKKER(F4:F30)	Tæller antallet af sammenlignede rækker
6	=(F31/F32)*100	Giver procentmæssig andel af gennemkørende trafik.

Tabel A.3. Tabellen viser de formler der er anvendt i Microsoft Excel samt deres funktion, se figur A.1 for referencer.

A.5 Fremskrivning af trafik

Den fastsatte årsdøgnstrafik, anno 2020, på omfartsvejen fremskrives ekspontielt 18 år frem. Inden fremskrivningen er ÅDT'en fremskrevet med 6 % for at tage højde for trafikspring. $\mathring{A}DT_{2038}$ bestemmes ved brug af formel A.8. Formlen er opdelt i to dele, da der antages to trafiktyper på vejen, bolig-/arbejdstrafik (med regional fremskrivningsfaktor) og lokaltrafik. Derudover regnes der med en positiv usikkerhed på 15,5 %.

$$\mathring{A}DT_{2038} = 1,155 \cdot \mathring{A}DT_{Sivetrafik2020} \cdot (1+R_{Regional})^n + 1,155 \cdot \mathring{A}DT_{Ærindetrafik2020} \cdot (1+R_{Lokal})^n \tag{A.8}$$

$\mathring{A}DT_{2020}$	ÅDT for 2020
R	Trafikudviklingen i decimaltal
n	Antal år der fremskrives

Det er valgt, at trafikken skal fremskrives 18 år ud i fremtiden med en trafikudvikling på 2,53 % for sivetrafik og 0,73 % for ærindekørsel. Ved brug af lokaltrafik frem for bolig-arbejdstrafik opnåes en større ÅDT. Derfor er denne valgt pga. usikkerheden. [Vejdirektoratet, 2006a]

$$\mathring{A}DT_{2038} \Rightarrow 1,155 \cdot 1,751\,\text{pe} \cdot (1+0,053)^{18} + 1,155 \cdot 1,468\,\text{pe} \cdot (1+0,0073)^{18} = \underline{\underline{5,331\,\text{pe}}} \tag{A.9}$$

Ligeledes er trafikken på Aabyvej fremskrevet, hvor der her er anvendt en fremskrivningsfaktor på 0,73 %, da der kun er ærinde trafik. Samme usikkerhed anvendes. I år 2020 er ÅDT'en 1385 pe og efter fremskrivning til år 2038 er den 1823 pe.

AHP-analyse B

Til at beslutte hvilken linjeføring, som er den mest optimale løsning af de to skitseforslag, benyttes analyseværktøjet Analytic Hierarchy Process, AHP. Med denne metode udføres en række vægtninger i forhold til, hvilken løsning der er den mest optimale.

Når vægtninger i AHP metoden skal udføres, skal følgende betingelse være opfyldt.

$$a_{ij} \cdot a_{ji} = 1 \tag{B.1}$$

a_{ij}	Vurdering af et element i forhold til et andet
a_{ji}	Den reciprokke værdi af a_{ij}

Hvis en værdi, a_{ij}, er x, så skal den modsatliggende værdi i tabellen, a_{ji}, være 1/x. Værdierne vurderes ud fra, hvor vigtige kriterierne er i forhold til hinanden.

For at lave analysen skal elementerne benævnt i afsnit 6.2 vægtes i forhold til hinanden. Det vurderes, at længden er den vigtigste af de fem elementer efterfulgt af bundforhold. De to resterende elementer er jordfordelingsmuligheder samt støj/udsigt fra boliger, hvor der vurderes, at støj/udsigt har lavest vægtning, da det kun drejer sig om to boliger. Næstlavest vægtning gælder for jordfordelingsmulighederne, hvor de økonomiske konsekvenser er vurderet ud fra den administrative behandling. Sammenligningen kan ses fordelt i en matrice på tabel B.1. Hvert element er vægtet individuelt i forhold til det næste.

Sammenligning	**Længde**	**Jordforhold**	**Jordfordeling**	**Støj**
Længde	1	3	7	9
Jordforhold	0,33	1	2	5
Jordfordeling	0,14	0,5	1	3
Støj	0,11	0,2	0,33	1
Sum	1,59	4,7	10,3	18

Tabel B.1. På tabellen ses den den parvise sammenligning af betydning af de fire elementer, der indgår i AHP-analysen

Sammenligningsmatricen skal være i overensstemmelse. Konsistenskriteriet, CR, skal være mindre end 10 %. Hvis konsistenskriteriet er overholdt kan et troværdigt resultat forventes af AHP-analysen.

$$CR \leq 10\% \tag{B.2}$$

Konsistenskriteriet, CR, beregnes ved følgende formel.

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{B.3}$$

CI	Konsistensindeks
RI	Random index

Konsistensindekset, CI, bestemmes ved følgende formel.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \tag{B.4}$$

n er antallet af kriterier, og λ_{max} findes ved følgende formel.

$$\lambda_{max} = \sum \left(a_{sum} \cdot w_i \right) \tag{B.5}$$

a_{sum}	Lodret sum i sammenligningsmatricen
w_i	Vægtningen

I tilfældet er konsistenskriteriet udregnet til 4,2 %.

Sammenligningsmatricen omdannes til en standard normaliseret matrice ved hjælp af følgende formel.

$$a_{norm} = \frac{a_{ij}}{a_{sum}} \tag{B.6}$$

Hvorefter det vil være muligt, at finde vægtningen af hvert element. Vægtningen findes ud fra den normaliserede matrice og antal kriterier ved formel B.7:

$$w_i = \frac{\sum a_{norm}}{n} \tag{B.7}$$

a_{norm}	Resultat af a fra normaliseret matrice
n	Antal kriterier

Den normaliserede matrice ses i tabel B.2 med vægtningen af hvert element. Mægtigheden af hvert element i linjeføringerne ses på tabel B.3

Normaliseret Matrice	**Længde**	**Jordforhold**	**Jordfordeling**	**Støj**	**Vægtning**
Længde	0,63	0,64	0,68	0,5	0,61
Jordforhold	0,21	0,21	0,19	0,27	0,22
Jordfordeling	0,09	0,10	0,10	0,16	0,11
Støj	0,07	0,04	0,03	0,06	0,06

Tabel B.2. På tabellen ses den normaliserede matrice af den parvise sammenligning på tabel B.1

Linjeføring → Element ↓	Nord	Syd
Længde	2.200 m	2.100 m
Jordforhold	175 m	85 m
Jordfordeling	5 stk	7 stk
Støj	115 m	180 m

Tabel B.3. Tabellen viser mægtigheden af hvert element for hver linjeførings bud

Der laves en sammenligningsmatrice for hvert element, der sammenligner den nordlige og sydlige linjeføring. Vægtningen laves ligesom for vægtningen mellem de forskellige kriterier ved at benytte formel B.7. Sammenligningen kan ses på tabel B.4, B.5, B.6 og B.7.

Længde	Nord	Syd	Vægtning
Nord	1	0,95	0,49
Syd	1,05	1	0,51
Sum	2,05	1,95	1

Tabel B.4. Sammenligningsmatrice for længden for de to linjeførings bud.

Bundforhold	Nord	Syd	Vægtning
Nord	1,00	0,49	0,33
Syd	2,05	1,00	0,67
Sum	3,05	1,49	1

Tabel B.5. Sammenligningsmatrice for bundforhold for de to linjeførings bud.

Jordfordeling	Nord	Syd	Vægtning
Nord	1,00	1,4	0,0,58
Syd	0,71	1,00	0,42
Sum	1,71	2,4	1

Tabel B.6. Sammenligningsmatrice for jordfordelings muligheder for de to linjeførings bud.

Støj/udsigt	Nord	Syd	Vægtning
Nord	1	1,57	0,61
Syd	0,64	1	0,39
Sum	1,64	2,57	1

Tabel B.7. Sammenligningsmatrice for støj/udsigt for de to linjeførings bud.

Den bedste linjeføring findes ved at gange vægtningen fra normalmatricen med vægtningen fra sammenligningsmatricen og summere samtlige elementer. Samtlige vægtninger er vist på tabel B.8, og summen af normalvægtningerne ganget sammen ses på tabel B.9. På tabel B.9 ses det, at den vægtede sum er mindst for den nordlige linjeføring, og det er derfor det dårlige valg. Der vælges at arbejde videre med den sydlige linjeføring.

Sammenfatning	**Længde**	**Jordbund**	**Jordfordeling**	**Støj/udsigt**
Normalvægtning	0,61	0,22	0,11	0,05
Nord, element vægtning	0,49	0,33	0,58	0,61
Syd, element vægtning	0,51	0,67	0,42	0,39

Tabel B.8. Tabellen viser normalvægtningen fra normal matricen samt element vægtningen forhver linjeføring

Linjeføring	Samlet
Nord	0,47
Syd	0,53

Tabel B.9. Endelig resultat af AHP-analysen

Del V

Bilag, detailprojektering Omfartsvejen

Bilag, Tracering C

C.1 Beregning af horisontalsigt, minimumsradius

I sektionen regnes der for stopsigt og mødesigt. Ved beregning af stopsigt skelnes der mellem korte og lange horisontalkurver, der defineres på følgende måde:

- Lange horisontalkurver, kurvelængde < sigtlængde
- Korte horisontalkurver, kurvelængde > sigtlængde

Ved dimensioneringshastighed på 100 km/t kan standselængden bestemmes ved tabelopslag til 164 m i kurver uden stigning eller fald [Vejregler, 2019]. Værdien afhænger af bremselængden af køretøjet samt reaktionstiden for billisten. Der antages, at der vil forekomme korte horisontalkurver i linjeføringen for Ny Aabyvej eller omfartsvejen, men for at være på den sikre side regnes stopsigt i lange horisontalkurver jævnfør formel C.1 [Vejregler, 2019].

$$R_{h,min} = \frac{{L_{sigt}}^2}{8 \cdot d} \tag{C.1}$$

$R_{h,min}$	Minimum horisontalkurveradius [m]
L_{sigt}	Stopsigtslængde [m]
d	Afstand fra kørebanemidte til sigthindrende objekt [m]

Afstand fra kørebanemidte til sigthindrende objekt er summen af køresporsmidte til køresporskant, kantbane- og rabatbredden. Denne findes, jævnfør afsnit 6.5, til 3,75 m. Ved indsættelse i formel C.1:

$$R_{Stop,min} = \frac{164^2}{8 \cdot 3{,}75\,\mathrm{m}} = \underline{\underline{897\,\mathrm{m}}} \tag{C.2}$$

På strækningen ønskes der mulighed for overhalning af langsomtkørende køretøjer, hvilket kræver beregning af minimums radius for mødesigt. Mødesigt beregnes ved planlægningshastigheden, hvor sigtlængden findes ved opslag til 240 m for mødesigt. d

ved summen af kørespors-, kantbane- og rabatbredde, hvilket er 5,5 m. Ved indsættelse i formel C.1:

$$R_{\text{Møde}} = \frac{240^2}{8 \cdot 5{,}5\,\text{m}} = \underline{\underline{1309\,\text{m}}} \tag{C.3}$$

Linjeføringen laves inden længdeprofilet, og det er derfor ikke muligt at bestemme længdefaldet eller stigningen igennem horisontalkurverne. Der besluttes derfor at øge den mindste kurveradius med 100 m. Herfra beregnes den mindste hældningsgradient, der kan anvendes i længdeprofilet efter udførelse af linjeføring. Dermed er minimums radius bestemt til 1409 m.

C.2 Komfort, minimums radius

Minimums radius er bestemt til 1409 m, og den ønskes kontrolleret i henhold til komfort. Komforten i en kurve kan beskrives ved sidefriktionskoefficenten, der ved en planlægningshastighed på 80 km/t ikke ønskes med en værdi over 0,130. Sidefriktionskoefficenten kan beregnes med formel C.4:

$$\mu + i_r = \frac{v_p^2}{127} \cdot R_{min} \tag{C.4}$$

V_p	Planlægningshastigheden [km/h]
i_r	Vejens sidehældning [‰]
μ	Sidefriktionskoefficient
R_{min}	Minimums radius [m]

Vejens sidehældning fastsættes til en standard på 25 ‰ for at tilgodese afvanding, og ved indsættelse i formel C.4:

$$\mu = -\frac{i_r \cdot 127 - V_p^2 \cdot R_{min}}{127} = \underline{\underline{0{,}010}} \tag{C.5}$$

Værdien af μ overskrider ikke 0,130 og er dermed godkendt. Ligeledes kan den minimale sidehældning findes ved at indsætte den maksimale sidefriktionskoefficent og lade i_r være ukendt:

$$i_r = -\frac{(\mu \cdot R_{min}) - V_p^2}{R_{min}} = \underline{\underline{10\,‰}} \tag{C.6}$$

C.3 Beregning af vertikalsigt, minimumsradius

I afsnittet regnes der stopsigt og mødesigt for omfartsvejen. Ved beregning af vertikalsigt skelnes der mellem korte og lange vertikalkurver. Der afgøres pga. terrænet og planlægningshastigheden, at der kun anvendes lange vertikalkurver i længdeprofilet. Derudover skelnes der imellem konvekse- og konkave kurver, hvor parametre og fremgangsmåde er forskellig. Der forventes fri sigt i konkave vertikalbuer. Samtidigt forventes det, at længden af kurverne overskrider det af planlægningshastigheden, dvs. 80 m, hvilket giver de bedst mulige æstetiske forhold.

