

Barrierer på godstransport på skinner i Danmark



10. SEMESTER, KANDIDATSPECIALE
NIKOLAJ SKÆRBÆK JOHANSEN
VEJE & TRAFIK
AALBORG UNIVERSITET
D. 6 JUNI 2024



AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

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

Titel:

Barrierer på godstransport på jernbanen
i Danmark

Engelsk titel:

Barriers on railfreight in Denmark

Projekt:

Kandidatspeciale

Projektperiode:

1. september 2023 - 6. juni 2024

Deltagere:

Nikolaj Skærbæk Johansen

Hovedvejledere:

Giulio Bianchi Piccinini

Bivejledere:

Ahmed Karam

Sidetæl: 40

Appendiks: 11

Afsluttet 06-06-2024

Synopsis:

Der er i dette speciale blevet undersøgt forskellige barrierer for godstransport på skinner i Danmark. De forskellige barrierer der er blevet undersøgt for i dette speciale er fundet ud fra et litteraturstudie. Ud fra litteraturstudie er der blevet udarbejdet et spørgeskema, som er blevet sendt ud til aktører på markedet. Dataene fra dette spørgeskema er blevet bearbejdet ved hjælp af en Fuzzy-Delphi metode og en AHP metode. Ud fra Fuzzy-Delphi metoden blev der ud fra de 13 barrierer fra spørgeskemaet, udvalgt fem indflydelsesrige. Disse fem barrierer blev videre undersøgt i en AHP, for at kunne klarlægge, hvordan disse vægtede i forhold til hinanden. AHP'erne blev udarbejdet i samarbejde med en række eksperter på godsbanemarkedet. På baggrund af disse kunne der beregnes vægte på de fem indflydelsesrige barrierer.

Forord

Dette kandidatspeciale er udarbejdet af Nikolaj Skærbæk Johansen på 10. semester på kandidatuddannelsen, Veje og Trafik. Specialet er udarbejdet mellem d. 1. september 2023 - 6. juni 2024.

Specialet omhandler barrierer ved godstransport på skinner i Danmark og dykker ned i hvordan, fra aktører og eksperters side, forskellige barrierer på godstransport vægtes i forhold til hinanden. Aktører på markedet er blevet adspurgt via spørgeskema om deres mening omkring forskellige barrierer. De indflydelsesrige barrierer er derefter blevet udvalgt på baggrund af en Fuzzy-Delphi metode og en Analytical hierarchy process metode.

Der rettes en stor tak for omhyggelig og grundig vejledning igennem specialet fra Giulio Bianchi Piccinini fra Aalborg Universitet, i forhold til opbygningen og indhold af rapporten, samt Ahmed Karam fra DTU, i forhold til metoder og resultater.

Derudover rettes en stor tak til brancheorganisationen Dansk Banegods for hjælp med at distribuere spørgeskemaet organisationens medlemmer. Derudover rettes tak til følgende personer for at være med til interview:

- Michael Rosenlund Langballe, Head of Transport & Logistics, Port of Hirtshals
- Rasmus Munk Kolind, Senior Commercial Manager, Container & Rail, Port of Aalborg
- Jan Andersen, Head of Location Management, DB Cargo Scandinavia
- Henrik Sylvan, Head of Center, DTU Railtech
- Niels Selsmark, Chefkonsulent/Senior Executive Advisor, Trafikstyrelsen

Læsevejledning:

Rapporten er inddelt i fem dele. Del 1 er en indledning, der bygger op til begrebet med barrierer på godstransport i Danmark. I del 2 beskrives metoderne, der er blevet anvendt i rapporten. Del 3 viser resultaterne, der er kommet ud fra metoderne i del 2. Del 4 og 5 omhandler en diskussion og konklusion på resultater og metoder.

I rapporten er der anvendt Harvard-metode til kildehenvisning. Kilderne vil derfor stå opskrevet som (forfatter, år). Kilder der står i slutningen af en sætning dækker generelt over hele sætningens indhold, mens kilder i sætninger dækker over specifikke dele.

Abstract

The purpose with this master thesis is to get a look at how actors on the danish railfreight market view barriers on railfreight. The climate is that EU and Denmark is prioritizing to keep down emission of CO². It can therefore be a question as to why trucks are a preferable way of transport for goods.

Barriers are problems or obstacles that can hinder goods from being transported fast and effectively by rail. This thesis found 13 barriers on railfreight from a litterature study. Some of the barriers that was found from the litterature studies were lack of poltical support, lack of capacity on the railways and terminals, as well as transporttime. This thesis tries to answer the question of "what are the most influencial barriers on railfreight in Denmark and how do these rank in relation to each other?". To answer this question the thesis is using three methods. Firstly a questionnaire survey was send out to actors in railfreight in Denmark to get an insight in the view of the 13 barriers.

Secondly, a Fuzzy-Delphi method was used on the data from the questionnaire survey to find influencial barriers on railfreight. From the Fuzzy-Delphi method there were found five influencial barriers; lack of capacity on the railway, lack of capacity on the terminals, lack of political support for railways, transporttime for railfreight and a lack of electrification of the railways.

Thirdly, an analytical hierarchy process was used to rank the five barriers in relations to each other. In the making of the analytical hierarchy process, five experts were interviewed while making the analytical hierarchy process'.

The conclusion from the analytical hierarchy process were that a lack of political support for the railways were the most influencial barrier on railfreight with a weight of 44%. The second most influencial was a lack of capacity on the railway with 23%, then a lack of capacity on the terminals with 13%. Atlast was a lack of electrification on the railways with 11% and transporttime for railfreight with 9%.

Contents

1	Indledning	1
1.1	Planer for det danske jernbanenet	3
1.2	Infrastruktur	3
1.2.1	Det danske jernbanenet	3
1.2.2	De danske omlæsningspladser for jernbanen	6
1.3	Transeuropæiske transportnet	8
1.4	Litteraturstudie	8
1.4.1	Infrastrukturelle barrierer	9
1.4.2	Økonomiske og politiske barrierer	10
1.4.3	Informationsbarrierer	10
2	Metode	12
2.1	Spørgeskema	12
2.1.1	Opbygning af spørgeskemaet	12
2.2	Databehandling	15
2.2.1	Fuzzy-Delphi metode	15
2.3	Interviews	16
2.3.1	Analytical hierarchy process	17
2.3.2	Konsistenstest	18
3	Resultater	20
3.1	Spørgeskema	20
3.2	Kommentar til de forskellige barrierer	21
3.3	Fuzzy-Delphi metode	25
3.3.1	Fuzzy score	25
3.3.2	Indflydelsesrige barrierer	26
3.4	Analytical hierarchy process	27
3.5	Udtalelser fra eksperter	28
4	Diskussion	34
5	Konklusion	40
	Bibliography	41
I	Bilag	44
A	Bilag 1	45
B	Bilag 2	54

C Bilag	57
----------------	-----------

I 2015 underskrev Danmark sammen med 195 andre lande FN's klimaaftale i Paris. Målet med aftalen er at undgå klodens temperatur stiger med 2 grader. For EU blev der sat et fælles mål om at reducere udledningen af CO² med 55 procent i forhold til 1990 (Kaltoft, 2023). Danmark havde i 2021 en udledning på 46,2 mio. tons CO², i figur 1.1 kan ses fordelingen af CO² fra forskellige sektorer for eksempel landbrug og transport.

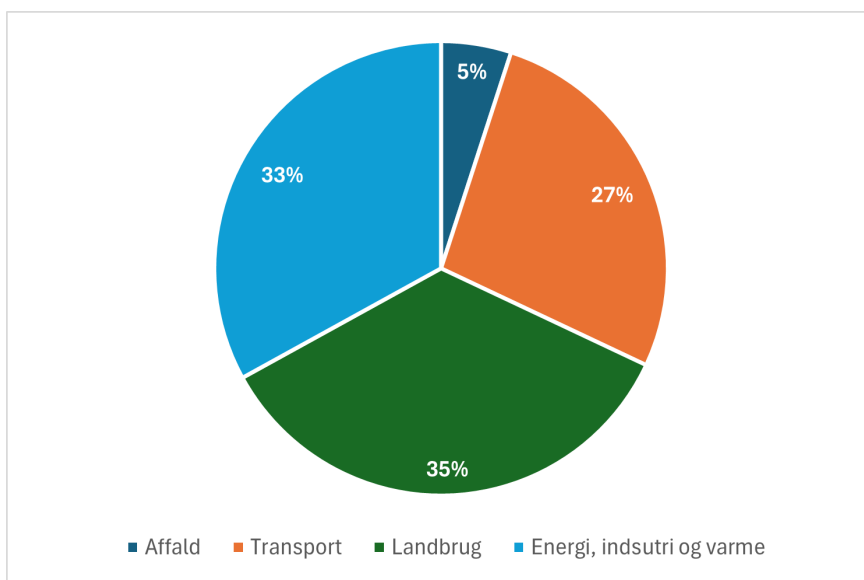


Figure 1.1. Udledningen af CO² i 2021 fordelt på forskellige sektorer (Klimarådet, 2024)

Det kan i figur 1.1 ses at 27% af CO² udledningen fra 2021 kom fra transport. Når tallene for udledningen i Danmark fremskrives til 2030 vil udledningen af CO² være på 29 mio. tons. Fordelingen blandt de forskellige erhverv for 2030 kan ses i figur 1.2.

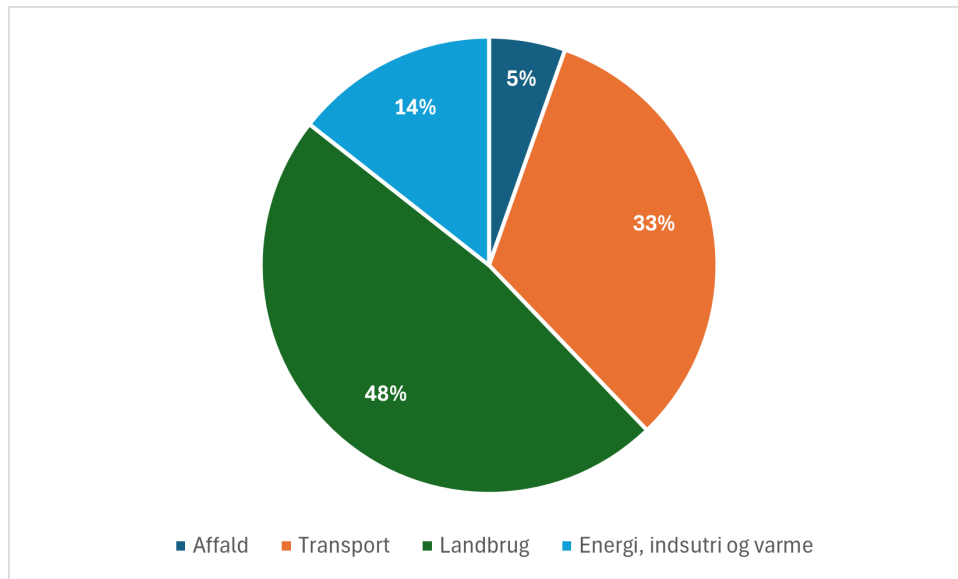


Figure 1.2. Udledningen af CO² i 2030 fordelt på forskellige sektorer (Klimarådet, 2024)

I figur 1.2 kan der ses, at transport i Danmark i 2030 vil stå for 33% af udledningen af CO². Dette vil sige, at transport vil være den andenstørste CO² udleder i 2030. Hvis der så kigges på tal fra energistyrelsen kan der ses, at vejtransporten i perioden fra 1990-2035 vil stå for imellem 87 og 92 procent af den samlede udledning (Energistyrelsen, 2023). I notatet står der, at lastbilstransport i 2025 vil stå for en udledning på 1,48 mio. tons CO². I samme periode vil udledningen fra andre tog, togekørsel der ikke er fjern- eller regional kørsel, ligge på omkring 0,025 mio. tons CO². Selvom toget er et langt mere klimavenligt transportmiddel, så ligger fordelingen i kørsel med gods stadig meget over på lastbilen. I tal fra Danmarks Statistik kan det læses, at der i 4. kvartal 2023 med lastbil blev transporteret 39.324.000 tons i national kørsel og 854.000 tons i international kørsel (Danmarksstatistik, 2023b). I samme periode er der for godstransport på skinner blevet transporteret 167.000 tons gods nationalt og 420.000 tons gods internationalt (Danmarksstatistik, 2023c). Dette ville sige, at forholdet mellem godskørsel med tog og lastbil ligger på 1:239 for national kørsel. Fordelingen af gods i Danmark kan virke underligt i forhold til målet om at mindske CO² udledningen, da udledningen fra en lastbil er større end fra tog. Hvis der kigges på en tur med dieseltog fra Padborg til Hirtshals, ville denne tur udlede 7 tons CO². Samme tur med lastbiler vil udlede over dobbelt så meget CO², nemlig 18 tons (Transportministeriet, 2021). For transport med lastbiler er der regnet med udledningen fra 52 lastbiler, hvilket svarer til samme mængde som fra et gennemsnitlig godstog i Danmark. I forhold til ønsket om at reducere mængden af CO², vil der i næste afsnit blive undersøgt, hvad der gøres fra politisk side i forhold til at fremme gods på jernbanen.