C.3.1 Konveks vertikalbue

Minimum radius for en konveks vertikal kurve beregnes ved formel C.7 [Vejregler, 2019].

$$R_{k,min} = \frac{{L_{sigt}}^2}{2 \cdot \left(\sqrt{h_{øje}} + \sqrt{h_{obj}}\right)^2} \tag{C.7}$$

L_{sigt}	Stopsigtslængde [m]
$h_{øje}$	Øjepunkthøjde [m]
h_{obj}	Objekthøjde [m]

Stopsigtslængden bestemmes til 164 m, da der antages, at der vil være konvekse vertikalkurver samtidigt med horisontalkurver. Øjepunktshøjden i en konveksvertikalbue er bestemt ud fra sigtforholdende i en personbil på 1 m. Objektpunktshøjde, der enten er et objekt på vejen eller en modkørende bil, ligger i en højde på 0,25 m, når det ikke beregnes på motorvej. Ved indsættelse i formel C.7:

$$R_{k,s,min} = \frac{164^2}{2 \cdot (\sqrt{1}^2 + \sqrt{0,25})^2} = \underline{\underline{5977m}} \tag{C.8}$$

Ved mødesigt anvendes en mødesigtslængde på 240 m samt en objektpunktshøjde på 1 m, og ved indsættelse i formel C.7:

$$R_{k,s,min} = \frac{240^2}{2 \cdot (\sqrt{1}^2 + \sqrt{1})^2} = \underline{\underline{7200m}} \tag{C.9}$$

Dermed er minimumsradius i konvekse vertikalbuer 7200 m. Det forudsættes dog, at vertikalbuerne er 10 gange så store som horisontalkurverne. Dermed 14 500 m.

C.4 Forskudt vipning

Der ønskes, at udføre forskudt vipning af vejbanehældningen mellem horisontallinjer og -kurver, således der bliver ensrettet fald på vejbanen ved kurvekørsel uden akvaplaning ved overgangen. For at finde den minimale vendestræknings længde anvendes formel C.10 [Vejregler, 2019]:

$$L_{vend} = \frac{2 \cdot i_r \cdot b}{i_t} \tag{C.10}$$

i_r	Vejens tværfald [‰]
b	Kørebanens bredde [m]
i_t	Relativ stigning af kørebanekant [‰]

Der laves et regneeksempel henover den første klotoide. Vejens tværfald er 25 ‰, den maksimale kørebanebredde, jævnfør tværprofilet, er 8 m og den relative stigning af kørebanekant, jævnfør standard [Vejregler, 2019], er 6 ‰. Ved indsættelse i formel C.10:

$$L_{vend} = \frac{2 \cdot 25‰ \cdot 8m}{6‰} = \underline{\underline{66,6m}} \tag{C.11}$$

Der vælges, at vendestrækningen skal stedfæste sig i klotoiderne i linjeføringen, hvor vendingen af tværprofilet skal være udført inden klotoiden får radius på 4000 m, hvilket er minimums radius i horisontalkurver hvor fuld vipning skal være udført [Vejregler, 2019]. Radius R indsættes og der isoleres for L i hver klotoide, se formel 7.1 i afsnit 7. Længder og kontrol af vendestrækninger i forhold til overgangskurver kan ses på tabel C.2.

Klotoide nr.	**Parameter A**	**Længde inden min. Radius [m]**	**Godkendt/ ikke godkendt [+/-]**
1	530	70	-
2	530	70	-
3	510	65	+
4	510	65	+

Tabel C.1. Omfartsvejen: Oversigt over klotoider og mulig vendestrækning herpå

Der kan på tabellen ses, at to klotoider ikke er godkendt, og mangler 1,66 m. Ved klotoide 1 løses det ved at påbegynde vendestrækningen på linjen, der startes inden klotoiden. Ved klotoide to løses det ved at lade vendestrækningen forløbe ind i klotoide 3, der har tilstrækkelig længde inden min. radius.

Beregningen er også udført for Aabyvej, se afsnit 10.

Klotoide nr.	**Parameter A**	**Længde inden min. Radius [m]**	**Godkendt/ ikke godkendt [+/-]**
1	170	7,2	-
2	170	7,2	-

Tabel C.2. Aabyvej: Oversigt over klotoider og mulig vendestrækning herpå

Belægningsdimensionering D

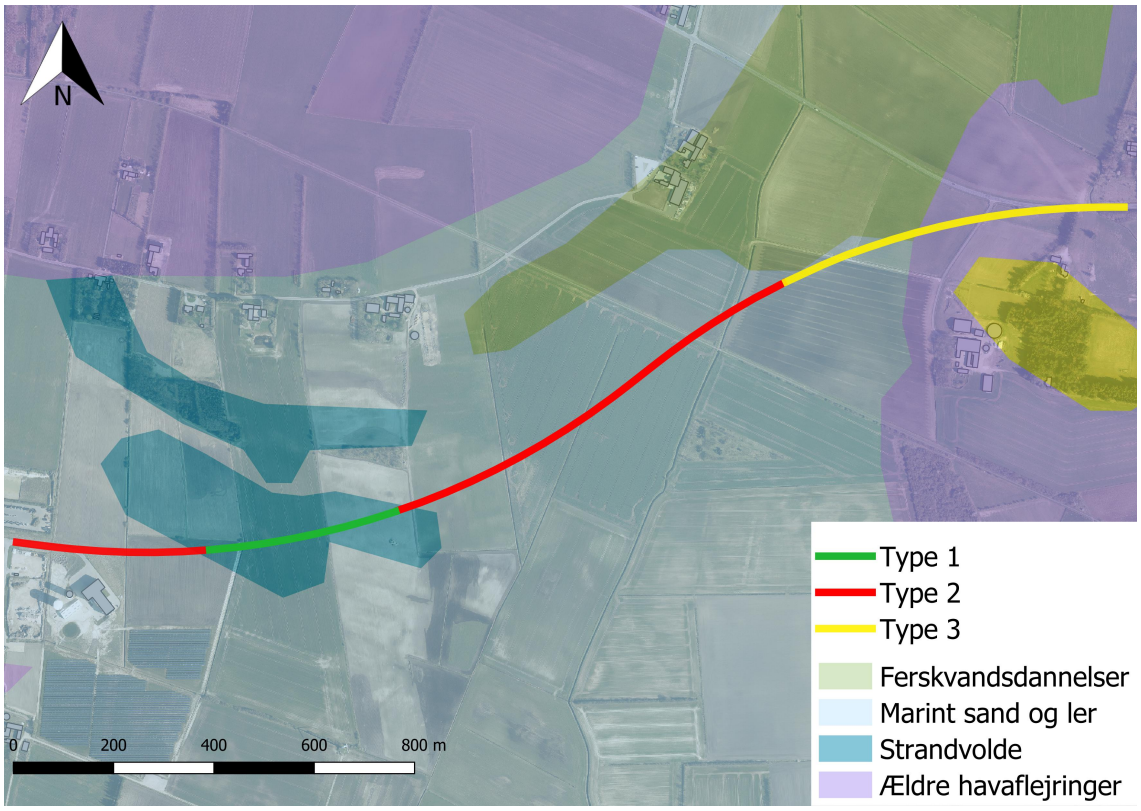
I afsnittet bliver vejbefæstelsen dimensioneret. Vejbefæstelsen er den bærende del af vejen, og det er vigtigt, at den kan fordele trafikkens lodrette kræfter, optage trafikkens drejende kræfter og modstå påvirkninger fra miljøet alt imens der ikke opstår deformationer i vejoverfladen. For at kunne dimensionere vejbefæstelsen er det vigtigt at analysere jordbunden. I dimensioneringen bliver underbunden ikke vurderet på deres sætningsgivende kompetencer, da der ikke er udført vingeforsøg, vandindholdsprøver eller lign. for den omkringliggende jord, dvs. styrkeparametrene er ukendte.

For at give en et skøn på jordbundsforholdende under vejkassen anvendes jordartskortet fra afsnit 5, GEUS' boringsdatabase, Jupiter, og boringerne beskrevet i afsnit 5 og vist i bilag A. Linjeføringen inddeles i tre underbundstyper varierende henover forskellige jordbundsforhold. Overblik over hvor de tre typer befinder sig på linjeføringen kan ses på figur D.1. Type inddelingen af linjeføringen fastsætter dårlige jordbundsforhold som dominerende. Dette betyder, at der tages hensyn til usikkerheden i jordartskortet ved at lade dominerende typer indløbe 25 m ind i mindre dominerende områder.

Belægsningstype 1 strækker sig langs strandvoldsområdet, hvor der forventes gode jordbundsforhold. Der er dog i dette område ikke foretaget nogle boringer, og der skal derfor gives et skøn på boreprofilet. Der er vha. GEUS' boringsdatabase, Jupiter, fundet boreprofiler fra områder med samme signatur på jordsartskortet i en tæt distance af området. Det drejer som om boreprofilerne med DGU nr. 25.696 og 15.814 fundet i Aabybro by. Boreprofilerne viser et muld lag på 40 cm, 1,5 m sand med enkelte grussten, 2 m grusholdig grovsand og derefter grus forekomster [GEUS].

Underbundsstype 2 strækker sig langs områder med marint sand og ler. Der er ikke foretaget nogle på selve linjeføringen. men i området omkring. Boreprofilerne er vist i bilag A, DGU nr. 26.4194, 26.4859, 26.4859, 26.6064. Boreprofilerne viser et muld lag på 40 cm, herefter et lag af ler-/siltholdigt sand på 2,5 m hvorefter der forekommer et lag af morænesand. [GEUS]

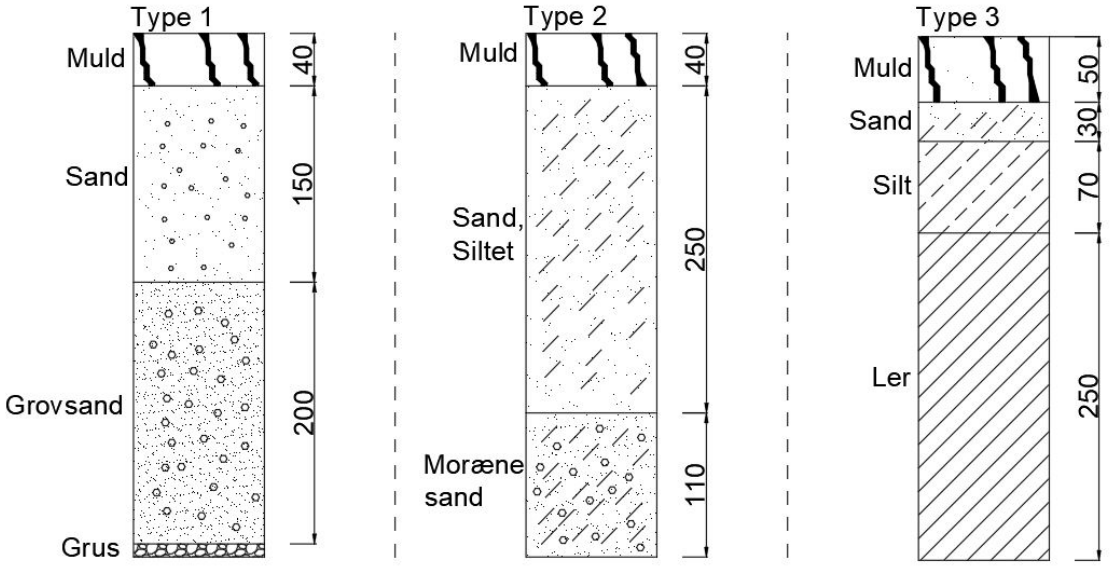
Underbundstype 3 strækker sig langs områder med ferskvandsdannelser og ældre havaflejringer ved Aabyvej. Der foreligger en boreprofil i Biersted i området med ældre havaflejringer, se bilag A, DGU nr. 26.4998. Boreprofilet viser muld/sandmuld i en dybde ned til cirka 50 cm. Herefter en kombination af silt, sand og ler til en dybde på 4 m. Efter 4 m forventes lagene at være tilstrækkeligt komprimeret.