1.1 Planer for det danske jernbanenet

I Danmark er det transportministeriet der ejer hovedparten af det danske jernbanenet og dette forvaltes herigennem af Banedanmark. Transportministeriet har udgivet en række rapporter over jernbanegods og udgiver også en række trafikplaner med mål for det statslige jernbanenet. Den seneste trafikplan der er blevet udgivet fra transportministeriet udkom i 2023 (Transportministeriet, 2023). Af planen fremgår der, hvilke målsætninger og planer der er for den statslige jernbane, for eksempel elektrificering af jernbanen og udrulning af det nye signal system ERTMS (European Rail Traffic Management System). I planen er også beskrevet en række kapacitetsudvidelser forskellige steder i Danmark, samt nyanlæg. Til trods for, at planen skal dække over det statslige jernbanenet, beskrives der ikke megen om fremmen af godstransport på det danske jernbanenet. Det eneste reelle projekt der nævnes specifikt for godstransporten er opførelsen af et overhalingsspor ved Kalvebod.

I 2021 udkom den seneste egentlige rapport over godstransport på jernbanen i Danmark (Transportministeriet, 2021). Blandt andet beskrives der i denne rapport generelt omkring godstransporter i Danmark og placeringen af omlastningsfaciliteter. I rapporten bliver omkostninger og afgifter for at køre jernbanegods i Danmark beskrevet. I dette eksempel regnes der på tre ruter, nemlig fra Padborg-Hirtshals, Padborg-Peberholm og Rødby-Peberholm. Nogle af de afgifter der er på at køre godstog i Danmark er en togkilometerafgift, broafgift (Storebæltsbroen) og en diesel- eller elafgift. Afgifterne på at køre godstog på disse tre ruter bliver i rapport holdt op imod afgifterne på at køre det tilsvarende antal lastbiler på samme strækning. Samme sammenligning bliver i rapporten også gjort i forhold til den CO² udledning, der vil være for de benævnte strækninger. Ud fra dette bliver der beskrevet, hvilke gevinster der vil være ved at flytte godstransport over på jernbanen.

I rapporten fremgår også hvordan kapacitetsudnyttelsen er for forskellige strækninger i Danmark. Derudover bliver der også opgjort, hvilke flaskehalse der er på det danske jernbanenet. I forhold til jernbanenettet vil der i næste afsnit blive kigget på, hvordan dette generelt er opbygget.

1.2 Infrastruktur

I dette afsnit vil der blive beskrevet, hvordan det danske jernbanenet er opbygget i forhold til hvor der er blevet implementeret ERTMS, hvor meget af banen der er elektrificeret/ikke-elektrificeret og enkelt-/dobbeltsporet. Der vil også blive beskrevet, hvor omlæsningspladsers er placeret i Danmark.

1.2.1 Det danske jernbanenet

Det danske jernbanenet er opbygget af i alt 2610 km strækning (Danmarksstatistik, 2023a). Af disse 2610 km er omkring 1103 km flersporet, mens 964 km er elektrificeret. Enkelt- og flersporede strækninger kan ses på figur 1.3, mens elektrificerede og ikke-elektrificerede strækninger kan ses på figur 1.4. Som anført i figur 1.4 er der kommende elektrificeringer på strækningerne, Fredericia - Aarhus - Aalborg - Aalborg lufthavn, som skal stå færdig ultimo 2026. Strækningen Holbæk - Kalundborg som skal stå færdig ultimo 2027 og strækningen Vordingborg - Nykøbing Falster som skal stå færdig ultimo 2027 (Banedanmark, 2024b).

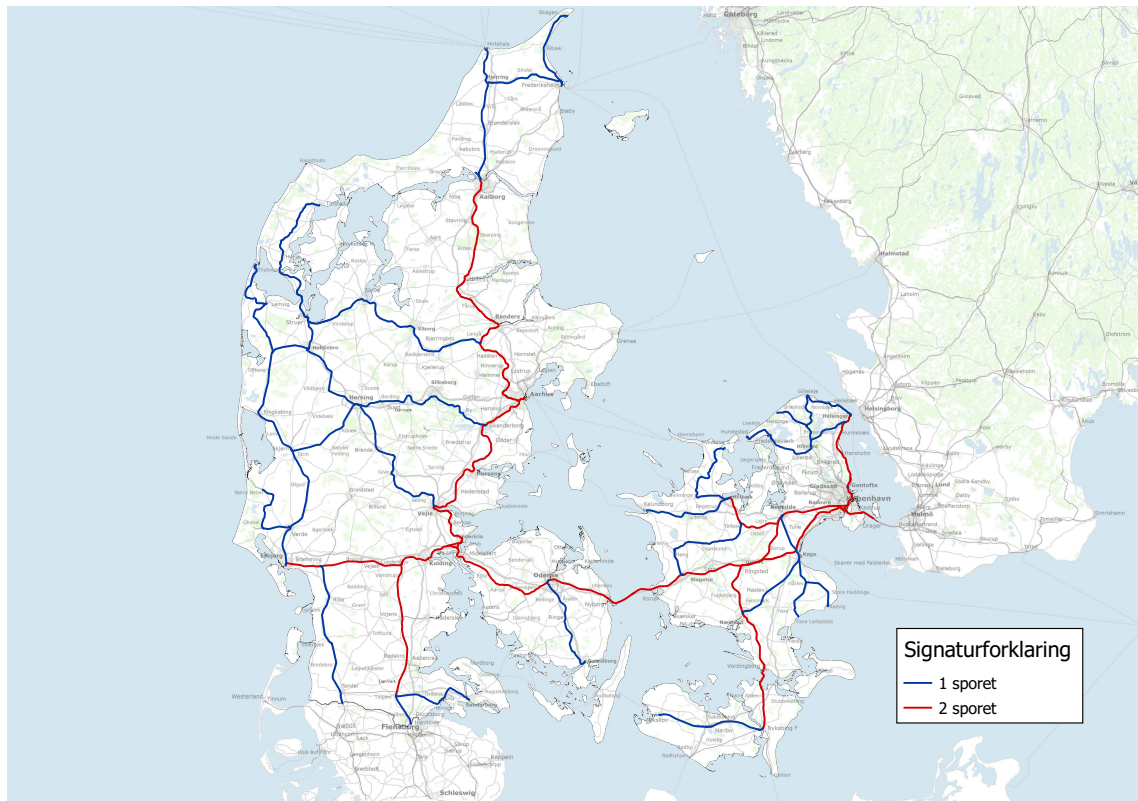


Figure 1.3. Enkelt- og flersporede strækninger i Danmark.

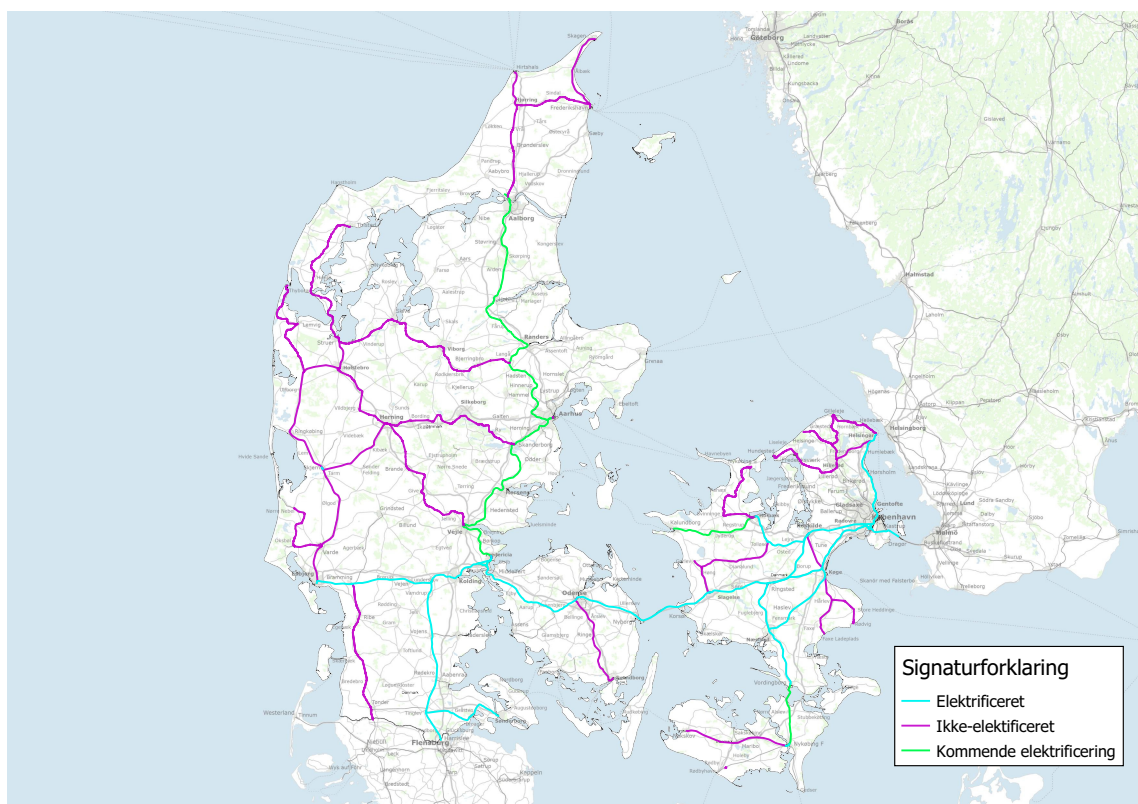


Figure 1.4. Elektrificerede, ikke-elektrificerede og kommende elektrificerede strækninger af hovedbanenet i Danmark (Banedanmark, 2024b)

Udover elektrificeringen af det danske jernbanenet er der også en igangværende udrulning af det nye signalsystem ERTMS. Strækninger hvor ERTMS er implementeret kan ses på figur 1.5.

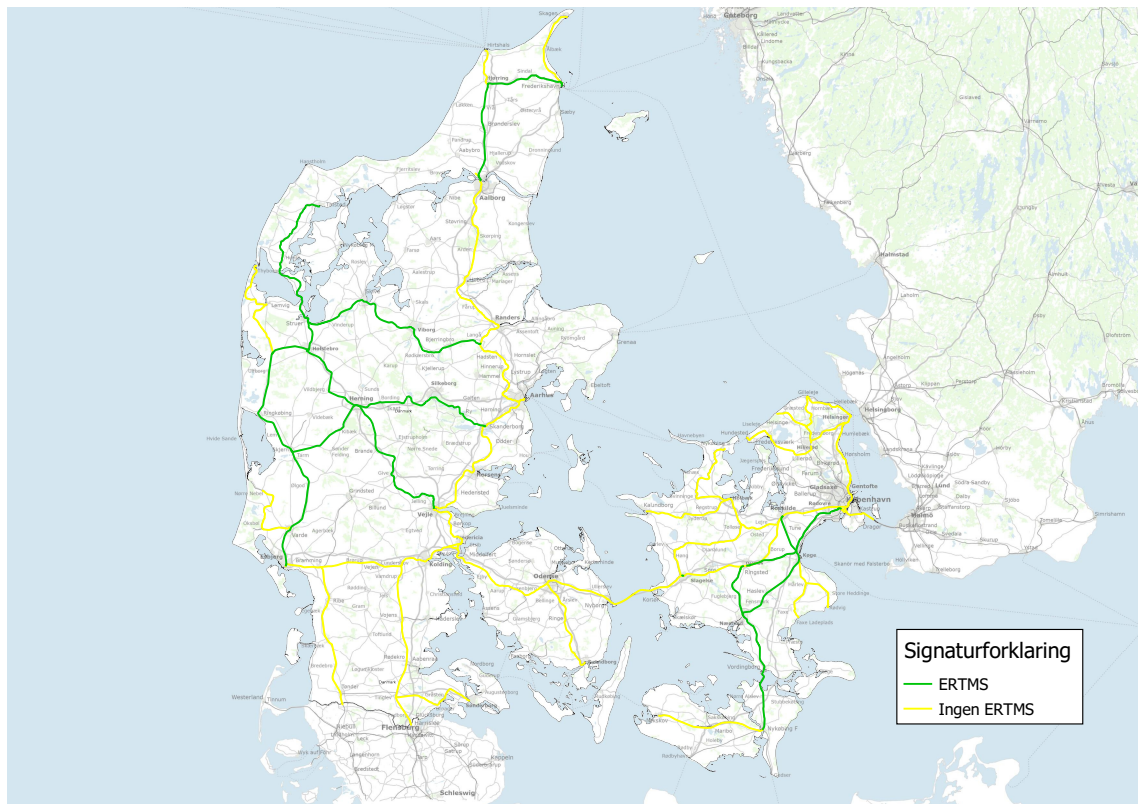


Figure 1.5. Strækninger i Danmark hvor ERTMS er i brug og hvor det ikke er i brug (Banedanmark, 2024a).