Figur D.1. Figuren viser linjeføringen med pågældende underbundstyper henover de forskellige jordbundsforhold [GEUS, 2020]

I ferskvandsområdet ligger der ingen boreprofiler til rådighed, og det er valgt, at vurdere jordbundsforholdende på baggrund af boreprofiler 100 m nord for området, dog i samme klassificering. Det drejer som om boreprofilerne med DGU nr. 26.340 og 26.339, der kan findes ved opslag i GEUS' database, Jupiter [GEUS]. Boringerne er udførte Dapco boring (shot hole), dvs. en dyb råstof boring, hvor jordtyperne er analyseret i større intervaller end geotekniske boringer. Boreprofilerne tyder henimod dybe lag af sand, 6 m, hvor der herefter er lag af ler til en dybde af 18 m. Der må dog formodes, at sandlaget er gytjeblandet, da det ligger i ferskvandsområdet. Pga. usikkerheden vælges der, at jordbundsforholdene for de ældre havaflejringer er dimensionerende for underbundstype 3.

Ved afslutningen af omfartsvejen omdannes dele af Aabyvej til omfartsvejen, hvor der forventes, at jorden er forkonsolideret samt at dele af vejkassen kan genbruges. På figur D.2 ses de antagede jordbundsforhold for de tre underbundstyper.



Figur D.2. Figuren viser de antagede boreprofiler for de tre underbundstyper. Boreprofilerne viser en dybde på 4 m, mål i mm.

D.1 Fastlæggelse af dimensioneringstrafik

For at finde en dimensioneringtrafik, $N_{Æ10}$, kan formel D.1 benyttes. Resultatet fremgår som mægtigheden af Æ10-belastningen henover en periode på 20 år [Vejregler, 2017e]. .

$$N_{Æ10} = P \cdot K_f \cdot K_k \cdot K_R \cdot F_{SS} \cdot (F_{Æ10} \cdot L) \tag{D.1}$$

P	Vækstfaktor $= ((1+\alpha)^n) - 1)/\alpha$
K_f	Korrektionsfaktor, fordeling henover tværsnittet
K_k	Korrektionsfaktor, kanalisering af trafikken
K_R	Korrektionsfaktor, Vridning
K_{SS}	Korrektionsfaktor, dækmontering
$K_{Æ10}$	Korrektionsfaktor, køretype og vejtype
L	Antal lastbiler i begge retninger
n	Antal år der fremskrives
α	Årlige stigning

Der antages, at lastbilerne på vejen kun består af bidraget fra sivetrafikken. På tabel D.1 ses et overblik over udregnede mængder tungtrafik på omfartsvejen. Udregningen har taget udgangspunkt i tungtrafikmængden fra trafiktællingen.. Lastbilmængden ganges med 365 for at få en mængde henover året og ganges med en korrektions faktor på 0,86, da der tages højde for, at lastbilmængden er mindre i tidsrummet mellem kl 18 og 6.

Vejnavn	**Andel tungtrafik**	**Mængde tungtrafik, inden fremskrivning**
Omfartsvej	1,6	27
Vestergade	2,05	8
Birkelsesvej	0	0
Ny Aabyvej	3,04	19

Tabel D.1. Tabellen viser overblik over antallet af tungtrafik på Vestergade, Birkelsesvej, Ny Aabyvej og den nye omfartsvej.

Vækstfaktoren findes henover en periode på 20 år, hvor den årlige stigning fastsættes i henhold til afsnit 4.6 for regional trafik, dermed 2,53 %. Den samlede vækstfaktor bliver dermed 25,62. Resterende værdier for korrektionsfaktorer er opskrevet nedenfor:

- K_f findes ved opslag for 2-sporede veje til 0,5,
- K_f findes ved opslag for normal køresporsbredde til 1,0.
- K_R findes ved opslag for lige vej uden vridning til 1,0
- K_{SS} findes ved opslag for kommuneveje i åbent land til 1,5
- $K_{Æ10}$ findes for sololastbiler i åbent land til 0,25

Ved indsættelse i formel D.1 findes $N_{Æ10}$.

$$N_{Æ10} = 25,62 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot (0,25 \cdot (27 \cdot 365 \cdot 0,86) = \underline{\underline{40,713}} \tag{D.2}$$

D.2 Katalogmetoden

Katalogmetoden benyttes til at give et standardforslag på vejbefæstelsen ud fra trafikklassen og en grov klassifikation af underbunden. Trafikklassen kan bestemmes ved hjælp af tabel D.2, hvor der tidligere i afsnit D.1 er bestemt en $N_{Æ10}$ henover 20 år, hvilket pr. år er en værdi på 2037. Ved brug af tabel D.2 kan trafikklassen findes til T2. Det vælges dog, at benytte trafikklasse T3. Dette begrundes i usikkerheden ved trafiktællingen og den fremtidige byudvikling, her især udviklingen af industrikvarteret, hvor der kan forventes et øget antal lastbiler. Ved optimering i MMOPP benyttes antal lastbiler pr. år på 10 000.

Klasse	Lastbiler på vejen pr. døgn	$N_{Æ10}$ pr. dag i spor	Dimensioneringstrafik $N_{Æ10}$/år
T0	Kun lette køretøjer	-	-
T1	Mindre end 1	0,5	75
T2	Op til 65	20	7300
T3	65 til 120	50	18300
T4	120 til 560	200	73000
T5	560 til 1200	500	180000
T6	1200 til 1500	800	300000
T7	Flere end 1500	1500	500000

Tabel D.2. Trafikklasser [Vejregler, 2017e].

Når trafikklassen er bestemt kan tykkelsen af den samlede vejbefæstelse bestemmes ud fra tabel D.3 med henblik på jordbundsforholdende i området. Der kan ud fra tabellen vurderes, at underbundstype 1 er frostsikker grundet hovedbestanden af sand i toplagene. Underbundstype 2 består af siltet finsand, der vurderes til at være frosttvivlsom. Normalt vil finsand blive vurderet til at være frostfarlig, men da boreprofilerne er afvigene og indeholder store dele mellemsand i toplagene vælges frosttvivlsom.. Ved underbundstype 3 forudsættes det, at der graves ned til en dybde under silt for at undgå deformationsproblemer, hvor der hernede er ler. På baggrund fastsættes underbundstype 3 som frostfarlig.

Der fastsættes en 600 mm befæstelsestykkelse for underbundstype 1 og 2, og en 800 mm tykkelse for underbundstype 3.

Materialetype →	Sand og Grus	Moræneler, ler og stabiliseret underbund	Silt og meget siltholdige jordarter
Risikogruppe →	Frostsikker	Frosttvivlsom	Frostfarlig
Trafikklasse ↓			
T0, T1	Bestemmes ved analytisk-emperisk dimensionering	400 [mm]	500 [mm]
T2		500 [mm]	700 [mm]
T3		600 [mm]	800 [mm]
T4, T5, T6, T7		700 [mm]	900 [mm]

Tabel D.3. Mindste befæstelsestykkelser under hensyn til frosthævningsrisiko. [Vejregler, 2017e]

På vejen forventes det, at der vil blive brugt asfaltbeton og stabilgrus i henhold til områdets nærliggende udvindingsområder. Pulverasfalt er dog også en mulighed. På tabel D.4 ses standardforslagene for frosttvivlsom underbund. Såfremt der er frostfarlig underbund tillæges bundsikringslaget ekstra dybde.

Trafikklasse	T3
Lastbiler pr. dag	65-120
Æ10-belastningen	20-50
Asfalt+SG	20 mm PA (250/330)
	45 mm GAB 0 (70/100)
	75 mm GAB 1 (70/100)
	160 mm SG
	300 mm BL
	25 mm AB (160/220)
	40 mm GAB 0 (70/100)
	70 mm GAB 1 (70/100)
	170 mm SG
	295 mm BL

Tabel D.4. Fleksible belægninger på frosttvivlsom underbund for trafikklasse T3. [Vejregler, 2017e]

AB	Asfaltbeton
PA	Pulverasfalt
GAB	Grusasfaltbeton
SG	Stabilgrus
BL	Bundsikringslag

D.3 Pris

Det er valgt, at vurdere de to belægningstyper på baggrund af prisen. Priserne af materialer findes i onlinekataloget Molio [Molio, 2020], hvor der er udført linæer interpolation ud fra nærliggende tykkelse. På tabellerne D.5 og D.6 er de forskellige priser for forslagene og deres opbygning præsenteret.

	Type	Mængde [mm]	Pris [kr/m^2]
Slidlag	PA (250/330)	20	61,8
Bundet bærelag	GAB 0 (70/100)	45	93,2
Bundet bærelag	GAB 1 (70/100)	75	141,5
Ubundet bærelag	SG	160	57,7
Bundsikring	BL	300	44,1
SUM		600	398,6

Tabel D.5. Vejbefæstelse - forslag 1.[Molio, 2020]

	Type	Mængde [mm]	Pris [kr/m^2]
Slidlag	AB (160/220)	25	75,5
Bundet bærelag	GAB 0 (70/100)	40	82,8
Bundet bærelag	GAB 1 (70/100)	70	132,1
Ubundet bærelag	SG	170	61,31
Bundsikring	BL	295	43,4
SUM		600	387,9

Tabel D.6. Vejbefæstelse - forslag 2.[Molio, 2020]

Der kan på baggrund af tabel D.5 og D.6 vurderes, at vejbefæstelsesforslag 2 er billigst.

D.4 Optimering og analytisk beregning i MMOPP

Ved brug af programmet MMOPP, Mathematical Model of Pavement Performance, kan der udregnes en levetid for den bundne del (Pulverasfalt og Grusasfaltbeton), det ubunde bærelag og bundsikringen. Optimeringen tager udgangspunkt i at alle lag har en levetid på mindst 20 år. Samtidigt kontrolleres det, at befæstelsen ikke overskrider tilladelige kritiske E-moduler. For at gøre senere afsætning og opmåling ved kvalitetssikring og udførelse nemmere fastsættes befæstelses intervaller på $\pm$ 0,5 mm. Der er lavet en optimering på frostsikker jordbundsforhold (underbundstype 1), frosttvivlsomme jordbundsforhold (underbundstype 2) og frostfarlige jordbundsforhold (underbundstype 3). Optimeringerne ses på tabel D.7, D.8 og D.9 [Vejregler, 2017f].

	Type	Mængde [mm]	Levetid [år]
Slidlag	AB (160/220)	25	37,4
Bundet bærelag	GAB 0 (70/100)	40	21,3
Bundet bærelag	GAB 1 (70/100)	55	21,3
Ubundet bærelag	SG	205	20,7
Bundsikring	BL	0	0
SUM		325	

Tabel D.7. Vejbefæstelse, frostsikker - Optimering

	Type	Mængde [mm]	Levetid [år]
Slidlag	AB (160/220)	25	30,6
Bundet bærelag	GAB 0 (70/100)	40	24,3
Bundet bærelag	GAB 1 (70/100)	55	24,3
Ubundet bærelag	SG	170	20,4
Bundsikring	BL	310	31,8
SUM		600	

Tabel D.8. Vejbefæstelse, frosttvivlsom - Optimering

	Type	Mængde [mm]	Levetid [år]
Slidlag	AB (160/220)	25	34,8
Bundet bærelag	GAB 0 (70/100)	40	23,7
Bundet bærelag	GAB 1 (70/100)	55	23,7
Ubundet bærelag	SG	175	20,3
Bundsikring	BL	505	35,2
SUM		800	

Tabel D.9. Vejbefæstelse, frostfarlig - Optimering

D.5 Optimering og simulering i MMOPP

Der foretages en simulering i MMOPP for at finde befæstelsernes gradmæssige nedbrydning henover levetiden. I programmet benyttes de optimerede befæstelser fra afsnit D.4, en minimums hastighed på 60 km/t og en maksimums i henhold til planlægningshastigheden på 80 km/t. Der simuleres 100 gange for en periode på 40 år; det dobbelte af vejens ønskede levetid. Efter simuleringen giver programmet fire resultater [Vejregler, 2017f]:

- IRI, Antal år til der opstår ændring i befæstelsens overflade
- $Spor$, Antal år til der opstår sporkørsel
- E_{snit}, Antal år til der opstår revnedannelser
- E_{min}, Antal år til der vil være risiko for slaghuller

Det godtages, at der efter 15 år vil opstå ændringer i befæstelsens overflade, og opstå sporkøring, revnedannelser og slaghuller. Resultaterne fra hver befæstelse fremgår af tabellerne D.10, D.11 og D.12. Det fremgår af tabellerne, at den frostsikre og frostfarlige befæstelse er godkendte i henhold til tidligere nævnte nedbrydningskrav. Den frostfarlige kræver dog optimering således, at der ikke opstår sporkøring efter 12 år.

IRI	$Spor$	E_{snit}	E_{min}
21,5 år	26,8 år	40	40 år

Tabel D.10. Resultat af simulering over 40 år, frostsikker

IRI	$Spor$	E_{snit}	E_{min}
15,0 år	15,1 år	40 år	40 år

Tabel D.11. Resultat af simulering over 40 år, frosttvivlsom

IRI	$Spor$	E_{snit}	E_{min}
17,0 år	11,9 år	40 år	40 år

Tabel D.12. Resultat af simulering over 40 år, frostfarlig

D.5.1 Optimering

Ved hjælp af programmet MMOPP er der udført en optimering af befæstelsen for underbundstype 2, frosttvilsom. Sammensætningen af den nye befæstelse ses på tabel D.13 og resultatet fra simuleringen i MMOPP kan ses på tabel D.14.

	Type	Mængde [mm]	Levetid [år]
Slidlag	AB (160/220)	25	
Bundet bærelag	GAB 0 (70/100)	40	
Bundet bærelag	GAB 1 (70/100)	65	
Ubundet bærelag	SG	175	
Bundsikring	BL	495	
SUM		800	

Tabel D.13. Vejbefæstelse, frostfarlig - Optimering ved simulering

IRI	$Spor$	E_{snit}	E_{min}
16,4 år	15,2 år	40 år	40 år

Tabel D.14. Optimering: Resultat af simulering over 40 år, frostfarlig

De tre befæstelser for hver underbundstype er dermed bestemt. For type 1 henvises til tabel D.7, for type 2 tabel D.8 og for type 3 tabel D.13.

Afvanding E

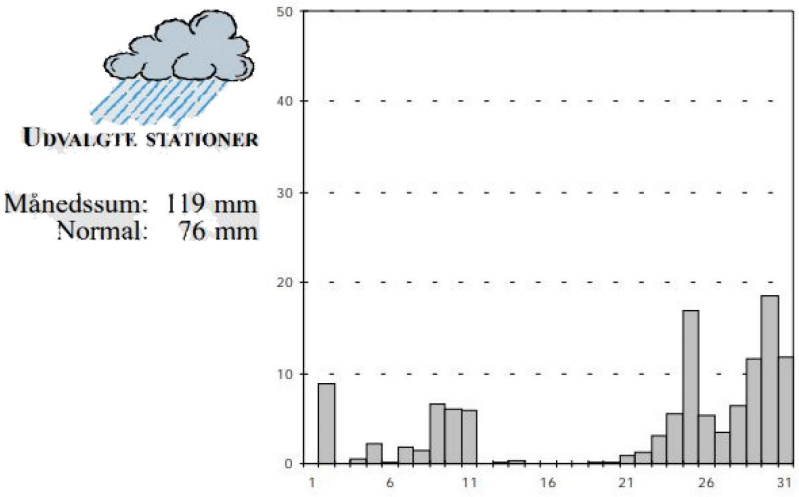
For at kunne bestemme afvandingsplanen gennemgåes de lokale forhold, der kan have indflydelse på afviklingen.

E.1 Terræn og grundvand

Ifølge miljøstyrelsen ligger grundvandet i en dybde af 1-2 m i den sydvestlige del af området, og er stigende til en dybde på 2-3 m [Miljøstyrelsen, 2020a]. Ligeledes er terrænkoterne stigende i samme omfang [SDFE, 2020], og der vurderes derfor, at der i hele området ligger et grundvandsspejl i samme kote, dog i varierende dybde (u.t.). Der henvises til bindinger i afsnit 5. I bilag A er der vedhæftet i alt fire boreprofiler fra området, hvor der dog kun er fundet grundvandsspejl i to fra den vestlige del af området. Der henvises til boringer med DGU nr. 26.4859 og 26.4860.

Boringernes startkote er 3,4, og de viser et grundsvandsspejl på henholdsvis 0,9 m u.t. og 0,7 m u.t. Begge boringer er foretaget i samme måned og år. Boring 26.4859 er foretaget d. 13/10/2000, og boring 26.4860 er foretaget d. 31/10/2000. Det højere grundvandsspejl kan skyldes mægtigheden af nedbør i tidsperioden imellem. Danmarks meteorologiske institut har udarbejdet en rapport for vejret i år 2000, Danmarks Klima 2000, der indeholder nedbørsdata for oktober måned, dette kan ses på figur E.1. På figuren ses der, at der i perioden inden boring 26.4860 har været en usædvanlig mængde nedbør [Cappelen og Joergenson, 2001].

Uden en pejling af grundvandsspejlet fra nyere tid er det svært, at vurdere det nuværende grundvandsspejl. Usikkerheden ved data fra år 2000 begrunder sig i klimaændringer igennem 20 år. I år 2019 var månedssummen af nedbørsmængden i oktober måned 129,3 mm, hvilket er første gang nedbørsmængden fra år 2000 er blevet overskredet mellem år 2011 og 2019 [Scharling og Fonseca, 2019]. Der vurderes på baggrund af dette, at det højeste grundsvandspejl henover året stadigvæk befinder sig i kote 2,7 DVR90, dvs. 0,7 m u.t. fra kote 3,4. Ved besigtigelse af nuværende grøft og trug ved Ny Aabyvej er der konstateret varierende, men permanent vandspejl. 0,6-0,8 m under terræn i våde og tørre perioder i efteråret år 2020. På baggrund af boreprofiler og egne besigtigelser vurderes det, at der er en begrænset årstidsvariation af grundsvandspejlet.



Figur E.1. Pindediagram der viser nedbørsmængder i Nordjylland for oktober måned år 2000. [Mål i mm][Cappelen og Joergenson, 2001]

I det nordøstlige område befinder der sig drikkevandsinterresser (OS), og cirka 200 m længere nordpå befinder der sig særlige drikkevandsinterreser (OSD). Samtidigt er store dele af området indvindingsopland for drikkevand og markafvanding. Det har været muligt, at tilgå nogle boringer vha. GEUS' boringsdatabase, Jupiter [GEUS]. Der henvises til boringer med DGU nr. 16.1376 og 26.6167, der kan tilgåes igennem det online kort. Den første er en 66 m boring udført af Aabybro vandværk, og den anden er med ukendt dybde udført af privat husholdning. Grundet den ukendte dybde og det terrænnære grundvand antages der, at der forefindes terrænnære og dybereliggende grundvandsmagasiner. Samtidigt antages der, at Jammerbugt Kommune vil afvise en evt. ansøgning om nedsivning i den nordøstlige del af området pga. drikkevandsinteresserne.

Det forventes ikke, at der i området må forekomme permanent udledning til recipient [Miljøstyrelsen, 2020b], fordi miljømålene for det fredede åløb kræver god kemisk og god økologisk tilstand. Det forventes dog, at der kan opnåes dispensation til udledning i ekstrem tilfælde eller midlertidigt tilstoppelse af afvandingskonstruktioner. Ligeledes forventes det, at der vil kunne gives tilladelse til etablering af forsinkelsesbassiner til tilbageholdelse af stoffer inden udledning.

I den sydvestlige del af området er der ingen drikkevandsinteresser, og det vurderes, at nedsivning vil være muligt såfremt jordbunden tillader det, og at der er et filtrerende element i afvandingsprincippet. Nedsivningspotentialet af jordbunden afhænger af jordbunds typernes sammensætning, hvilket vil kræve kornkurveanalyser, der beskriver grov-/finheden af jordtypen. På baggrund af det begrænsede grundvandsspejl vurderes der, at nedsivningskapaciteten er tilstrækkelig selvom grundsvandsspejlet ligger i tæt kote af terræn. Dermed forgår anbefalingen om ikke at etablere grøfter eller trug 1,0 m fra højest observeret grundvandsspejl. På strækningen etableres der på baggrunden nedsivningsgrøfter, principielt nedsivningsbassiner [Vejregler, 2017b].

E.2 Dimensionering

Afvandingssystemet kan betegnes som et ukompliceret system med lempet dokumentationskrav på baggrund af, at der i afvandingssystemet kun forventes anvendelse af grøfter, trug, ledninger og åbne bassiner. Det lempede dokumentationskrav kan imødekommes ved anvendelse af standand tværsnit af afvandingsprincipper [Vejregler, 2017a].

Ved dimensionering indeles vejen i to områder ved krydsningen med banestien, det nordvestlige område og det sydøstlige område. Inddelingen sker ved skellet mellem særlige drikkevandsinterreser. Der bliver dimensioneret efter to tilfælde: Et tilfælde hvor alt afledt regnvand ledes mod nedsivningsgrøfter i det sydvestlige område. Et andet tilfælde hvor vandet fra det nordøstlige område udledes til recipient igennem et forsinkelsesbassin. Der tages på den måde hensyn til ekstrem hændelser.

E.2.1 Det nordøstlige område, trug

Det sydøstlige område er stærkt præget af kuperet terræn med dårlige jordbundsforhold. Ligeledes er det ikke muligt, at nedsive eller udlede til et åløb eller lign.. På baggrunden udføres der trug, der skal føre vandet henimod det sydøstlige område og forsinkelsesbassinet. Systemet skal gennemløbe det fredede åløb samt underføringen af banestien. På strækningen føres det igennem et ledningssystem.

Den dimensionsgivende vandføringen findes vha. den rationelle metode. Metoden antager, at den maksimale vandføring findes, når koncentrationstiden er lig regnvarigheden [Vejregler, 2017b]. Vandføringen kan findes ved formel E.1:

$$Q_{dim} = f \cdot A_{red} \cdot I \tag{E.1}$$

Q_{dim}	Dimensionerende vandføring l/s
f	Sikkerhedsfaktor
A_{red}	Reduceret areal
I	Intensitet

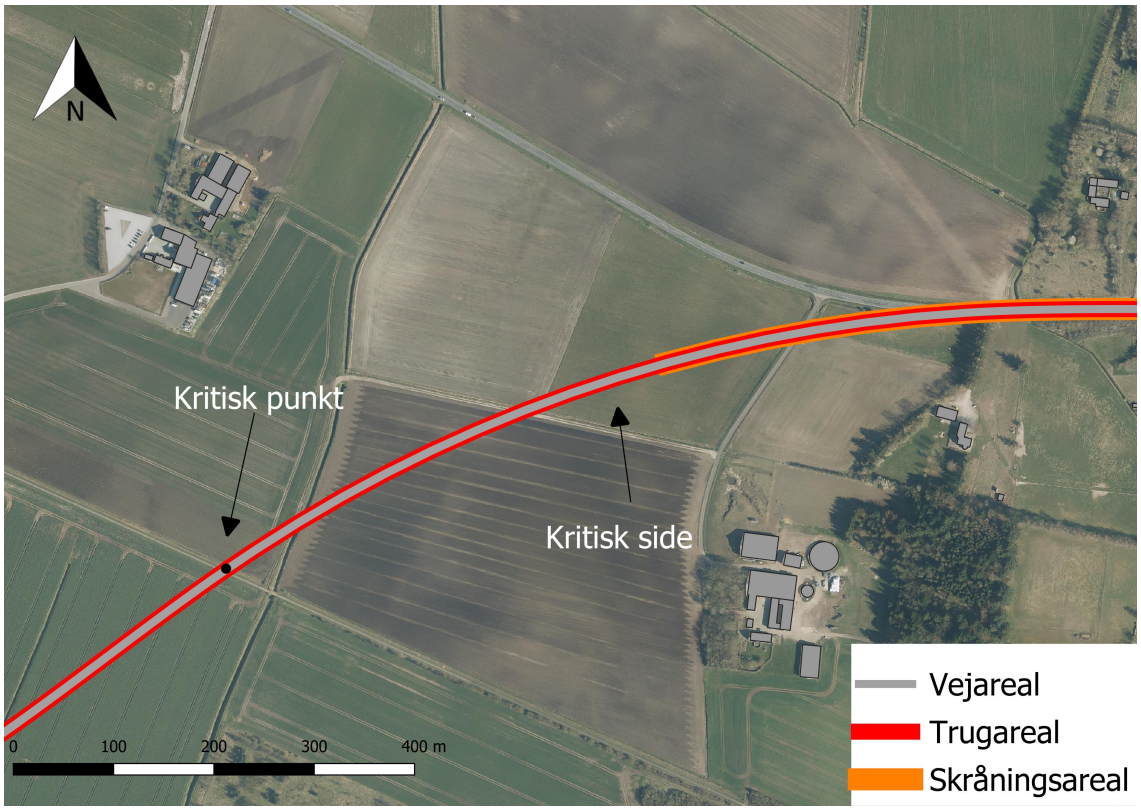
Intensitet findes vha. SVK-30-regnearket udviklet af spildevandskomiteen [Spildevandskomiteen, 2016]. Heri er det nødvendigt, at angive hvor i Danmark der ønskes regndata fra. Koordinaterne 6334575N og 547213E anvendes, hvilket svarer til en placering cirka midt på omfartsvejen. Gentagelsesperioden fastsættes til 2 år, hvilket er en standard i henhold til vejregler. Koncentrationstiden fra oplandet og varigheden af regnen er lig hinanden, og findes ved det kritiske punkt ved banestien (det punkt, hvor alt vand gennemløber, station 1.460). Afløbshastigheden antages at være 0,5 m/s, hvilket er bestemt ud fra at vejreglerne anbefaler 0,3 m/s i grøfter, men da der arbejdes med trug antages værdien højere [Vejregler, 2017a]. Længden af hele oplandet er 988 m, og koncentrationstiden er dermed cirka 8,23 min. Der afrundes til 10 min for at tage højde for afløbstiden fra skråninger i afgravning. Ved indsættelse med klimafaktor lig 1 i SVK-30 findes intensiteten til 13,77 m/s, hvilket svarer til 137,7 l/s/h [Spildevandskomiteen, 2016].