Udrulningen af det nye signalsystem giver problemer for de danske godsoperatører, da disse mangler køreklart materiel, altså lokomotiver med European Train Control System (ETCS), der vil kunne køre på strækningerne (Ingeniøren, 2022a). Dette problem kan derfor virke som en forhindring eller barriere for gods på skinner i Danmark, da godsoperatørerne kan blive forhindret i befordringen af visse strækninger.

1.2.2 De danske omlæsningspladser for jernbanen

I Danmark er der placeret en række omlæsningspladser rundt omkring i landet. Disse omlæsningspladser inkluderer kombiterminaler, havne, læssepladser og private sidespor. Placeringen af disse omlæsningspladser kan ses på figur 1.6.

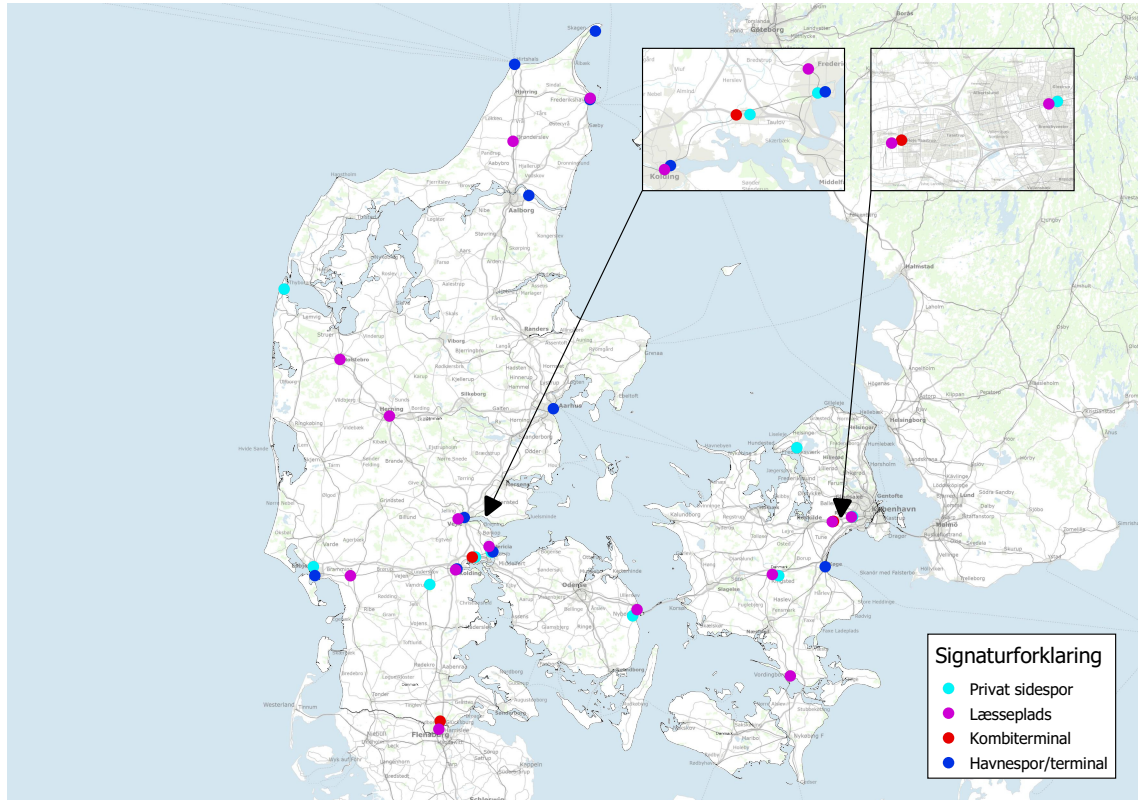


Figure 1.6. Omlæsningspladser i Danmark (Trafik-og boligstyrelsen, 2016).

På figuren kan der ses, at der er placeret omlæsningspladser nord for Aalborg samt i det midt- og vestjyske. Disse er placeret i områder, hvortil der kun kan befordres med ERTMS godkendte lokomotiver. Områderne kan ses på figur 1.7 og 1.8.

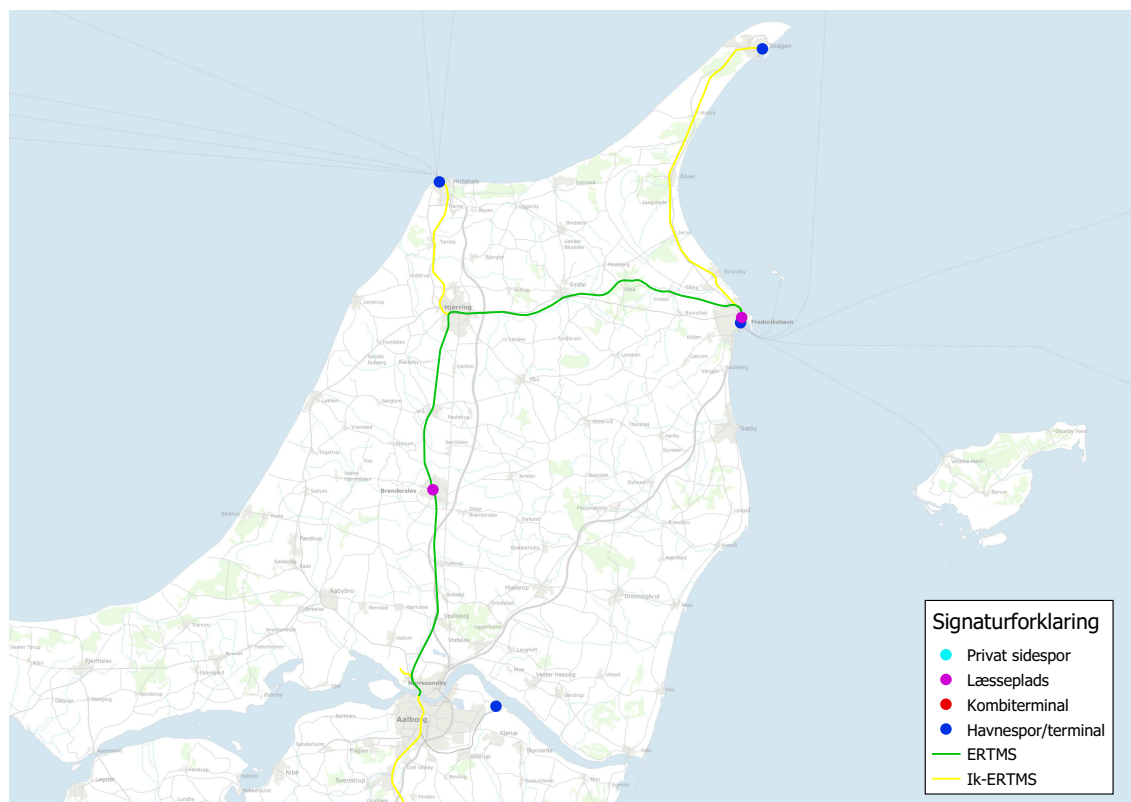


Figure 1.7. Omlæsningspladser i det nordjyske, hvortil der skal anvendes materielt med ERTMS.

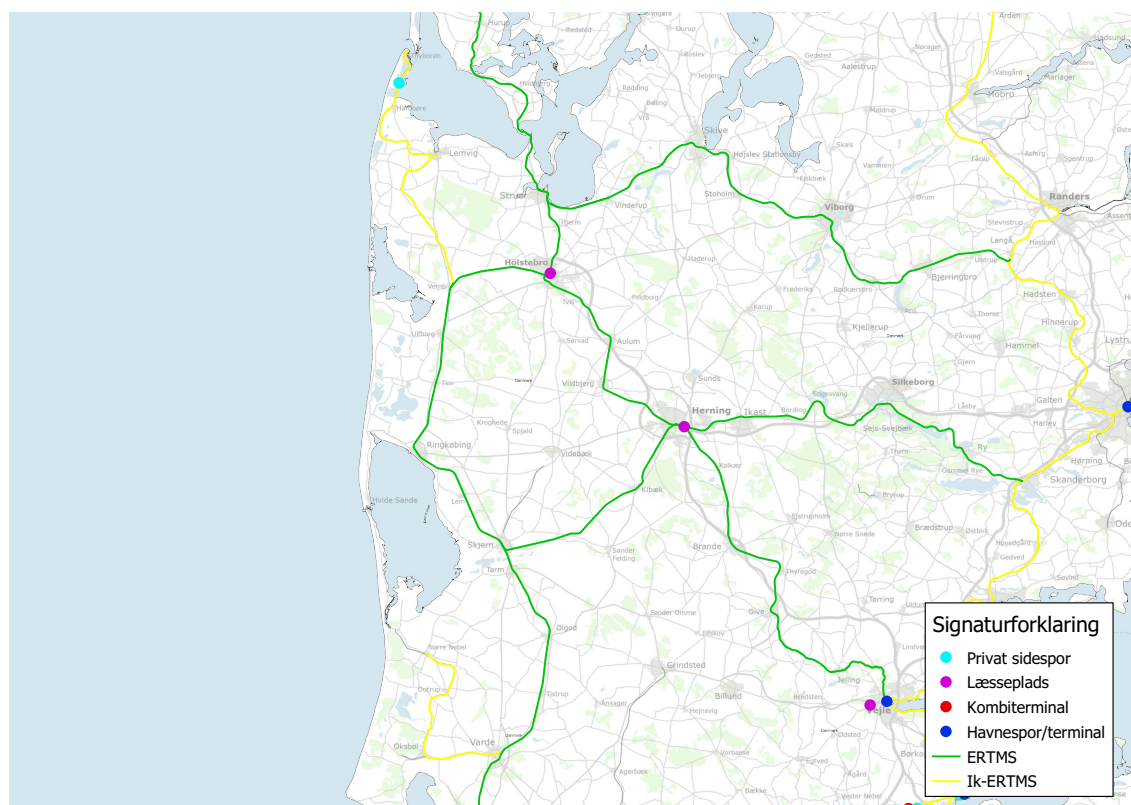


Figure 1.8. Omlæsningspladser i det Midt- og vestjyske, hvortil der skal anvendes materielt med ERTMS.

Grundet manglende lokomotiver til at kunne køre på strækninger med ERTMS har terminalen i Hirtshals, der blev færdigbygget i 2015, ligget ubrugt hen (Søfart, 2024). For læssepladsen i Herning har det betydet, at DB Cargo har været nødsaget til først at køre omveje og sidenhen leje et lokomotiv med ETCS for at kunne befordre strækningen (Ingeniøren, 2022b) (Lager&logistikmagasinet, 2023). Udfordring med den længere transporttid kan i sidste ende virke som en barriere for gods på skinner i Danmark og være årsagen til, at mere gods bliver transporteret med lastbil. På figur 1.3 kan det ses, at grundet det tynde banenet i Danmark, så vil en forstyrrelse et sted på en strækning resultere i, at hele strækningen vil blive lukket ned, og derfor kan dette virke som endnu en barriere for transporten på skinner.

1.3 Transeuropæiske transportnet

For at kunne sikre høj mobilitet og effektivt sammenhængende multimodal transport i Europa er der fra EU's side indgået et regulativ for at styrke dette. Det Transeuropæiske transportnet (TEN-T) skal være med til at skabe et godt transportnet for gods såvel som for passagerer. For jernbanen betyder dette blandt andet, at medlovgiverne er blevet enige om en række bestemmelser. Bestemmelserne indeholder blandt andet udrulningen af ERTMS på de store hovedstrækninger. Derudover inkluderer det også en forøgelse af længden på godstog til 740 meter og en minimumshastighed på strækningerne på 160 km/t (Rådet for den Europæiske Union, 2023).

1.4 Litteraturstudie

Der blev i afsnit 1.2.2 belyst, at der for det danske banenet er en række barrierer der besværliggør godstransport. De barrierer der blev belyst i afsnittet, er for eksempel elektrificeringen, ERTMS, og hvordan det danske jernbanenet er opbygget. Derfor vil der i dette afsnit blive undersøgt andre mulige barrierer, der kunne være på godstransport på skinner. For litteraturstudiet er der valgt at afgrænse nogle områder i forhold til søgningen. Der vælges at afgrænse området der søges i, til kun at inkludere Europa og barrierer vedrørende godstransporten her. Dette gøres, da godskørsel på skinner anses for at være ens for de europæiske lande set i forhold til for eksempel USA, hvor godsoperatørerne hovedsageligt ejer banenettet.

Der er valgt at søge litteratur på Scencedirect, Scopus og Google Scholar. Der er blevet undersøgt litteratur mellem 2018 - 2024. Den undersøgte litteratur er blevet afgrænset til kun at inkludere "review studies" og "research articles". Søgekriterierne der er blevet anvendt til søgning af litteraturen, er som følge. For Google Scholar er søgekriteriet blevet ændret til at søge specifikt på "Denmark". Det ændrede søgekriterie skyldes mængden af resultater ved søgning med "Europe" på Google Scholar, derfor blev dette indskrænket til, at der søgt efter resultater vedrørende Danmark

- Sciedirect - Barriers AND "rail*" AND ("freight", "goods" or "Cargo") AND "Europe"
- Scopus - "Barriers" AND "rail*" AND ("freight", "goods" or "Cargo") AND "Europe"
- Google Scholar - Barriers AND "rail*" AND ("freight", "goods" or "Cargo") AND "Denmark"

	Antal fundne kilder	Antal efter læst abstract/overskrift	Benyttede kilder
Sciedirect	227	18	9
Scopus	11	3	2
Google Scholar	767	5	3

Table 1.1. Antal fundne resultater fra litteratursøgningen

Som beskrevet er det i afsnit 1.2.2 blevet belyst at ERTMS og elektrificeringen kan være med til at virke som en barriere. Denne type af barrierer vil kunne pålægges en overkategori "Infrastrukturelle barrierer" som belyst i (Gleser and Elbert, 2024), der ud fra delphistudier har kunnet fastlægge en række barrierer for godstransporten. De fundne barrierer fra litteraturstudiet er derfor med inspiration af Gleser and Elbert (2024) blevet opdelt i tre forskellige overkategorier, "Infrastrukturelle barrierer", "Økonomiske og politiske barrierer" og "Informationsbarrierer". Kategorierne er valgt, da de dækker bredt over forskellige barrierer ved godstransport på skinner.

1.4.1 Infrastrukturelle barrierer

ERTMS's virke som barriere ved forskellige signalsystemer på den danske godstransport er noget, der typisk kun forekommer ved grænsekørsel frem for ved nationalt kørsel (Petry et al, 2018). Dette sætter begrænsninger på, hvem der kan operere på jernbanenettet, da lokomotiver hovedsageligt er begrænset til de respektive lande i forhold til deres sikkerhedssystemer og elektrificeringen her (Crozet, 2017). Disse begrænsninger kan gøre det besværligt for nye aktører at komme ind på markedet og er også med til at påvirke interoperabiliteten ved brugen af jernbanen. Andre barrierer ved interoperabiliteten for banen er ved terminaler. Gleser and Elbert (2024) benævner, at nogle af de barrierer, der er ved terminalerne er terminalernes densitet i forhold til områder med høj efterspørgsel eller kapaciteten på selve terminalerne. Derudover kan der også være begrænsninger for terminalerne i forhold til, hvilke varer, der vil kunne blive transporteret gennem disse. Islam and Zunder (2018) beskriver udfordringen med at transporterer kølevarer med jernbanen, da terminalerne ofte mangler mulighederne for at kunne holde varerne nedkølet. Håndteringen af kølevarer begrænses yderligere af terminalers åbnings- og lukketider, da dette besværliggør Just-in-time transport. Terminalernes åbnings- og lukketider i weekenden betyder således, at varer ikke ville kunne være klar i butikkerne mandag morgen. Åbnings- og lukketider for terminalerne har også indflydelse på, hvor let det vil kunne være at transporterer varer igennem disse. Dette vil betyde at varer der først vil ankomme til terminalen efter lukketid ikke ville kunne blive befordret, og det derved vil være lettere at transporter varerne via lastbil hele vejen (Behrends, 2017).

Det er ikke kun kapaciteten på selve terminalerne, der vil kunne virke som en barriere for godstransport. Kapacitetsproblemer på jernbanen er en barriere for

godstransport, da passagertrafikken vil blive tilgodeset først (Demiridis and Pyrgidis, 2022) (Transportministeriet, 2021), samt den mængde af flaskehalse der er på jernbanen, da disse vil være med til at hæmme transporttiden på skinner i forhold til vej (Behrends, 2017). I Danmark er der i dag en række flaskehalse som er med til at begrænse trafikken på skinner, disse flaskehalse inkluderer for eksempel Storebæltsbroen, Ringsted station og jernbanen over Vestfyn (Transportministeriet, 2021). Kramarz et al (2022) undersøgte, hvilke forstyrrelser der vil kunne være for godstransport i Polen. Denne undersøgelse fandt, at antallet af forsinkede passagertog har en påvirkning på godstransporten på skinner sammen med terminalers load index. Undersøgelsen fandt også ud af, at densiteten af netværket har en negativ effekt på mængden af forstyrrelser af godstransporten. Densiteten af jernbanenetværk kan også virke som en barriere på godstransporten, da lastbiler derfor vil have flere muligheder i forhold til at komme udenom eventuelle forhindringer (Crozet, 2017).

1.4.2 Økonomiske og politiske barrierer

En anden overkategori, der vil kunne være på godstransporten, vil være i form af økonomiske og politiske barrierer. Under dette vil der kunne placeres omkostningerne ved godstransport på skinner, for eksempel afgifter på brugen af terminaler eller brugen af jernbanenettet. I Çelebi (2023) er der blevet undersøgt, hvilke faktorer der spiller ind på valget af transport hos afsendere/speditører. Her scorer omkostningerne højest ved disse faktorer og har derfor en stor indflydelse i valget af transportform. Licciardello and Ricci (2023) beskriver de barrierer ved godstransporten, der kommer ud af prisen for at benytte terminaler i Europa. Dette kan videre ses i øgede omkostninger ved brug af multimodaltransport, der ofte vil have en højere mængde af tid, hvor varer vil være placeret på terminalerne (Pfoser, 2022). Omkostninger til brug af jernbanen er også blevet nævnt som en barriere for godstransporten. Denne barriere kendes ikke fuldt ud, og det kan derfor ikke fastlægges, om denne har en indflydelse (Crozet, 2017).

Den økonomiske og politiske barriere for godstransport ligger derved også i, hvordan staten vil kunne støtte op omkring denne gennem finansiel støtte, reguleringer og afgifter, samt udvidelse og styrkning af infrastrukturen og fremme af multimodal godstransport (Gleser and Elbert, 2024). Laroche et al (2017) undersøgte konkurrencen på markedet i Europa. Konklusionen på denne undersøgelse var, at der er en høj omkostning for nye aktører for at komme ind på markedet mens, at der, tiltrods for EU-lovgivning for at kunne forbedre interoperabiliteten, stadig er barrierer på de enkelte netværk.

1.4.3 Informationsbarrierer

Informationsbarrierer forekommer ved brugen af multimodal transport. Dette skyldes, at systemer som "Information and communication technologies" (ICT) kan virke til at forbedre effektiviteten ved terminaler ved brugen af multimodal transport. Barrieren ved ICT kommer ved at nyere ICT programmer ikke snakker godt sammen med ældre, og at der kan være en hæmning for selskaber i at få nye ICT-programmer (Pencheva et al, 2023). Dette spiller også ind på en dårlig kommunikation mellem forskellige aktører ved multimodal transport (Karam et al, 2023). Gleser and Elbert (2024) beskriver, at der er udviklet platforme til booking services, men at disse ikke er slået helt igennem, og at transport- og opmagasineringssektoren er bagud i forhold til andre industrier.

Selvom barriererne kan placeres under forskellige kategorier, betyder det ikke, at der ikke er et sammenspil mellem de forskellige barrierer på godstransport på skinner. Pfoser (2022) undersøgte med en "*Structural self-interaction matrix*" forholdet mellem forskellige barrierer og om barriere A lå til grund for barriere B eller om disse slet ingen sammenhæng havde. Undersøgelsen viste, at hovedparten af barrierer kan føres tilbage til de politiske barrierer, men om dette så betyder, at politiske barrierer er dem der har størst betydning i forhold til aktørerne, eller om det er andre barrierer, der spiller ind, vil derfor blive undersøgt i dette speciale. På baggrund af dette opstilles problemformuleringen:

"Hvad er de mest indflydelsesrige barrierer på godstransport på skinner i Danmark, og hvordan vægtes disse i forhold til hinanden?"

I dette afsnit vil metoderne, der er blevet anvendt i dette speciale blive beskrevet. Der er til dette speciale blevet udarbejdet et spørgeskema, som er blevet sendt ud til relevante aktører på godsbanemarkedet. Dette er gjort for at kunne indsamle data om, hvordan aktørerne vurderer forskellige barrierer. For at kunne forarbejde dataene er der blevet benyttet en Multi-criteria decision making metode, for at kunne opveje de forskellige barrierer i forhold til hinanden.

2.1 Spørgeskema

Der blev til dette speciale udarbejdet et spørgeskema. Spørgeskemaet er lavet for at kunne indsamle data og viden om, hvordan aktører på det danske godsbanemarked vurderer forskellige barrierer, og hvilke de bedømmer til at have mest indflydelse. For at inkludere flest mulige aktører på det danske godsbanemarked, er der rettet henvendelse til Dansk Banegods, som sidder som brancheorganisation for gods på skinner i Danmark. Gennem Dansk Banegods' kanaler er spørgeskemaet blevet udsendt til dets medlemmer, hvilket vil sige aktører på markedet. Spørgeskemaet er blevet udsendt mellem den 20. december med en deadline på besvarelser den 20. januar.

2.1.1 Opbygning af spørgeskemaet

Spørgsmålene i det udarbejdede spørgeskema er blevet lavet på baggrund af viden fra litteraturstudiet. Spørgsmålene dækker bredt over de overkategorier som er præsenteret i afsnit 1.4. Ud fra dette litteraturstudie er der blevet opstillet 13 forskellige barrierer for godstransport på skinner, som aktørerne er blevet spurgt ind til. Spørgeskemaets opbygning kan ses i bilag A. Som det kan ses ud fra opbygningen, er der efter hvert af spørgsmålene blevet valgt at placere en "begrund dit valg" mulighed for respondenterne. Dette er gjort for at kunne få en dybere indsigt i hvad de forskellige aktører mener om de forskellige barrierer. De 13 forskellige barrierer der er blevet spurgt ind til i spørgeskemaet er:

1. *I hvor høj grad opfatter du afstanden mellem jernbanegodsterminaler og virksomhedsterminaler som en potentiel barriere?*
2. *I hvor høj grad mener I, at afhentningstiden ved jernbanegodsterminaler er en barriere for gods på skinner i Danmark?*
3. *I hvor høj grad mener I, at mulighederne for ikke at kunne håndtere forskellige typer af gods på jernbanegodsterminaler er en barriere for gods på skinner i Danmark?*

4. *I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet (f.eks. for få spor eller ineffektiv omlastning) på jernbanegodsterminaler kan være en barriere for at transportere gods på skinner i Danmark?*
5. *I hvor høj grad mener I, at transporttiden er en barriere for gods på skinner i Danmark?*
6. *I hvor høj grad mener I, at just-in-time for transport af gods kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?*
7. *I hvor høj grad mener I, at dårlig informationsdeling mellem forskellige aktører i en MFT (Multimodal Freight Transport), kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?*
8. *I hvor høj grad mener I, at afgifterne for at benytte Banedanmarks spor til transport er en barriere for gods på skinner i Danmark?*
9. *I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet på det danske banenet, altså mængden af tog der er plads til i køreplanen, er en barriere for gods på skinner i Danmark?*
10. *I høj grad mener I, at manglende politisk støtte til udvidelse, styrkning eller fremme af jernbanen kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?*
11. *I hvor stor grad ser I manglende på elektrificering af det danske banenet som en barriere for gods på skinner i Danmark?*
12. *I hvor høj grad mener I, at udrulningen af ERTMS (European Rail Traffic Management system) er en barriere for gods på skinner i Danmark?*
13. *I hvor høj grad ser I manglen på mere avancerede ICT (information and communication technology) som en barriere for gods på skinner i Danmark?*

Respondenterne er ud fra hvert af spørgsmålene, blevet spurgt ind til i hvor grad de bedømmer de forskellige barrierer. Dette er blevet gjort ved at respondenterne har givet hver barriere en scorer fra 1 - 5, som vist i tabel 2.1.