For at bestemme det reducerede areal benyttes formel E.2:

$$A_{red} = A_1 \cdot \phi_2 + A_2 \cdot \phi_2 + ... + A_N \cdot \phi_N \tag{E.2}$$

A_{red}	Dimensionerende vandføring l/s
$A_{1]}$	Areal af givent område
ϕ	Afløbskoefficient

Bemærk, at formel E.2 indeholder flere arealer samt afløbskoefficenter. Dette skyldes, at afløskoefficenten afhænger af arealets evne til at bortlede overfladevand, hvilket varierer henover tværprofilet og omkringliggende terræn. For vejbanen, rabat og trug fastsættes en afløbskoefficient på 1,0, hvilket betyder, at der ikke nedsiver eller fordampes vand på arealet (det hele føres imod trug). Ved afgravning vil skråningerne bidrage med en overfladestrømning, hvor det forventes, at kun 20 % vil nedsive og optages af planter pga. af det siltede underlag, dermed en afløbskoefficent på 0,8. Skråningerne er antaget med en oplandsbredde på 5 m. På figur E.2 ses overblik over det nordøstlige område og vejarealerne der bidrager til den dimensionerende vandføring. Arealernes størrelser afhænger af hvilken side af vejen, hvorpå der beregnes. I vejkurven i det nordøstlige område er der fald mod øst, og det er dermed den side hvorpå den største vandføring kan findes, betegnes den kritiske side. Her fastsættes arealet som kørebaneareal, østlige rabat og trug (der regnes med 2 m trug i forlængelse af rabat). Areal opgørelse og resultat af reduceret areal kan ses på tabel E.1.



Figur E.2. Oversigt over vejareal og vejnære arealer der bidrager til trugets og ledningssystemets vandføring.

Arealtype	**Areal [ha]**	**Afløbskoefficent [ϕ]**	**Reduceret areal [ha]**
1, vejareal	1,23	1,0	1,23
2, skråningsareal	0,20	0,8	0,16
Samlet	1,43	0,97	**1,39**

Tabel E.1. Det nordøstlige område: Opsamling på beregning af reduceret areal

Det sidste led i formel E.1 er sikkerhedsfaktoren, der afhænger af en faktor for usikkerhed ved fremtidigt klima og en faktor for modelusikkerhed. Begge sættes lig 1,2 for standard ved gentagelsesperiode på 2 år. Dermed en sikkerhedsfaktor på 1,44. Ved indsættelse i formel E.1:

$$Q_{dim} = 1,44 \cdot 1,39ha \cdot 13,77l/s/ha = 27,6\,\text{l/s} \tag{E.3}$$

På baggrund af en relativ lav vandføringen ønskes truget udført som et standard tværsnit. Dermed fastsættes dybden til 150 mm med sidehældning på 150 ‰. Der benyttes ikke filtermuld i opbygningen, da der forventes et filtrerende element efter tilslutning til det sydvestlige område. De første 100 mm kan derfor bestå af muld fra muldafrømningen. Resterende opbygges af bundsikringssand der afsluttes ved planum med en lermembran på 5 mm i bunden og opstødende imod vejkassen [Vejregler, 2017b]. Det ønskes, at den åbne del af truget har kapaciteten til at føre vandet til det sydvestlige område uden brug af dræn. Der udføres derfor kontrol af den åbne del af truget ved formel E.6 [Larsen og Brorsen, 2009]:

$$Q = A \cdot M \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \tag{E.4}$$

Hvor:

Q	Vandføringskapacitet $\frac{l}{s \cdot ha}$
A	Trugets tværsnitsareal $[m^2]$
M	Manningstallet, som er materialebestemt udfra ruhedsfaktoren $[m^{1/3}]$
R	Hydrauliske radius
I	Energilinjegradienten, som fastsættes til 0,002 m/m

For at finde den hydrauliske radius anvendes formel E.5 [Larsen og Brorsen, 2009]:

$$R = \frac{A}{P} \tag{E.5}$$

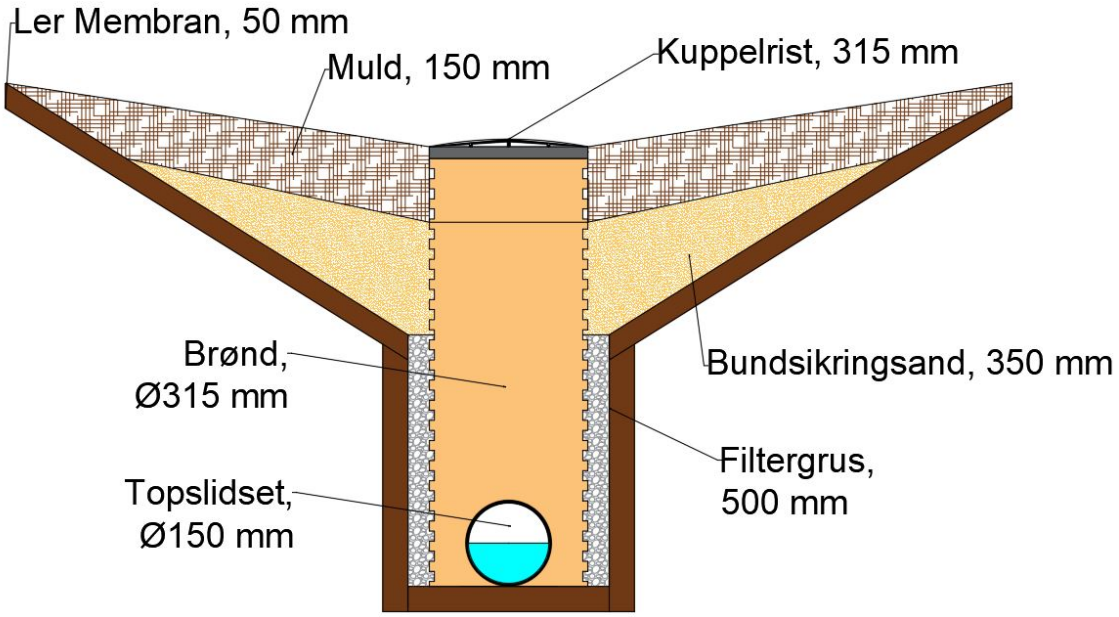
R	Hydrauliske radius
A	Trugets tværsnitsareal $[m^2]$
P	Våde perimeter $[m^2]$

Den våde perimeter fastsætter området der står under vand. Det forventes, at 2/3 af trugets åbne areal vil stå under vand ved maksimal vandføring. Dette tager højde for overskyl i

kurver. Den hydrauliske radius bestemmes til 1,5. Manningstallet bestemmes til $32\,\mathrm{m}^{1/3}$ for grøfter jævnfør vejregler. Ved indsættelse i formel E.6 [Larsen og Brorsen, 2009]:

$$Q = 0,15m^2 \cdot 32m^{1/3} \cdot 1.5^{\frac{2}{3}} \cdot 0.002^{\frac{1}{2}} = 75{,}6\,\mathrm{l/s} \tag{E.6}$$

Truget har derfor tilstrækkeligt vandføringskapacitet, og sikrer ligeledes ekstra kapacitet ved en ekstremhændelse, f.eks. tø fra skråninger. Truget placeres i begge sider af vejen. For at sikre, at vejkassen holdes tør placeres der et topslidset dræn i hver vejside 0,5 m under råjordsplanum med start i stationering 2.448. Dybden varierer, da faldet af trug og vejbane er 2 ‰, og drænet skal placeres med fald på 3 ‰ for at sikre selvrensning. Drænet placeres i bunden af truget og placeres 0,5 m under råjordsplanum. Omkring drænet placeres der filtergrus. Drænrøret udføres som hovedledningen i afvandingssystemet, og det udføres på den baggrund som et Ø150 mm drænrør for at sikre, at der er den nødvendige kapacitet ved halvt fyldt rør [Vejregler, 2017b]. Der skal i forbindelse med dræn og trug placeres spulebrønde pr. 100 m i serie, hvor der i toppen er placeret en kuppelrist [Vejregler, 2017a]. På figur E.3 ses princip for opbygningen.



Figur E.3. Afvandingsprincip, trug

Ved overgangen ved det fredede vandløb etableres et ekstra belagt vejareal på 0,615 m med asfaltsvulst ved afslutning. Hertil tilknyttes en brønd med afgrening til hovedledningen. Hovedledningen udmunder ved grøft i det sydvestlige område, hvor der placeres grus herunder som erosionssikring.

E.3 Det sydvestlige område, nedsivningsgrøft

Det sydvestlige område strækker sig mellem station 0 til station 1460. I området er det muligt at nedsive regnvandet, og det er valgt at udføre nedsivningsgrøfter. Nedsivningsgrøfterne placeres i begge sider af vejen, hvor der kun dimensioneres for den, der antages at have størst opland. Det vurderes ikke nødvendigt, at udføre grøfteskel langs vejbanen, da linjefaldet på meget af strækningen er 0 eller tæt på 0. Bundkoten af grøften forventes derimod at være ens igennem hele området, således vandet kan fordele sig jævnbyrdigt.

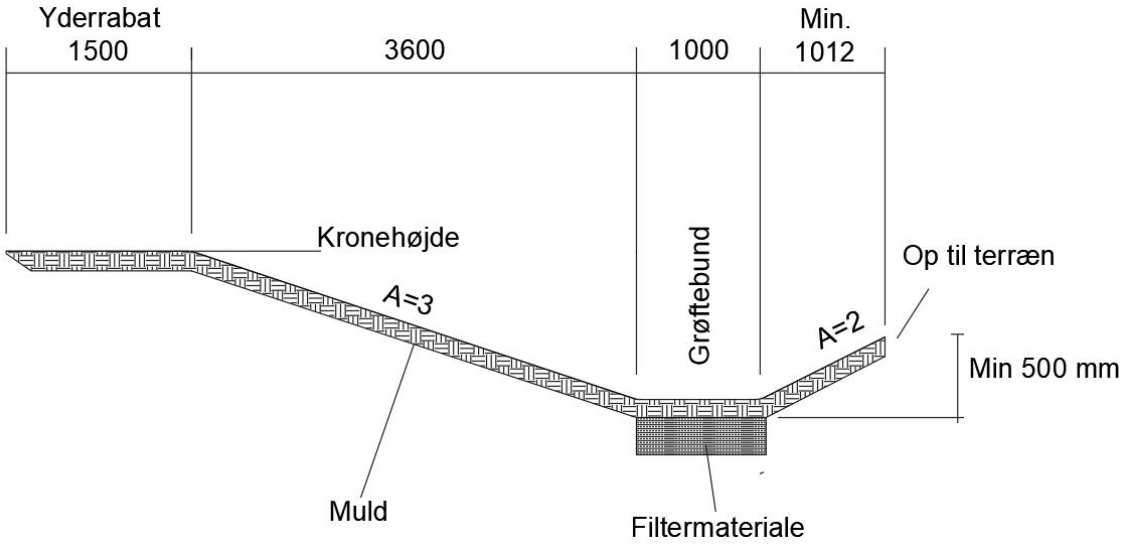
Det vurderes, at vejens vestlige side har det største opland. Dette skyldes sidehældningen i kurven, og at strækningen er længere end i det nordøstlige område. Der er i området afgravning mellem station 500 og station 1000, hvor skråningsstrækningen vurderes til at være 2 m med en afløbskoefficient på 0,6 pga. siltblandet sand [Larsen og Brorsen, 2009]. Ved beregning antages der fuld vipning udført i hele området. På tabel E.2 er der udført oplandsopmåling med samme princip som på tabel E.1. Der ses i tabellen, at der også er et bidrag fra det nordøstlige område, der tilføjes i forlængelse af oplandet.