Kategori/score	Betydning
1	Meget lav eller ingen barriere
2	Lav barriere
3	Mellem barriere
4	Stor barriere
5	Meget stor barriere

Table 2.1. De forskellige kategorier for bedømmelse af barriere

Udover de opstillede barrierer ud fra litteraturstudiet, er respondenterne også blevet adspurgt om de ville mene, at den kommende kilometerbaserede afgift for lastbiler, der vil få effekt i 2025, vil have en positiv effekt på godstransporten i Danmark [Transportministeriet, 2022]. For denne kategori er respondenterne blevet adspurgt i forhold til følgende muligheder som vist i tabel 2.2

Kategori/score	Betydning
1	Ingen ændring
2	Lav ændring
3	Mellem ændring
4	Stor ændring
5	Meget stor ændring

Table 2.2. De forskellige kategorier for spørgsmålet om kilometerbaseret afgift på lastbiler

Respondenterne er i sidste del af spørgeskemaet blevet adspurgt, om at rangere de forskellige barrierer i forhold til hinanden. Dette er blevet gjort på den måde at barrieren som respondenterne har bedømt som værende den største barriere er blevet givet nummer 1, og den mindste er blevet givet nummer 13. Dette er gjort for at kunne få en indsigt i hvordan forskellige aktører bedømmer de opstillede barrierer fra spørgeskemaet. Det antages nemlig, at forskellige aktører på det danske godsbanemarked oplever barrierer på forskellige måder, og derved vil have en anden opfattelse af disse.

2.2 Databehandling

Der vil i dette afsnit blive beskrevet de metoder, der er blevet brugt til at kunne forarbejde dataene. Der i dette speciale valgt at gøre brug af en Fuzzy-Delphi metode og Analytic hierarchy process. I forbindelse med at aktører på godsbanemarkedet er blevet adspurgt gennem spørgeskemaet, er der blevet anvendt en Delphi-metode. Da Delphi-metoder typisk er mere tidskrævende og kræver flere runder af spørgeskemaer, er der i stedet valgt at gøre brug af en Fuzzy-Delphi metode. Fuzzy-Delphi metoden kombinerer Delphi metoden med Fuzzy-set teorien og kræver at kun et spørgeskema udsendes. Ved hjælp af Fuzzy-Delphi metoden kan der ud fra spørgeskemaet findes en række indflydelsesrige barrierer.

Efter at disse indflydelsesrige barrierer er blevet fundet, er der blevet benyttet en multi-criteria decision making (MCDM) metode til at kunne rangere disse. Der er i dette speciale valgt, at der som MCDM-metode vil blive anvendt en Analytic hierarchy process (AHP) metode til at kunne rangere de indflydelsesrige barrierer. AHP'en benytter sig af parvise sammenligninger mellem forskellige barrierer, hvilket gør den praktisk og ligetil at benytte. Enkeltheden i metoden gør det også lettere at invitere eksperter til at udarbejde disse AHP'er. Resultaterne fra AHP metoden vil være en vægtning af de forskellige indflydelsesrige barrierer, som blev fundet ved Fuzzy-Delphi metoden. Fremgangsmåden ved brugen af Fuzzy-Delphi og AHP er lavet med inspiration fra (Karam et al, 2021).

2.2.1 Fuzzy-Delphi metode

I spørgeskemaet blev respondenterne bedt om at bedømme de 13 opstillede barrierer på en skala fra 1-5 (se tabel 2.1). Fuzzy-Delphi metoden går ud på at tage hensyn til den usikkerhed, der vil kunne være fra respondenternes side i deres besvarelser. Når en respondent besvarer en barriere med en score ud fra tabel 2.1, kunne vedkommende med sandsynlighed have givet barrieren en højere eller lavere værdi. Derfor tilegnes hver svar mulighed fra tabel 2.1 et nyt sæt af triangular fuzzy numbers. Det nye sæt af triangular fuzzy numbers kan aflæses i tabel 2.3.

Score	Triangular fuzzy numbers
1	(0,0,1)
2	(1,2,3)
3	(2,3,4)
4	(3,4,5)
5	(5,5,5)

Table 2.3. De tildelte fuzzy scorer, i forhold til den originale score

Som det kan aflæses i tabel 2.3 så har hver oprindelig score fra spørgeskemaet fået tre triangular fuzzy numbers. Disse kan beskrives som $\tilde{\omega}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$, hvor a_{ij} beskriver den mindste mulige værdi, b_{ij} beskriver den mest sandsynlige værdi og c_{ij} beskriver den højeste værdi. Værdien i repræsenterer den respondent, der har svaret den givne værdi, mens j repræsenterer barrieren, som respondenteren har svaret på. Disse nye værdier tilskrives hver besvarelse for hver barrierer i spørgeskemaet. Hvis der kigges på værdierne i tabel 2.3 kan der aflæses at score nummer 2 får (1,2,3) som triangular fuzzy numbers. Dette betyder, at hvis respondenterne gav en score på 2 til en barriere kunne de være lige så tilbøjelige til at vælge en score på enten 1 eller 3. Triangular fuzzy numbers ved en score

på 1 eller 5 er udvalgt som de mest kritiske, og derfor vil tilegnes størst betydning. Efter at hver barriere er blevet tildelt Triangular fuzzy numbers, kan der ud fra disse beregnes en fuzzy weight $\tilde{\omega}_j$ for hver barriere j i spørgeskemaet. Fuzzy weight beregnes med formel (2.1), hvor γ_j betegner det geometriske middeltal.

$$\tilde{\omega}_j = (\alpha_j, \gamma_j, \beta_j) \quad (2.1)$$

$$\begin{aligned} \alpha_j &= \min_{i \in n} \{a_{ij}\} & \forall j \in m \\ \gamma_j &= \prod_{i=1}^n \{b_{ij}\} & \forall j \in m \\ \beta_j &= \max_{i \in n} \{c_{ij}\} & \forall j \in m \end{aligned}$$

Table 2.4. Beregningen af de nye værdier for fuzzy weight.

I formlerne forekommer betegnelserne m og n for hvert af beregningerne. n står for antallet af respondenter, der har været for spørgeskemaet, mens m er det valgte spørgsmål der beregnes en fuzzy weight for. j dækker over en kolonne i selve beregningsarket, som kan ses i bilag C.

Når disse værdier er blevet beregnet ud fra formlerne i tabel 2.4 skal fuzzy weight defuzzyfieres for at kunne finde en ny score for hver barriere j i spørgeskemaet. Dette gøres ved at beregne en ny værdi S_j som dækker over tyngdepunktet for hver score, som beskrevet i (Karam et al, 2021). Tyngdepunktet S_j beregnes som:

$$S_j = \frac{\alpha_j + \gamma_j + \beta_j}{3} \quad \forall j \in m$$

Når hver fuzzy weight score er blevet defuzzyfieret skal de nye scorer for hver barriere j sammenlignes med hinanden. Dette gøres for at finde de mest indflydelsesrige barrierer fra spørgeskemaet. For at kunne finde disse beregnes en grænseværdi for scorerne. Denne grænseværdi får betegnelsen δ og beregnes med formel (2.2)

$$\delta = \frac{1}{m} \sum_j^m S_j \quad (2.2)$$

De mest indflydelsesrige barrierer findes så ved at

- Hvis $S_j \geq \delta$ så er barrieren indflydelsesrig
- Hvis $S_j < \delta$ så er barrieren ikke indflydelsesrig

2.3 Interviews

Når de indflydelsesrige barrierer er blevet fundet ved hjælp beregningerne i afsnit 2.2.1, kan selve AHP'erne udarbejdes. I dette speciale er der valgt at lave en række interviews med aktører og eksperter på jernbanegodsmarkedet. Der antages, at der skal benyttes n antal eksperter ud fra antallet af fundne barrierer, $n = b$, hvor b er antallet af barrierer. Da der i afsnit 3.3 blev fundet fem indflydelsesrige barrierer, blev der taget kontakt til fem eksperter på området. Blandt eksperterne opdeles disse i to kategorier: industrielle

eksperter og akademiske eksperter. Antallet af eksperter fra de to kategorier sættes til en 50/50 opdeling, og det besluttes derfor, at der for dette speciale interviewes to akademiske eksperter og tre industrielle eksperter.

Interviewene er lavet mellem den 5. april til den 18. april og bestod af en række teamsmøder. Fremgangsmåden på hvert af teamsmøderne var, at hver ekspert blev adspurgt til sine erfaringer indenfor området.

Dernæst blev eksperten adspurgt om at rangere de forskellige barrierer parvist, hvor scoren fra den parvise rangering blev indsat i en AHP-matrix, som anvendes i afsnit 2.3.1 til beregning i AHP'en. For hver af de parvise rangeringer af barriererne er eksperterne blevet adspurgt om grunden til deres valg af score. De fem eksperter der er blevet adspurgt er:

- Michael Rosenlund Langballe, Head of Transport & Logistics, Port of Hirtshals
- Rasmus Munk Kolind, Senior Commercial Manager, Container & Rail, Port of Aalborg
- Jan Andersen, Head of Location Management, DB Cargo Scandinavia
- Henrik Sylvan, Head of Center, DTU Railtech
- Niels Selsmark, Chefkonsulent/Senior Executive Advisor, Trafikstyrelsen

2.3.1 Analytical hierarchy process

I dette afsnit vil blive beskrevet fremgangsmåden for rangering af de indflydelsesrige barrierer, fundet i afsnit 3.3. Ud fra Fuzzy-Delphi metoden er der fundet h antal indflydelsesrige barrierer på godstransporten i Danmark. Ud fra disse h antal barrierer dannes en $h \times h$ matrix (A). Denne matrix er opbygget af en række elementer a_{ij} som dækker over vigtigheden af barriere i over barriere j . Matricens opbygning kan ses ud fra (2.3)

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1h} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{h1} & \dots & a_{hh} \end{pmatrix} \quad (2.3)$$

Da der i afsnit 3.3 blev fundet fem indflydelsesrige barrierer på godstransport i Danmark, dannes der for hver ekspert en 5×5 matrix, som udfyldes gennem interviewene. Hver barriere i er blevet opvejet mod hver barriere j i forhold til deres betydning ud fra the Saaty scale. Hvis barriere i er lige så vigtig som barriere j , vil værdien af a_{ij} være lig med 1. Skalaen kan ses i tabel 2.5

1	Barriere i og j har samme betydning
3	Barriere i har minimal betydning i forhold til barriere j
5	Barriere i har en højere betydning i forhold til barriere j
7	barriere i har en stor betydning i forhold til barriere j
9	barriere i har en meget stor betydning i forhold til barriere j

Table 2.5. The Saaty scale

Scorer på 2, 4, 6 og 8 kan anvendes som mellemliggende score.

Ud fra de fem oprindelige eksperterers matricer vil der blive dannet en opsamlingsmatrix, som tager hensyn til alle eksperterers vurdering af de forskellige barrierer. De enkelte værdier i denne opsamlingsmatrix vil blive beregnet ud fra den geometriske middelmetoden som vist i formel (2.4)

$$na_{ij} = \prod_{i=1}^n \{a_{ij}\} \quad \forall i, j \in \{1, \dots, h\} \quad (2.4)$$

Når denne opsamlingsmatrix er blevet dannet ud fra beregningen i formel (2.4), kan der beregnes en normaliseret matrix N. Denne beregnes for at kunne sammenligne og standardisere dataene fra opsamlingsmatricen. Hver element n_{ij} i den normaliseret matrix N beregnes:

$$n_{ij} = \frac{na_{ij}}{\sum_{i=1}^h na_{ij}} \quad \forall i, j \in \{1, \dots, h\} \quad (2.5)$$

Ud fra den normaliserede matrix N kan der beregnes en vægt for hver af barriererne. Vægten af hver barriere findes ved at beregne gennemsnittet af værdierne per række i, i den normaliserede matrix. Vægten findes ud fra:

$$\omega_i = \frac{\sum_{j=1}^h n_{ij}}{h} \quad \forall i \in \{1, \dots, h\} \quad (2.6)$$

Vægten ud fra beregningerne i formel (2.6) vil danne grundlaget, for at kunne finde den af de indflydelsesrige barrierer, der ud fra eksperterne bliver bedømt til at være den største. I formel (2.6) forekommer værdien h, som dækker over mængden af barrierer.

2.3.2 Konsistenstest

Når der beregnes med en AHP-metode, skal resultatet gerne have opnået en hvis konsistens. Dette skyldes, at der i besvarelserne på AHP'erne fra eksperterne vil kunne forekomme inkonsistente svar, som kan påvirke resultatet af de beregnede vægte for barriererne. For at kunne teste for denne inkonsistens skal der bruges følgende faktorer. Consistency index (CI), random consistency index (RCI), og et consistency ratio (CR). CI beregnes på følgende måde:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - h}{h} \quad (2.7)$$

I formel (2.7) anvendes værdien λ_{max} , som betegner den maksimale egen værdi. Den maksimale egen værdi kan findes ved:

$$\lambda_{max} = \sum \lambda_i \quad (2.8)$$

λ_i kan beregnes ved produktet mellem vægten af de forskellige barrierer ω_i og den summerede kolonne fra matrix A:

$$\lambda_i = \omega_i \cdot \sum_{j=1}^h a_{ij} \quad (2.9)$$

CR beregnes ud fra forholdet mellem CI og RCI. CR bruges til at undersøge om der er konsistens i besvarelsene. Værdien for CR skal være $CR \leq 0,10$ for at mængden af inkonsistens i besvarelsene er acceptabel. Dette skyldes at med en CR-værdi på under 0,10 eller 10%, vil 90% af svarene være konsistente. CR beregnes som:

$$CR = \frac{CI}{RCI} \quad (2.10)$$

Værdien for RCI kan findes ud fra en scala, hvor RCI bestemmes ud fra mængden af barrierer der undersøges for i AHP'en. I tabel 2.6 kan ses værdierne for RCI i forhold til mængden af barrierer.

Mængden af barriere	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RCI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Table 2.6. RCI værdier i forhold til mængden af barrierer.

Da der i forarbejdet til AHP'en blev fundet fem indflydelsesrige barrierer på godstransport på skinner i Danmark, aflæses der en værdi på $RCI = 1,11$. Denne værdi vil blive brugt til beregningen af CR.

Resultater 3

I dette kapitel vil resultaterne fra metodeafsnittet blive præsenteret. Der vil blive gennemgået, hvilke resultater der er kommet ud af spørgeskemaet. Derudover vil resultaterne fra forarbejdningen af dataene blive præsenteret i form af et afsnit omhandlende resultaterne fra Fuzzy-Delphi metoden og et afsnit omhandlende AHP'en.

3.1 Spørgeskema

For at kunne tilegne sig viden omkring, hvordan aktører forholder sig til forskellige barrierer for godstransporten på skinner, blev der udsendt et spørgeskema den 20. december med svarfrist den 20. januar. Spørgeskemaet blev udsendt med hjælp fra Dansk Banegods. Spørgeskemaet blev lavet i Survey-Xact og ud fra data herfra, kan der læses at der var 13 respondenter, der har haft åbnet linket. Af de 13 respondenter har otte besvaret spørgeskemaet og fem respondenter har svaret på få spørgsmål eller ikke besvaret. Disse fem respondenter er blevet frasorteret fra spørgeskemaet, da der ikke har været besvarelser nok fra disse. Besvarelserne på spørgeskemaet kan aflæses i tabel 3.1

Barriere nr.	Antal besvarelse				
	<i>Meget lav eller ingen barriere</i>	<i>Lav barriere</i>	<i>Mellem barriere</i>	<i>Stor barriere</i>	<i>Meget stor barriere</i>
1	2	2	2	2	0
2	2	2	3	0	1
3	2	1	2	1	2
4	0	0	3	2	3
5	0	0	5	0	3
6	1	1	3	1	2
7	1	0	4	1	2
8	1	2	3	1	1
9	0	0	2	4	2
10	0	0	1	2	5
11	0	3	2	1	2
12	1	1	2	3	1
13	1	2	3	1	1

Table 3.1. Antallet af besvarelser per kategori i spørgeskemaet.

Barriererne er blevet nummereret i denne tabel. Den responderende beskrivelse af de forskellige barrierer kan aflæses i afsnit 2.1.1.

Som det kan ses ud fra tabel 3.1, ligger besvarelserne på de enkelte barrierer meget varierende fra respondent til respondent. Udover at der i spørgeskemaet blev spurgt ind til de forskellige aktørers mening omkring de adspurgte barrierer, blev hver aktør også spurgt ind til at rangere de 13 forskellige barrierer i forhold til hinanden. Rangeringen af de forskellige barrierer i forhold til hinanden kan ses i tabel 3.2

Barrierer	Score på barrierer								
Respondent	1	2	3	4	5	6	7	8	sum
Placering af godsterminal	5	5	3	11	13	1	1	1	40
Afhentningstid for godsterminaler	7	6	6	13	12	2	2	6	54
Mulighed for håndtering af gods	4	4	7	12	11	3	3	2	46
Manglende kapacitet på godsterminaler	8	1	8	9	10	4	4	3	47
Transporttid på skinner	3	2	9	5	2	5	5	7	38
Just-in-time	1	7	10	10	5	11	6	8	58
Dårlig informationsdeling mellem aktører i MFT	6	9	4	6	9	6	7	11	58
Afgifter på benyttelse af Banedanmarks spor	9	10	12	7	4	7	8	12	69
Manglende kapacitet på det danske banenet	10	3	11	2	3	8	9	4	50
Manglende politisk støtte	2	8	1	1	1	9	10	5	37
Manglende elektrificering af det danske banenet	11	11	2	8	8	10	11	13	74
Udrulningen af ERTMS	12	12	5	3	7	12	12	9	72
Mangel på avancerede ICT	13	13	13	4	6	13	13	10	85

Table 3.2. De forskellige aktørers rangering af de forskellige barrierer.

For enden af hver barriere i tabel 3.2 er der blevet beregnet en sum af scoren, for at kunne rangere de forskellige barrierer i forhold til hinanden. Scoren er fastlagt så mindste score er lig med største barriere, for eksempel er 1 lig med stor barriere og 13 lig med en meget lille eller ingen barriere i denne rangering. Ud fra tabel 3.2 kan der aflæses, at nogle af de barrierer der ud fra rangerings-systemet bliver udpeget som nogle af de største er "*Manglende politisk støtte*", "*Placering af godsterminal*" og "*Transporttid på skinner*". Derudover kan der også i tabel 3.2 aflæses en række barrierer hvis sum ligger i det højere leje. Dette er for eksempel: "*Mangel på avancerede ICT*", "*Udrulning af ERTMS*" og "*Manglende elektrificering af det danske banenet*".

3.2 Kommentaar til de forskellige barrierer

Respondenterne blev ved hver barriere i tabel 3.2 spurgt ind til at "*begrund deres valg*" i forhold til den score de valgte at give barriererne. I dette afsnit vil kommentarerne til barriererne blive fremlagt.

Placering af godsterminal

Der blev spurgt ind til at uddybe besvarelsen på placeringen af godsterminal. Til dette har respondenterne blandt andet svaret "*Længere og dyrere leveringstid, mindre fleksibelt*", hvilket fint dækker over det her med at placeringen af godsterminalen kan have en indvirkning på, om kunderne ønsker at bruge jernbanen. En anden respondent besvarede også spørgsmålet med "*Klart nemmest at få virksomheder der ligger i nærhed af jernbaneterminaler til at omlægge til banetransport*", altså at placeringen er en betydningsfuld faktor i, om kunderne ønsker at benytte jernbanen. Det kan der imidlertid godt gøres noget ved, da en respondent har besvaret at "*ved brug af vores system (omlastningssystem, red.), er der ikke behov for store dyre terminaler, men blot læssespor på "BASERNE"*". For dette gælder også, at læssesporene er placeret optimalt, men disse er ikke så pladskrævende som terminalerne.

Afhentningstider for godsterminaler

Den næste barriere der blev kommenteret på fra respondenternes side, er afhentningstiden ved godsterminalerne. Her er der blevet kommenteret at *"Igen, længere leveringstid for virksomhed og evt. slutbruger."*, igen en barriere der kan afholde kunderne fra at benytte jernbanen. Der blev til barrieren også kommenteret at *"I Aalborg er der døgnåbent og mange planlægger med den given eta (estimated time of arrival). De ved at banegods ikke er dag til dag transport."* Altså at bruger af jernbanen godt er klar over, at der er en lidt længere leveringstid. Det virker også til at døgnåbne terminaler kan have en positiv effekt på mængden af gods på jernbanen.

Mulighed for håndtering af gods

I forhold til muligheden for at kunne håndtere gods, er der fra respondenternes side blevet besvaret at det *"Begrænser virksomheders muligheder"*, da dette kan være med til at holde potentielle brugere væk fra dette. Barrieren vil variere fra sted til sted, da der også bliver beskrevet at *"Der kan håndteres alt slags gods på skinner i Aalborg. Så længe godset er indenfor banens frirumsprofil kan det køres. Vi har alt fra store stål coils, til containere eller stykgods med pizzabakker."* Dette vil sige at det skal undersøges fra sted til sted, hvordan håndtering af gods kan optimeres.

Manglende kapacitet på godsterminal

Her skal der igen ind og kigges på de enkelte terminaler, og se på hvordan disse arbejder enkeltvis og i samarbejde med banen. Dette er evidens ved at en respondent besvarer *"Skaber længere leveringstider og højere omkostninger"*, altså at der muligvis mangler kapacitet på terminalerne visse steder i Danmark, mens en anden respondent besvarer at *"Omlastningen er effektiv nok. Det er mere problematikken med de rigtige kanaler til godset, hvor personbefordring prioriteres langt højere i det danske."* Altså at der ikke mangler kapacitet på selve terminalerne, men at det der skaber problemerne, er at få transporten væk fra terminalerne.

Transporttid på skinner

Her tænkes der på, hvor lang tid det vil tage at transportere varer fra et sted til et andet med banen. Til dette er der blevet beskrevet at *"Banen vælges ikke for hurtig transport. Her kan man ikke konkurrere med landevejen. Men det ved kunderne godt. Det sætter selvfølgelig nogle begrænsninger, men disse primært på de ting der skal leveres fra dag til dag eller i løbet af 2-5 dage."* Som beskrevet så ved kunderne godt at transport på skinner er noget der tager længere tid, end lastbil. Kommentaren beskriver også den barriere, der er for jernbanen i at kunne transportere for eksempel madvarer, da disse vil falde under kategorien af dag til dag gods. Derudover bliver der også kommenteret *"Lang leveringstid"*, hvilket tyder på at gods ikke rent tidsmæssigt kan følge med lastbiler.

Just-in-time

Ved denne barriere bliver der kommenteret på, hvordan Just-in-time princippet kan virke som en barriere for gods på skinner. Her bliver der blandt andet beskrevet, at *"Det handler om en mental barriere hos transportkøberne"*, altså at denne barriere hovedsageligt ligger hos køberne af transport. En anden respondent har besvaret spørgsmålet med *"Ingen barriere så længe tidspunktet overholdes og kunden ikke forventer at JIT er dag til dag. Vi har kunder der benytter banen fordi der kan planlægges med den, og derfor kan de spare penge på JIT princippet."* Denne respondent mener, at der ikke er en barriere så længe, der er konsensus om, at transport på skinner ikke er en dag til dag operation, altså lidt op af den første kommentar med, at der ligger noget mentalt fra køberne af transporten.

"Dårlig informationsdeling mellem aktør i MFT"

For denne barriere bliver der kommenteret fra respondenternes side, at det *"Kan forsinke leveringer, koster når varer står stille"*, hvis der er dårlig kommunikation fra en part til en anden i en MFT. Det koster i sidste ende hos kunden, som derved kan være villig til at finde billigere alternativer. Der bliver også kommenteret, at *"Det er klart at kunderne skal holdes informeret om hvis noget er forsinket eller andre scenarier. Det er samme for alt transport."* Derfor kan dårlig kommunikation i MFT'er være med til at holde potentielle brugere fra jernbanen.