Arealtype	**Areal [ha]**	**Afløbskoefficent [ϕ]**	**Reduceret areal [ha]**
1, vejareal	1,68	1,0	1,68
2, skråningsareal	0,10	0,6	0,06
3, nordøst	0,55	0,93	0,51
Samlet	2,33	0,97	**2,25**

Tabel E.2. Det sydøstlige område: Opsamling på beregning af reduceret areal. 3, nordøst er bidraget fra det nordøstlige område.

Ved brug af regneark til Lar-dimensionering udviklet af spildevandskomiteen [Spildevandskomiteen, 2015] findes den nødvendige dybde af grøften. Heri indsættes oplandsarealet, grøft længde, grøft bredde, den hydrauliske ledningsevne. Den hydrauliske ledningsevne er fundet ved brug af regnearket, hvor der er fundet et gennemsnit baseret på længden af de to underbundstyper i området, $1{,}1 \times 10^{-4}$ m/s. Der anvendes en gentagelseperiode på 2 år og en sikkerhedsfaktor på 1,44 Regnearket udregner drænkapaciteten for et V-formet grøftprofil. Ved anvendelse af en bredde på 1 m findes en dybde af grøften til 0,43 m.

Der besluttes, at der benyttes en standardgrøft type 1 fra vejregler, da den har mere end den nødvendige volume, dybde og nedsivningsareal. Grøften kan samtidigt ligge indenfor sikkerhedszonen uden brug af andre foranstaltninger. I bunden af grøften tilføjes 300 mm filtermateriale for at beskytte underjorden mod stoffer fra vejarealet. På figur E.4 ses princippet af grøften. Ligeledes kan grøften bruges som dræn, da det ligger mere end 0,3 m under planum.



Figur E.4. Afvandingsprincip, grøft [mål i mm]. Længden af 1. skråning fra højre afhænger vejmidtens højde over planum. I tegningstilfældet er højden 0,7 m over planum.

E.4 Fredet åløb, forsinkelsesbassin

På den vestlige side af det fredede åløb overgår oplandet fra truget til et regnvandsbassin. Dimensionering af bassinet tager udgangspunkt i figur E.2. Der regnes med hele opladet hvor trug er placeret på omfartsvejen, hvor der vha. spildevandskomiteen skrift 30 udregnes en volumen [Spildevandskomiteen, 2014]. Benyttede sikkerhedsfaktorer, arealer mm. er som beskrevet i afsnit E.2.1. Heri er bassinvolumen udregnet til 408 m^2. Der opsættes efterfølgende design parametre inden dimensionering vha. autocad:

- Stuvningsvolumen skal minimum være408 m^2
- Der skal være tilstrækkeligt fald fra trugbrønd til indløb
- Længden skal være mindst 4 gange det af bredden
- Olieudspild mm. forhindres udledt til åløb ved at lade udløbet i bassinet være under vandspejl. Udløb til åløb skal være over denne kote.
- Overløb er nødvendigt ved overskridelse af
- Dybde under vandspejl må maks. være 1,5 m for at sikre bundliv
- Bassinet placeres udenfor sikkerhedszonen
- Der etableres skråningsstrækninger i hældningsforhold A = 10 for at sikre mulighed for vedligeholdelse.
- De ydre bassingrænser udføres som radier for at sikre god æstetik.

Der etableres i bassinet lermembran for at sikre, at regnvandet ikke nedsives. Denne etableres i en tykkelse på 0,5 m i hele bassinet. Brønde etableres med sandfang. Der er i rapporten afgrænset fra rørdimensionere tilhørende bassinet. Ligeledes er adgangsvej/servicevej ikke dimensioneret. Resultat af arbejdsgang i autocad ses på figur 9.1 i afsnit 9.

Dimensionering af kryds F

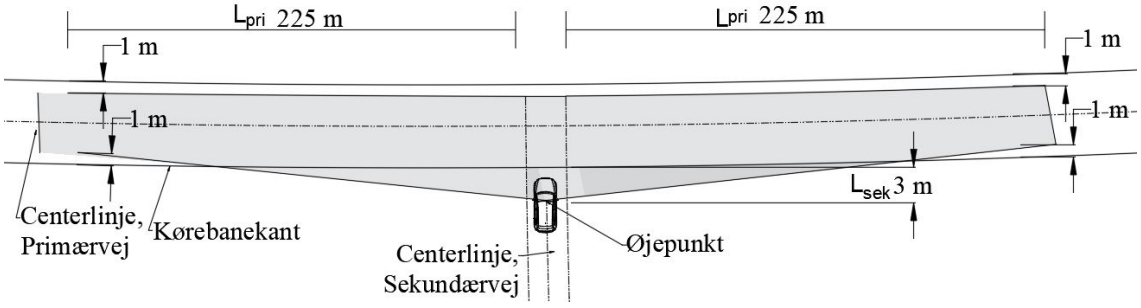
F.1 Sigtforhold

Ved krydsdimensionering skal der sikres, at der er den fornødne sigt for gennemkørende samt ind- og udkørende billister. I afsnittet bestemmes oversigt fra stopposition på sekundærvejen. Stoppositionen bestemmes af vigelinjens position. L_{sek} svarer til afstanden fra øjepunktets placering til vigelinjen. Denne skal være 3 m. L_{pri} svarer til sigtlængden fra yderkanterne af sekundervejen forlænget ind på primærvejen til fuld sigtlængde for trafikanter på primærvejen. Denne skal overholde et krav på 206 m i henhold til vejregler.

For at finde L_{pri} anvendes tidligere anvendt formel C.1 i afsnit C.1. Tidligere blev formlen benyttes til at finde minimums radius af horisontalkurver. I dette tilfælde kendes radius af horisontal kurven. Ligeledes er der i området etableret 2 m trug, og afstanden mellem kørebanemidte og sigthindrende objekt er dermed 4,375 m. Der regnes uden længdegradient.

$$1450m = \frac{L_{pri}^2}{8 \cdot 4,375m} \qquad \rightarrow IsolerL_{pri} \qquad \rightarrow L_{pri} = 225m \tag{F.1}$$

Sigtlængden L_{pri} er dermed godkendt, og det vurderes, at der er tilpas stoplængde ved fald på 2 ‰. Ved brug ved yderligere beregning fastsættes sigtlængden til 206 m. På figur F.1 ses princippet i sigtforholdende.



Figur F.1. Figuren viser princippet for oversigtforholdende. Ved real optegning strækker L_{pri} længere, dvs. tegningen er ikke i korrekte målforhold.

F.2 Geometri

Geometrien af elementer i krydset er lavet på baggrund af vejreglen: Prioriterede vejkryds i åbent land. Radier i krydset bestemmes ud fra kørekurver for sættevognstog, køremåde A.

På sekundærvejen etableres en **dråbehelle** pga. tilslutnings vinklen med primærvejen. Mod primærvejen etableres en kantstensbegrænsning med 0,3 m kantbanebredde. Kantstenene udføres affassede med 5 cm opspring. Den største hellebredde fastsættes til 3 m. Hellens spids placeres 1,1 m fra primærvejens ydre begrænsningslinje. Den højreorienterede kørekurve er fundet til 8 m plus den samlede kantbanebredde, dermed oprundet til 9 m. Den venstreorienterede er samlet fundet til 13 m. Vejledningen for dråbehelle på sekundærveje med tilslutnings vinkel mellem 80 gon $\leq \beta \leq$ 120 gon er fulgt, hvor resultatet kan ses på figur i afsnit 10.4 figur 10.4 [Vejregler, 2017c].

Fra primærvejen anlægges et **højreindsvingsspor med delehelle uden kantstensafgrænsning**. Længden af indsvingsningsporet afhænger af en decelerationsstrækning, en kilestrækning og en køstrækning. Køstrækningen bliver ikke anvendt i tilfældet, da der først og fremmest ikke forventes kø, og at der ved enden ikke etableres vigepligt. Ved beregning af decelerationsstrækningen finder 30 % af decelerationen sted uden for indsvingningssporet, og der regnes med en komfortabel deceleration på 2 m/s. Samtidigt afhænger længden af strækningen af længdegradienten på vejen, der i henhold til længdeprofilet er 2 ‰. Formel F.2 anvendes [Vejregler, 2017c]:

$$L_d = \frac{(0,7 \cdot V_p)^2}{2 \cdot (g_d + g \cdot i_t) \cdot 3,6^2} \tag{F.2}$$

L_d	Deceleration længde (m)
V_p	Planlægningshastighed [km/t]
g_d	deceleration [m/s]
g_d	tyngdeacceleration [m/s^2]
i_t	Længdegradient [‰]

Strækningen er fundet til til 59,9 m. Der afrundes til 60 m.

Kilestrækningen for hellen kan findes ved formel F.3 [Vejregler, 2017c].

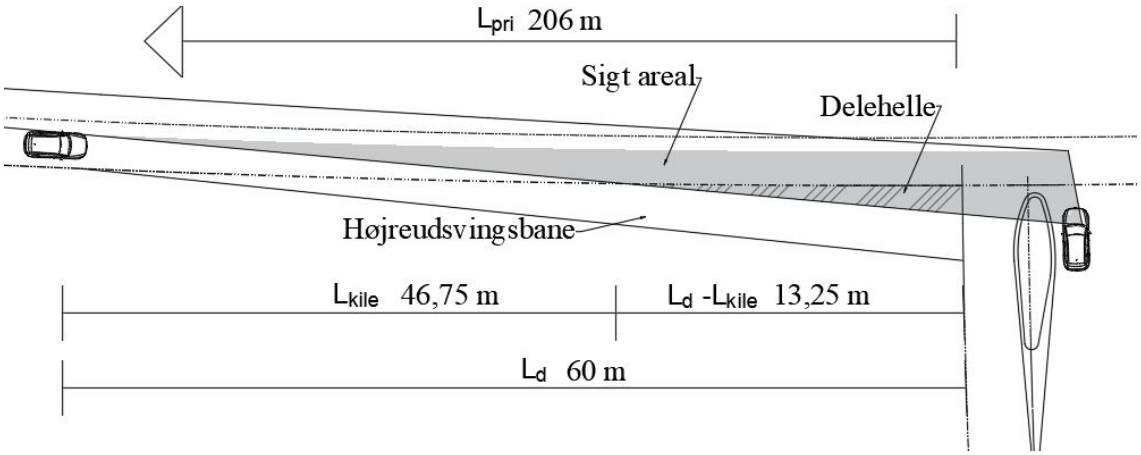
$$L_{ki} = L_d + (b_{ksp} + 2 \cdot b_{sk} + 1/2 \cdot b_{sh}) - \frac{L_{pri} \cdot L_{sek}}{((b_g - b_{oa}) + L_{sek})} \tag{F.3}$$

L_{ki}	Kilestrækningens længde (m)
L_d	Decelerationsstrækningens længde (m)
b_{ksp}	Bredden af kørespor på sekundærvejen uden for krydsområdet (m)
b_{sk}	Bredden af kantbanen langs sekundærhellen (m)
b_{sh}	Største bredde af sekundærhelle (m)
L_{sek}	Oversigtslængden på sekundærvejen (m)
b_g	Bredden af gennemfartssporet på primærvejen (m)
b_{oa}	Afstanden mellem oversigtsarealet og primærvejens midterlinje (m)
L_{pri}	Sigtlængden

Breddem af kørespor på sekundærvejen uden for krydsområdet og gennemfartssproret på primærvejen er i henhold til tværprofiler 3,5 m. b_{oa} kan findes jævnfør figur F.1 til 1 m. Derudover er alle elementer i formel F.3 benævnt i afsnittet. Ved indsættelse i formel F.3:

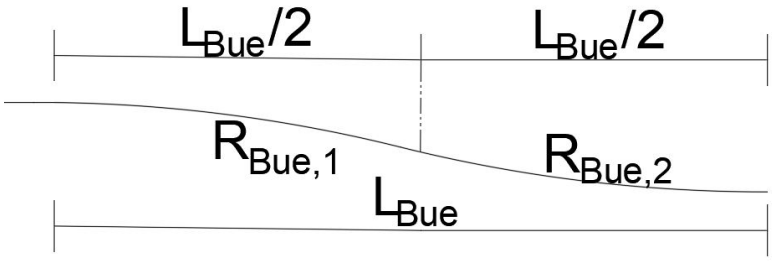
$$L_{ki} = 46,76m \tag{F.4}$$

Der forsimples til 46,75 m. På figur F.2 ses princip for hvordan udregnede værdier benyttes til bestemmelse af delehellen.



Figur F.2. Figuren viser optegningen af delehellen og princip for udsvingningsbanen uden kurver. Ved udvidelse af kørebanebredde i henhold til hellen på sekundærvejen laves en 67^o vinkel. Tegningen er ikke i korrekte målforhold.

Breddeudvidelsen fra primærvejen etableres af harmoniske og sikkerhedsmæssige årsager med to cirkelbuer. På figur F.3 ses princippet i opbygningen. I beregningen af længder og cirkelbuer benyttes formler for en lige vej. Længden L_ki beregnes af formel F.6.



Figur F.3. Figuren viser princip for opbygningen af breddeudvidelse.

$$L_{bue} = \frac{V_p}{3} \cdot \sqrt{\frac{b_v}{3}} \tag{F.5}$$

L_{bue}	Længden af bredde udvidelsen (m)
V_p	Planlægningshastighed (m)
b_v	Bredden af udvidelsen

Bredden af køresporet fastsættes til 3,5 m. Ved indsættelse i formel F.6

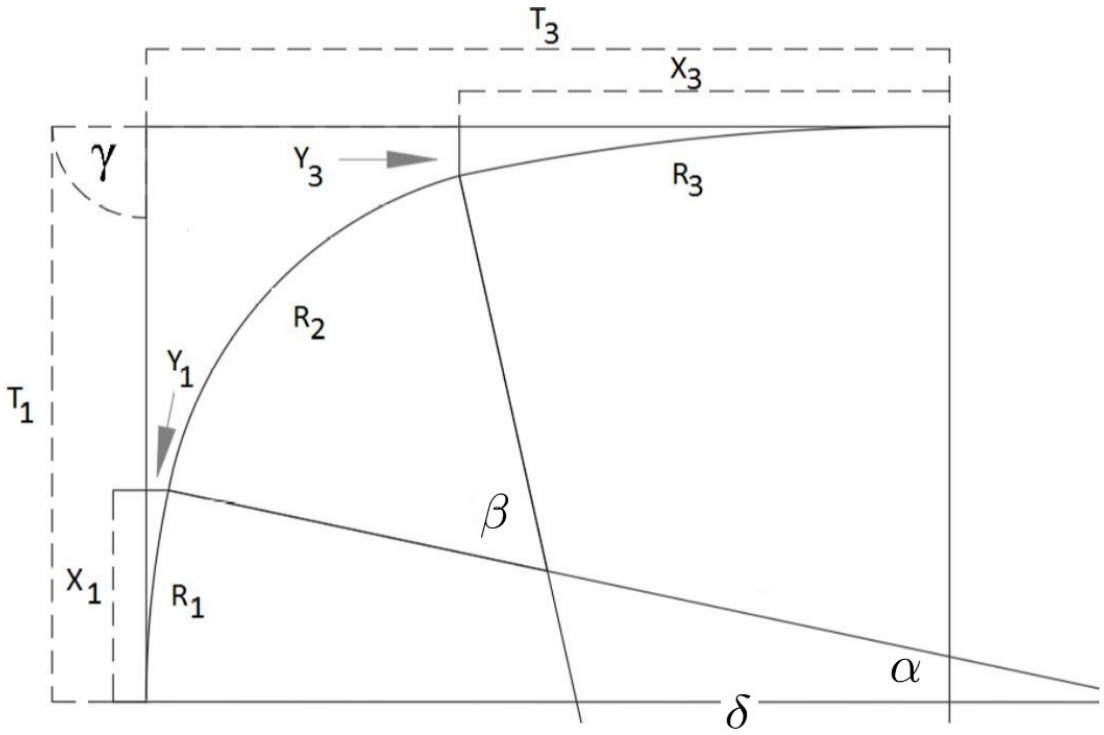
$$L_{bue} = \frac{80km/t}{3} \cdot \sqrt{\frac{3m}{3}} = 28,8m \tag{F.6}$$

For at bestemme de to cirkelbuer, $_{bue,1}$ og $_{bue,2}$ benyttes formel F.7

$$R_{bue,1} = R_{bue,2} = \frac{L_{bue}^2}{4 \cdot b_v} = 59,25m \tag{F.7}$$

F.3 Højre ind- og udsving

Den højreudsvingsbane og den højreindsvingsningsbane etableres med tre cirkelbuer. På figur F.4 ses afsætningsprincippet ved projektering af cirkelbuerne.



Figur F.4. Afsætningsprincip ved projektering af to cirkelbuer [Vejregler, 2017c]

Ved studeren af figur F.2 ses et forhold mellem vinklerne, γ, α, β og δ, der svarer til:

$$\gamma = \alpha + \beta + \delta \tag{F.8}$$

Vinklerne og radiernes forhold i henhold til hinanden er:

$$\alpha : \beta : \delta = 1 : 5,5 : 1 \tag{F.9}$$

$$R1 : R2 : R3 = 2,5 : 1 : 5,5 \tag{F.10}$$

De forskellige længder, X_1, X_3, Y_1, Y_3, T_1 og T_3, kan findes ved brug af følgende formler:

$$X_1 = R_1 \cdot sin(\alpha) \tag{F.11}$$

$$X_3 = R_3 \cdot sin(\alpha) \tag{F.12}$$

$$Y_1 = R_1 \cdot (1 - cos(\delta)) \tag{F.13}$$

$$Y_3 = R_3 \cdot (1 - cos(\delta)) \tag{F.14}$$

$$T_1 = (R_1 - R_2) \cdot sin(\alpha) + \frac{R_3 - (R_3 - R_2) \cdot cos(\delta)}{sin(\gamma} - \frac{R_1 - (R_1 - R_2) \cdot cos(\alpha)}{tan(\gamma} \tag{F.15}$$

$$T_3 = (R_3 - R_2) \cdot sin(\delta) + \frac{R_1 - (R_1 - R_2) \cdot cos(\alpha)}{sin(\gamma} - \frac{R_3 - (R_3 - R_2) \cdot cos(\delta)}{tan(\gamma} \tag{F.16}$$

Værdi for γ findes til 98^o for højreindsving og til 96^o ved højreudsving. Vinklen er ikke vinkelret, da der etableres breddeudvidelse inden de tre cirkelbuer . R_2 er tidligere fundet til 13 m. På tabel F.1 og F.2 ses oversigt over udregnede værdier.

13

R_1	R_2	R_3	γ	α	β	δ	X_1	X_3	Y_1	Y_3	T_1	T_3
32,5	13	71,5	96^o	$12{,}8^o$	$70{,}4^o$	$12{,}8^o$	7,2	15,8	0,8	1,8	20,2	28,0

Tabel F.1. Højreudsving.. Tabellen viser oversigt over udregnede værdier til dimensionering af 3 cirkelbuer. Mål i m, hvis andet ikke er angivet.

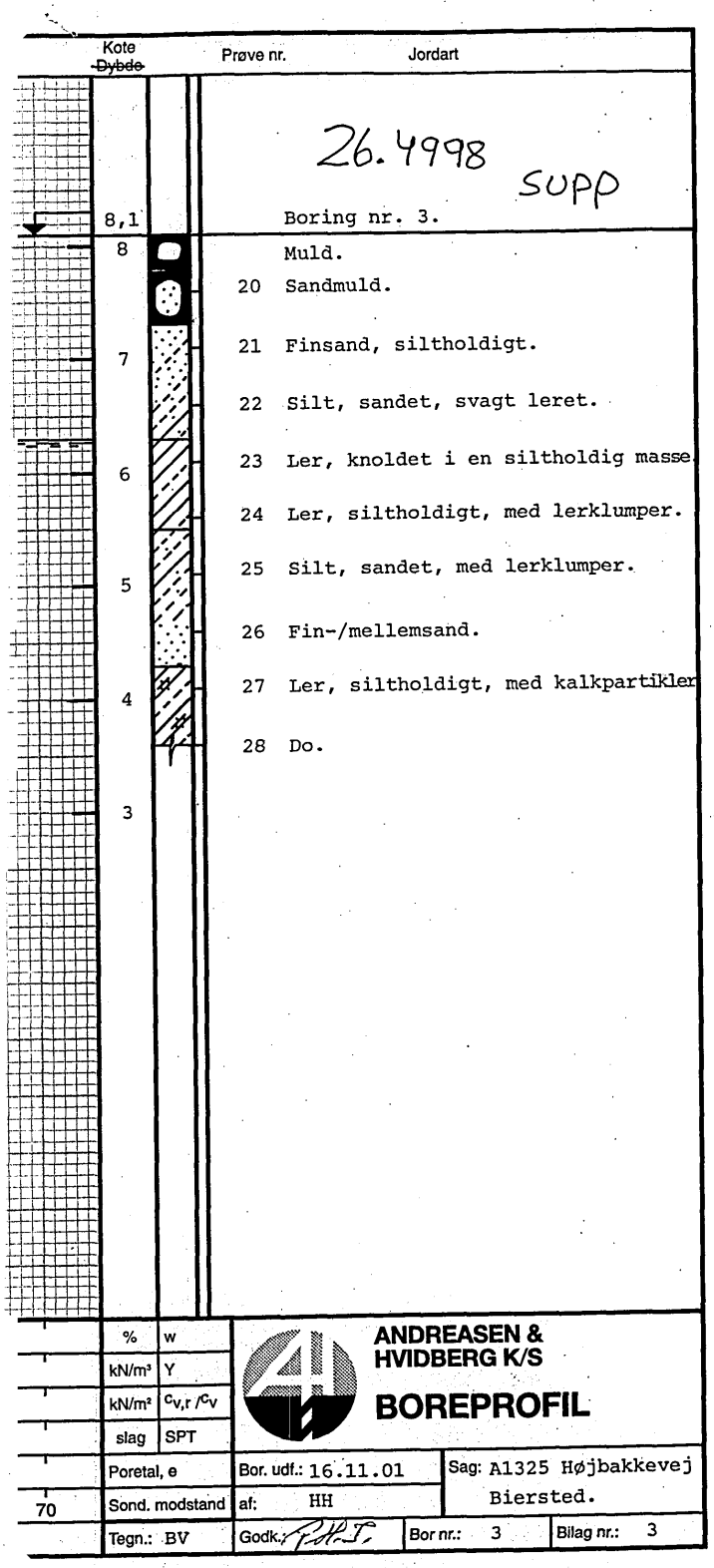
R_1	R_2	R_3	γ	α	β	δ	X_1	X_3	Y_1	Y_3	T_1	T_3
32,5	13	71,5	98^o	$13{,}1^o$	$71{,}8^o$	$13{,}1^o$	7,3	16,2	0,8	1,9	20,9	28,9

Tabel F.2. Højreindsving. Tabellen viser oversigt over udregnede værdier til dimensionering af 3 cirkelbuer. Mål i m, hvis andet ikke er angivet.