Afgift for benyttelse af Banedanmarks spor

Til denne barriere der dækker over afgifter til benyttelse af Banedanmarks spor, bliver der kommenteret: *"Gør det dyrere at transportere"* igen med, at pris kan være en faktor til at fravælge banegods. Der er på den modsatte side også blevet kommenteret, at *"De banerelaterede afgifter mener jeg ikke en barriere, så længe der stadig ydes miljøtilskud på banen. Dog er der noget i forhold til gebyrer ved afbestilling samt bro tillæg, der gør at man stilles dårligere end en lastbiltransport."* Hvilket fint beskriver, hvordan støtte til godstransporten kan hjælpe med at fjerne visse barrierer.

Manglende kapacitet på det danske banenet

Til denne barriere bliver der fra respondenterne side beskrevet, at *"Hvis der ikke er nok til at transportere alle varer, hurtigt og effektivt"*, så kan det være med til at påvirke mulighederne for godstransport. Dertil beskrives der også fra en anden respondent et problem med den måde kanalerne skal bestilles på, *"Der skal bestilles kanaler lang tid før og benyttes de ikke betaler man alligevel. Dette besværliggør opstart at nye lanes. Desuden er det heller ikke altid til at få de kanaler der ønskes grundet persontransporten der prioriteres meget højt."* Ud fra denne udtalelse kan det antydes, at det er besværligt både at kunne få plads på banenettet og bestille den plads der ønskes.

Manglende politisk støtte

For barrieren med politisk støtte er det blevet beskrevet, at det er *"Afhængig af udvikling, vedligehold og optimering"*. Den manglende politiske støtte er derfor noget, der kan føles på flere fronter, da det er her ændringer på jernbanen sker. Derudover beskrives det at *"DK arbejder ikke efter de samme målsætninger som EU eller lytter til de anbefalinger omkring korridorer (ScanMed) der kommer."* Dette viser at der fra politisk side er en manglende lyst til at støtte op om at få gods over på skinnerne, især i forhold til ikke at lytte til anbefalinger fra EU's side.

Manglende elektrificering

Til den manglende elektrificering af banenettet i Danmark bliver der kommenteret at *"fra 2026-2027 kommer Aalborg og Aarhus med, så ser det bedre ud"*, hvilket betyder at der indenfor dette sker en udvikling primært på de større strækninger. Dette beskrives også med at *"Hovedstrækningerne bliver elektrificeret hvilket stille banetransport endnu stærkere i den grønne omstilling."* Så denne barriere er begyndt at blive mindre for de danske hovedstrækninger.

Udrulningen af ERTMS

Med udrulningen af ERTMS-system i Danmark var der blevet skabt en barriere i forhold til at have lokomotiver til at køre på disse strækninger. Derfor bliver der også kommenteret at *"Indtil videre har det været en stor barriere at DK skal være frontrunners of for godsoperatørerne har det krævet virkeligt mange ressourcer uden at man efter en del år har fået noget ud af det. Nogle korridorer har det lukket helt ned (alle muligheder for banegods nord for Limfjorden eks.)"* Altså at godsoperatørerne ikke har kunnet benytte visse strækninger til transport, da de ikke vil kunne køre på disse strækninger. Andre aktører har kommenteret at *"for nuværende er det en stor barriere, men på den længere bane er det det rigtige"* og *"Barrieren er aftagende, da udrulningen er i fremdrift"*, hvilket tyder på at barrieren vil forsvinde på et tidspunkt, men indtil videre er stor for godstransporten.

Mangel på avancerede ICT

Til denne barriere er der fra aktørs side blevet beskrevet, at det er *"Klart et punkt hvor baneaktørerne bør forbedre sig. Her halter man langt bagefter landevejsbranchen."* Hvilket tyder på, at der er nogle problemer med visse ICT-systemer for jernbanen i Danmark, og at dette godt kan stille den dårligere i forhold til transport med lastbilen.

Effekt af kilometerbaseret afgift

I spørgeskemaet blev respondenterne også adspurgt, om de mente, at den nye kilometerbaserede afgift for lastbiler ville have en positiv indvirkning på godstransporten på skinner i Danmark. Scoren fra dette spørgsmål er vist i tabel 3.2

	Score per besvarelse				
	Ingen ændring	Lav ændring	Mellem ændring	Stor ændring	Meget stor ændring
Effekten af kilometerbaseret afgift på lastbil	0	4	2	1	1

Table 3.3. Respondenternes svar på spørgsmål om effekten af den kilometerbaserede afgift

Ud fra tabel 3.2 kan det aflæses, at hovedparten af respondenterne mener at, afgiften på lastbiler ikke vil have den store indflydelse på mængden af gods transporteret med lastbil, og derved ikke have en positiv virkning på mængden af gods transporteret med jernbanen.

Kommentar på effekten af kilometerbaseret afgift

Respondenterne blev også spurgt ind til at kommentere på, hvorfor de har givet de forskellige scorere. Hertil har tre respondenter valgt at svare. Blandt andet bliver der kommenteret at *"Vanetænkningen har større magt end pengene - kunden betaler"* hvilket dækker over at økonomisk tankegang ikke altid er i hovedfokus, men at vaner for transport også spiller ind på valget.

I forhold til en positiveffekt på godstransporten på skinner kommenteres der, at det *"burde kunne være med til at flytte godset over på skinnerne"* og at det *"Vil stille banetransport stærkere. Forhåbentligt afsøger kunderne alternativer til landevejstransport når det rammer"*. Der er forhåbninger om at afgiften ville kunne gøre noget, men at effekten af afgiften ikke er kendt endnu.

3.3 Fuzzy-Delphi metode

I dette afsnit vil resultaterne af Fuzzy-Delphi metoden blive præsenteret. Der vil ud fra disse resultater blive udvalgt en række barrierer, som ud fra deres score vil blive bedømt til at have indflydelse på godstransport på skinner i Danmark. Disse barrierer vil blive brugt i det videre arbejde med interviews og AHP.

3.3.1 Fuzzy score

I afsnit 2.2.1 blev beregningerne bag Fuzzy-Delphi metoden præsenteret. I tabel 3.4 kan ses resultatet af beregningerne ud fra scorerne fra spørgeskemaet. For at kunne bedømme om en barriere havde indflydelse på godstransporten blev der i formel (2.2) beregnet en grænseværdi for de defuzzificerede vægte. Denne værdi er blevet sat til:

$$\delta = 2,83 \quad (3.1)$$

I tabel 3.4 er defuzzificerede vægte der er højere end grænseværdien δ markeret med fed skrift. I tabellen kan også aflæses en stor mængde af nul og femtaller. Dette skyldes, at for alle barrierer med nul i minimum eller geometrisk middel, så har mindst en respondent

besvaret, at barrieren havde en meget lille eller ingen barriereeffekt. For maksimumværdien ligger denne kun på fem for alle barrierer. Dette skyldes at mindst en af respondenterne har svaret, at barrieren er meget stor.

Barriere	Fuzzy weight			De-fuzzyfied weight	Beslutning
	Min	Geometrisk middeltal	Max		
1	0	0	5	1,67	Ingen indflydelse
2	0	0	5	1,67	Ingen indflydelse
3	0	0	5	1,67	Ingen indflydelse
4	2	3,90	5	3,63	Indflydelse
5	2	3,63	5	3,54	Indflydelse
6	0	0	5	1,67	Ingen indflydelse
7	0	0	5	1,67	Ingen indflydelse
8	0	0	5	1,67	Ingen indflydelse
9	2	3,94	5	3,65	Indflydelse
10	2	4,44	5	3,81	Indflydelse
11	1	3,04	5	3,01	Indflydelse
12	0	0	5	1,67	Ingen indflydelse
13	0	0	5	1,67	Ingen indflydelse

Table 3.4. Resultatet af fuzzyscoren. Barrierer der ud fra scoren har indflydelse på godstransporten er markeret med fed.

Ud fra tabel 3.4 kan det aflæses at det er barriere 4, 5, 9, 10 og 11 der er blevet beregnet til at have indflydelse for godstransporten på skinner i Danmark, grundet at deres De-fuzzyfied værdi er højere end grænseværdien δ som anført i ligning (2.2).

3.3.2 Indflydelsesrige barrierer

De fem barrierer der i tabel 3.4 blev bedømt til at have mest indflydelse er som følge:

- **4:** I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet (f.eks. for få spor eller ineffektiv omlastning) på jernbanegodsterminaler kan være en barriere for at transportere gods på skinner i Danmark?
- **5:** I hvor høj grad mener I, at transporttiden er en barriere for gods på skinner i Danmark?
- **9:** I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet på det danske banenet, altså mængden af tog der er plads til i køreplanen, er en barriere for gods på skinner i Danmark?
- **10:** I høj grad mener I, at manglende politisk støtte til udvidelse, styrkning eller fremme af jernbanen kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?
- **11:** I hvor stor grad ser I manglende på elektrificering af det danske banenet som en barriere for gods på skinner i Danmark?

Disse fem barrierer er blevet brugt i det videre arbejde med interviews og AHP.

3.4 Analytical hierarchy process

I dette afsnit vil resultaterne af Analytical hierarchy process blive præsenteret. Der blev som beskrevet oppe i afsnit 3.3 udvalgt fem barrierer fra Fuzzy-Delphi metoden, som værende de mest indflydelsesrige. Ud fra disse fem barrierer blev der via interviews med en række eksperter indefor gods på skinner udarbejdet en række AHP'er. Efter denne udarbejdelse er AHP'erne blevet undersøgt for om deres consistency ratio (CR) var under 0,1. Efter at CR er blevet godkendt er der ud fra de fem barrierer blevet beregnet en opsamlingsmatrix, Hvor hver ny værdi i matrixen er blevet beregnet ved hjælp af den geometriske middelmetode. Opsamlingsmatrixen kan ses i tabel 3.5

Barriere	1	2	3	4	5
1	1	1,48	0,50	0,35	0,89
2	0,68	1	0,39	0,27	0,72
3	1,98	2,55	1	0,45	2,09
4	2,83	3,76	2,22	1	5,16
5	1,12	1,38	0,48	0,19	1

Table 3.5. Opsamlingsmatrix af de fem udarbejdede AHP'er.

Herefter er denne opsamlingsmatrix blevet normaliseret. Ved hjælp af denne normaliserede matrix er der blevet beregnet en vægt for de fem forskellige indflydelsesrige barrierer. Det er ud fra denne vægtning, at de fem barrierer vil kunne rangeres i forhold til, hvilken der kan bedømmes til at være den mest indflydelsesrige. Den normaliserede matrix kan ses i tabel 3.6.

Barriere	1	2	3	4	5	Sum
1	0,13	0,15	0,11	0,16	0,09	0,63
2	0,09	0,10	0,09	0,12	0,07	0,46
3	0,26	0,25	0,22	0,20	0,21	1,14
4	0,37	0,37	0,48	0,44	0,52	2,19
5	0,15	0,14	0,10	0,09	0,10	0,57

Table 3.6. Den normaliserede opsamlingsmatrix.

Summene af de forskellige barrierer er så blevet divideret med antallet af barrierer for at kunne finde selve vægten af de forskellige barrierer, som vist i formel (2.6). Ud fra denne beregning af vægtene er der blevet fundet følgende resultat:

Vægt	Barrierer
13 %	I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet (f.eks. for få spor eller ineffektiv omlastning) på jernbanegodsterminaler kan være en barriere for at transportere gods på skinner i Danmark?
9 %	I hvor høj grad mener I, at transporttiden er en barriere for gods på skinner i Danmark?
23 %	I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet på det danske banenet, altså mængden af tog der er plads til i køreplanen, er en barriere for gods på skinner i Danmark?
44 %	I høj grad mener I, at manglende politisk støtte til udvidelse, styrkning eller fremme af jernbanen kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?
11 %	I hvor stor grad ser I manglende elektrificering af det danske banenet som en barriere for gods på skinner i Danmark?

Table 3.7. Vægtningen af de fem indflydelsesrige barrierer.