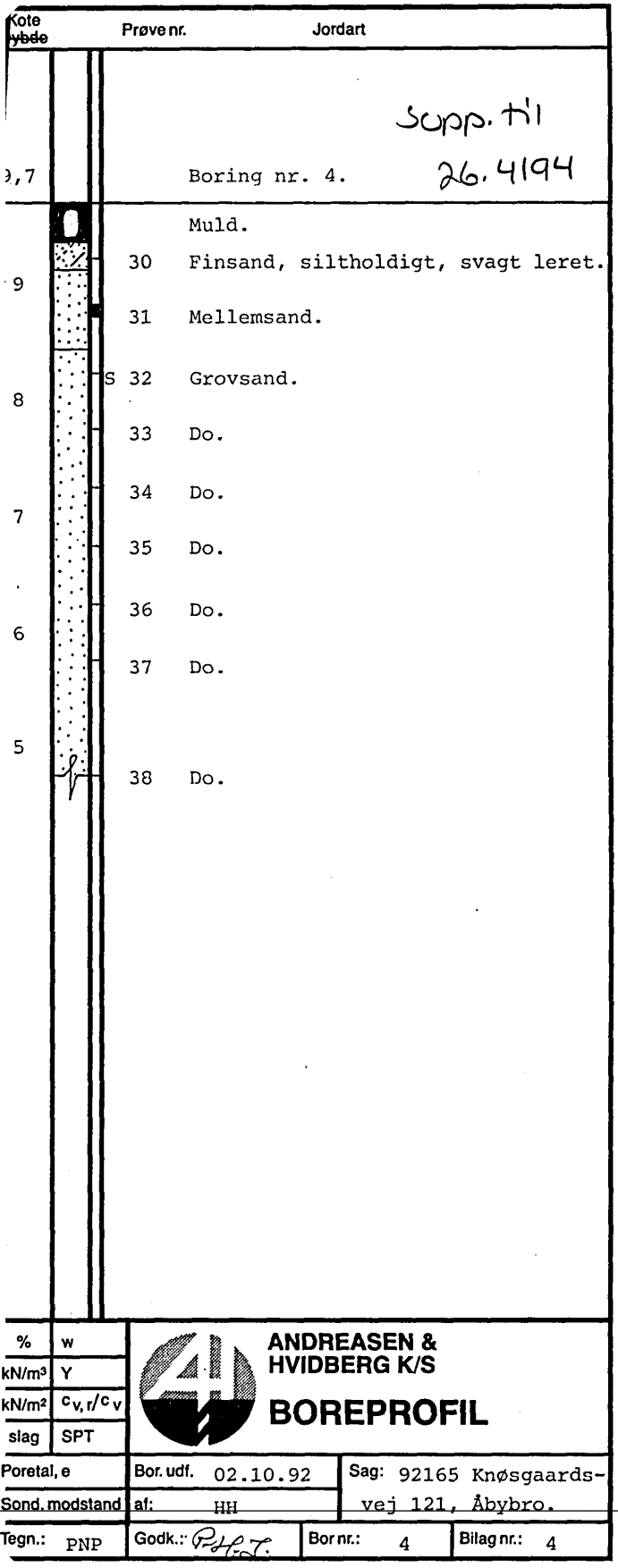
Boreprofiler A

Bilaget indeholder fem boreprofiler fra boringer omkring korridoren beskrevet i afsnit 5. Boreprofilerne er alle udarbejdet af Andreasen og Hvidbjerg A/S og hentet fra GEUS' boringsdatabase, Jupiter. [GEUS]

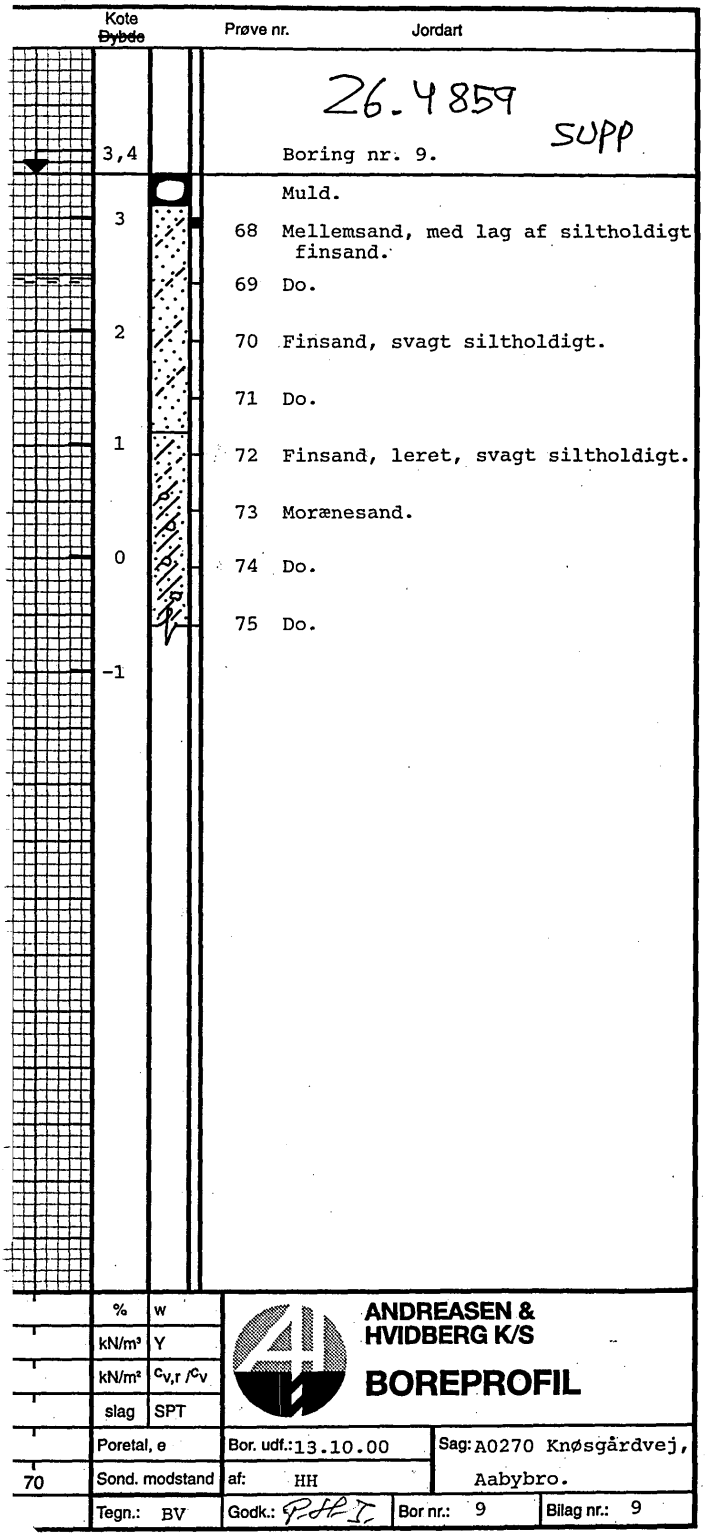
Boring 26.4998



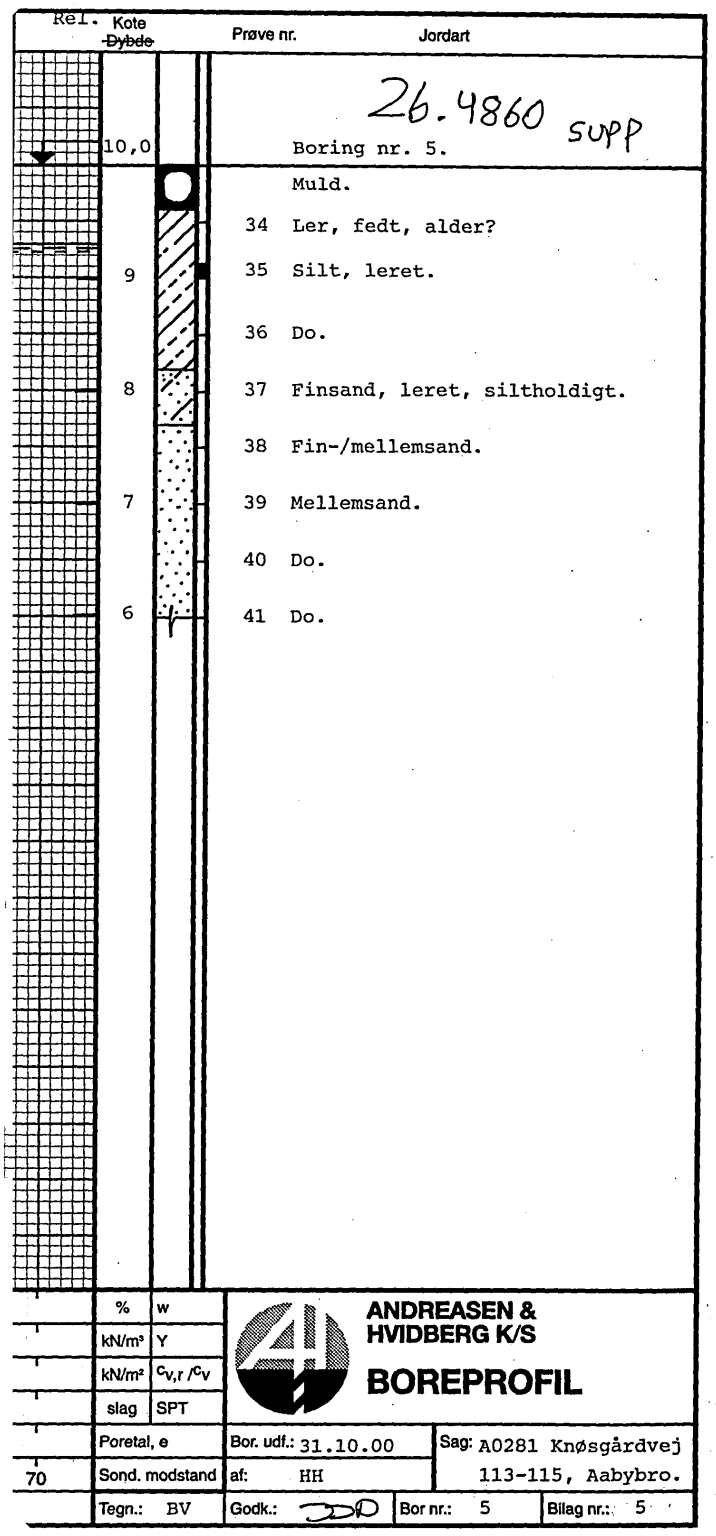
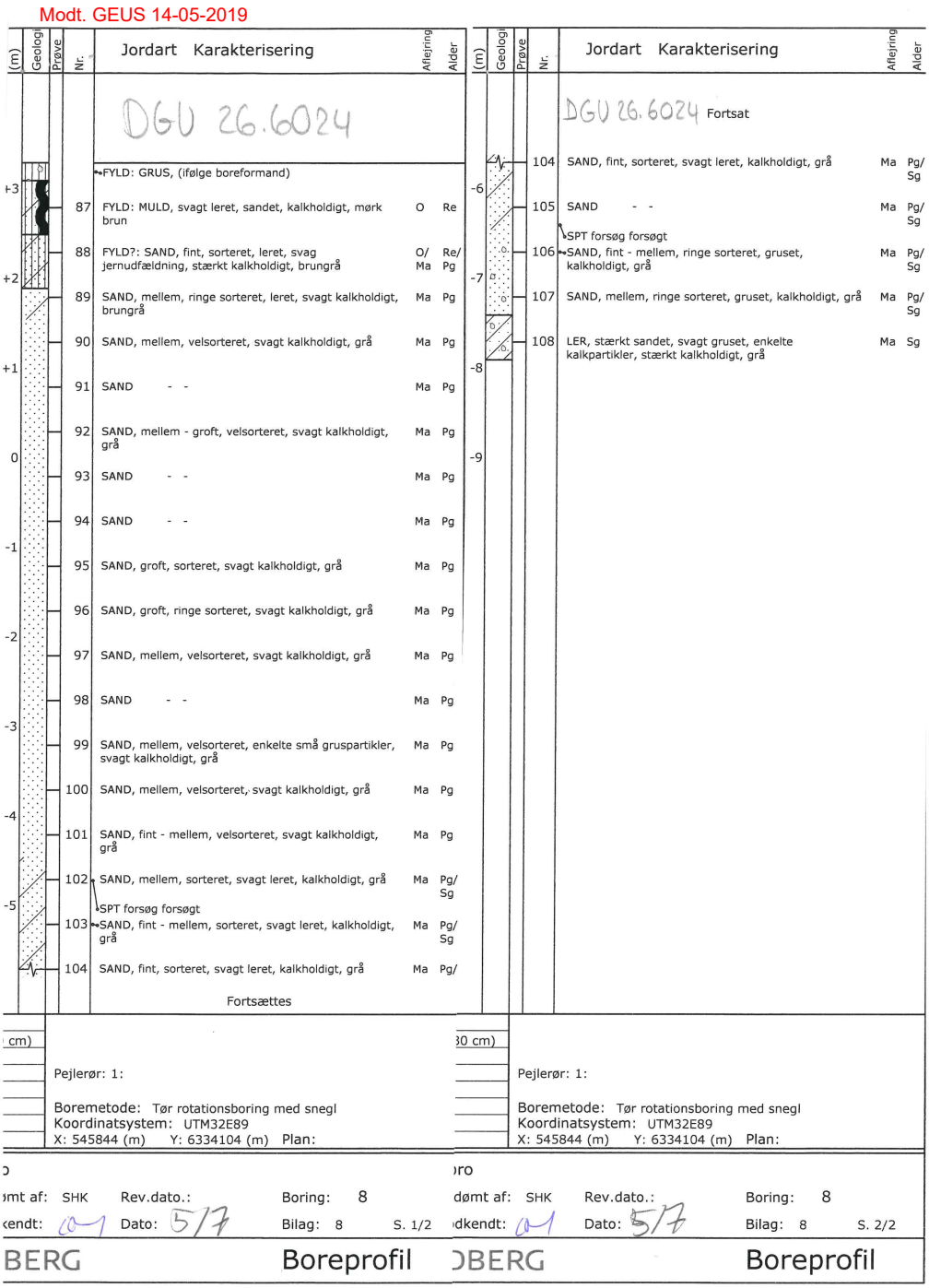
Boring 26.4194



Boring 26.4859



Boring 26.4859



Boring 26.6064