De forskellige vægte dækker over, hvor vigtig de forskellige barrierer er blevet vurderet af de fem eksperter. Ud fra tabel 3.7 kan det aflæses at barrieren *"I høj grad mener I, at manglende politisk støtte til udvidelse, styrkning eller fremme af jernbanen kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?"* bliver vægtet højest med en vægtning på 44%. Den barriere der er blevet vægtet næsthøjest ud fra besvarelsene er *"I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet på det danske banenet, altså mængden af tog der er plads til i køreplanen, er en barriere for gods på skinner i Danmark?"* som har fået en beregnet vægtning på 23%.

3.5 Udtalelser fra eksperter

Der vil i dette afsnit blive præsenteret en række udtalelser fra eksperter på godsbaneområdet. Udtalelserne kommer ud fra de interviews, der blev holdt med de fem eksperter som beskrevet i afsnit 2.3. Udtalelserne kommer som kommentar til de parvise rangeringer som eksperterne lavede ved AHP'en. De fem barrierer fremgår af afsnit 3.3.2.

En af de barrierer der blev bedømt til at være indflydelsesrig ud fra Fuzzy-Delphi metoden var manglende kapacitet på terminalerne. I forhold til kapaciteten af terminalerne, når der ses på hvor mange reelle kombiterminaler der er i landet, så kommenterer Henrik Sylvan at *"Man kan godt sige at der er sådan noget ineffektivitet, og man kan nok også sige at der er for få terminaler i Danmark. Der er f.eks. kun en reel terminal på Sjælland"*, altså at der ikke kun er en mulig mangel af kapacitet på terminalerne, men at der også er mangel på antallet af terminaler. Forklaring på hvorfor der muligvis er dette problem for terminalerne ligger i, at disse ikke er blevet prioriteret fra politisk side i så høj en grad. Niels Selsmark beskriver i hvert fald at *"Arbejdet med banegods, såvel nationalt som internationalt, har hidtil haft meget fokus på kapacitet på skinner og baneteknik. Kombiterminalernes betydning har dermed været et lidt overset kapitel. Det betyder, at der gennem årene har været relativt få terminalinvesteringer, og dermed begrænsede muligheder for effektiviseringer"*. Så ud fra disse udtalelser så ligger der en del fra politisk side i forhold til den her manglende kapacitet på godsterminalerne. Det er som beskrevet herfra der skal komme de investeringer, der skal til for at kunne udvide disse. Godsoperatørerne kan ikke selv gå

ind og lave investeringer i de terminaler de beforder. Jan Andersen kommenterer dette med at *"Hvis jeg så gerne vil have ny asfalt på stierne, så vil Banedanmark ikke betale det. Det deres anlæg, det er deres ejerskab, det er deres ansvar, men man kan kun betale det via en bevilling. Jeg kan ikke investere i noget som helst på fremmed mands jord. For det første så kan jeg ikke få lov til at investere i Banedanmark, altså på Danmarks jord og for det andet, hvordan skal jeg finansiere det? Det er det der er problemstillingen ved at være jernbaneoperatør."*

Der er et ønske fra operatørerne om at kunne få lov til at investere i godsterminalerne, men at dette kan være svært, da det er staten der ejer disse. En lidt anderledes kommentar kommer Niels Selsmark med, idet han beskriver at *"Den måde vi har organiseret terminalområdet på indebærer, at hvis staten laver investeringer i en terminal, så skal omkostningerne afspejles i huslejen. Det vil sige den leje som vores terminaloperatører betaler til staten skal forhøjes. Det vil være konkurrenceforvridende at undlade at hæve huslejen, da der i princippet er konkurrence mellem terminalerne. Så de her investeringer som staten skal lægge i terminalerne, skal også afspejle sig i den husleje som operatørerne betaler, men "Da profitmargin på at drive banegodstransport er relativt lav, er banegodsoperatørerne som udgangspunkt ikke særlig glade for, at man hæver huslejen"*, som Niels Selsmark beskriver det. Så der ligger et ønske fra operatørerne om at kunne investere i terminalerne, men da der gerne skal opretholdes en fair konkurrence, så er huslejen nødt til at følge med. Problemet med at huslejen skal hæves er som Niels Selsmark beskriver, at *"Bedre og billigere terminaler er vigtigt for at fremme banegodstransporter. Dette vil sandsynligvis kræve flere investeringer. For nogle år siden lavede vi en prissammenligning på terminaler i internationalt regi. Analysen viste, at Danmark havde de dyreste terminaler."* Eftersom Danmark i forvejen har de dyreste huslejer for terminaler, kan der godt antages, at en stigning i disse ikke er yndet for operatører, da den her profitmargin for banegods ikke er særlig høj. Så der er et ønske fra operatørerne, om at der fra politisk side findes en løsning, hvorpå disse investeringer i terminalerne kan komme, som Jan Andersen beskriver, *"de (terminalerne) er jo ejet af staten, de selvsamme mennesker, som engang i tidernes morgen har tænkt en tanke om, at der her skulle lægges en terminal. Og så har man i grunden bagefter glemt alt om det her. Og når det så kommer til enten vedligehold, fornyelser eller udvidelser, så er det helt ude. Det kan man slet ikke forstå"*.

Så der ligger en barriere for terminalerne i forhold til at kunne investere i enten at bygge nye terminaler eller udvide og forbedre nuværende. Når der kigges på den eksisterende kapacitet på terminalerne, varierer det også, hvor i landet der undersøges, og hvad behovet er for de enkelte bruger af terminalerne. Rasmus Munk Kolind beskriver *"Det er fordi kapaciteten i hvert fald i forhold til Jyllandskorridoren, den er egentlig ok på terminal siden generelt."* Altså at der egentlig ikke er det store problem med kapaciteten på terminalerne, i hvert fald ikke i Jylland. Michael Langballe følger det op med *"Vi har en terminal som umiddelbart har kapacitet nok. Hvis der skulle komme øget efterspørgsel med gods på bane, kan det blive en udfordring med kapacitet på banenettet, da der flere steder kun er et spor."* Her beskrives det fint, hvordan det nok mere vægter over på selve banenettes kapacitet i forhold til at kunne gøre det lettere for banegods at konkurrere med vejgods.

Rent generelt er der for banegodsets konkurrence med vejgods det faktum med, at afstanden godset skal transporteres, har en stor påvirkning. Niels Selsmark beskriver dette med at *"Banegods har den udfordring, at Danmark er et geografisk lille land, hvor de korte afstande gør det vanskeligt for banegodset, at konkurrere med lastbiltransporter."* Dette er kun gældende for små distancer, men det her faktum med, at der er et kapacitetsproblem på banenettet, hjælper ikke banegodset. Som Henrik Sylvan beskriver, så vil *"Man kunne ikke byde lastbiler og bare, I kan sku ikke køre i myldretiden på vores motorveje, der er meget bedre plads om natten. Den slags planlægning har vi ikke der lige nu"*. Den planlægning der ligger bag togdriften og den kapacitet som banenettet har i dag, er med til at forhindre den i at kunne konkurrere bedre med vejtransport. De fleste af eksperterne er også enige, om at der er en kapacitetsmangel på banenettet i dag. I forhold til den her mængde af kanaler til togdrift så beskriver Henrik Sylvan at *"Vi har jo stort set udsolgt, vi har de to kanaler igennem Danmark, på de enkelt sporede baner er det svært at få plads i dagtimerne"*. I forhold til specifikt om kanalerne siger han at *"Der kan ikke være flere kanaler per retning per time som der er over Sjælland, og ja der er nogle der spørge om en ekstra kanal nogle gange i nogle tidsrum, hvor de så bliver henvist til nogle andre tidsrum"*. Det er ud fra denne forudsætning, at jernbanen er dårligere stillet end vejgods, da dette i sidste ende kan gøre, at kunden ønsker en anden transport, da det ikke ville kunne lykkes med godstog.

Når der snakkes om denne manglende kapacitet på banenettet, kan der igen ses, at problemet er varierende i forhold til, hvor der undersøges. Henrik Sylvan beskriver, at *"Vi kan reelt ikke udvide mere, problematikken er markant på Sjælland. Man kan sige den også er over Fyn og Sønderjylland, men så åbner Femern og får smidt alt transitgodset den anden vej, og så er der lige pludselig egentlig ikke rigtigt et kapacitetsproblem, af væsentlig betydning."* Så der er nogle kapacitetsudfordringer rundt omkring i landet, som med tiden bliver mindre nogle steder, men som stadig vil være til stede andre steder. Den kapacitet der er generelt på det danske banenet, skal både tilfalde person og godstransporten. I denne sammenhæng bliver persontransporten typisk tilgodeset først. Rasmus Munk Kolind udtaler at *"Det er mere banenettet der er problemet og prioriteringen af godstransport i forhold til personbefordring. Jeg ved godt at der er nogle analyser/rapporter der viser at i den perfekte verden, er der rigeligt med kapacitet til godset. Men når man tager løbende spørgsmål med, afspejler analyser og rapporter ikke altid den virkelige verden."* Jan Andersen uddyber dette i forhold til, hvordan godstransporten er stillet. Han udtaler nemlig, at *"som det er lige nu, der er kapaciteten på banenettet. Den er så lille at den helt uden tvivl påvirker transporttiden. Altså der er to godskanaler i timen, altså til godstransport på hovedstrækningerne. Sådan i store træk 2 i timen i forhold til hvad der er til passagererne."* Dette betyder, at der for godstransporten kan være en begrænsning på, hvor hurtigt denne kan komme ud og køre. Kapacitetsproblematikken i forhold til godstransporten er, udover placeringen, også styret af, hvornår på dagen du ønsker at søge kanalerne. Michael Langballe beskriver, at *"Det er nok noget at gøre med, at det kommer an på et tidspunkt, fordi hvis vi kører om natten og om aftenen og så videre, så er der masser af kapacitet jo, men skal vi køre i dagtimerne og sammen med passagertog så er vi udfordret ja"*. Det kan ikke være en holdbar løsning at sige, at godstransporten skal frasorteres til kun at køre om natten, da der her er mest plads på sporet.

I forhold til den her kapacitet på banenettet, så er der også en faktor omkring selve bestillingen og ønsket om en given kanal. Rasmus Munk Kolind uddyber det med ”*Hvornår kan man bestille noget kapacitet? Hvilke vilkår er der, hvis man skal afbestille kapacitet? Hvor hurtigt kan man måske melde ind på ny kapacitet, så det er et større spørgsmål. Emnet omkring kapacitet er lidt mere komplekst, end bare lige at sige, hvor mange kanaler er der. Det er jo også, hvordan man agerer som infrastrukturejer i Banedanmark og håndterer de kanaler.*” Dette kan være med til at skabe nogle udfordringer for baneoperatørerne, da ændringer for leverancerne derved kan skabe problemer i forhold til de ansøgte kanaler. I forhold til det med at skulle ansøge kanaler vil der fra 2029 komme en udvikling her, Niels Selsmark kommenterer at ”*Det er min vurdering, at de fleste operatører får de kanaler, de anmoder om. Det er i hvert fald mit indtryk fra Banedanmark, at det er meget sjældent, at kapacitetsansøgninger bliver afvist. Fra 2029 går ind i en ny ære, hvor det nye såkaldte TTR-system (Timetable and Capacity Redesign for Smart Capacity Management) introduceres. Det vil betyde, at det bliver meget mere fleksibelt at bestille banegodskanaler og dermed lettere at få en kanal med kort varsel.*” Med dette nye system vil det derved blive lettere at kunne håndtere ens bestillinger og afmeldinger af kanaler.

Omkring kapaciteten på banenettet, når der igen kigges på forholdet mellem person- og godstransport, så er der en prioritering af persontransporten. På dette forhold kommenterer Michael Langballe, at ”*Hvis man kigger lidt på, hvis vi ser på kravene i forhold til, at vi (Port of Hirtshals, red.) ligger på Scanmed (Scandinavia - mediterranean) korridoren, så skal gods rent faktisk prioriteres frem for passagerer, men det bliver det ikke.*” Så grundet deres placering burde de have en højere prioritering end passagertransporten, men at dette ikke sker. Kapaciteten på det danske banenet er også begrænset i forhold til mængden af alternative ruter. For eksempel kan der ud fra figur 1.3 ses, at der fra Nordjylland kun er en retning, og dette er imod Aarhus. Hvis der for denne strækning vil ske et nedbrud, så vil der ikke kunne køres en alternativ rute, og dermed vil hele strækningen blive lukket ned. Dette kommenterer Niels Selsmark med ”*Der er skinnebrud eller nedfaldne køreledninger eller et eller andet, der gør at akutte problemer og der er vi sårbare, fordi vi ikke har så mange alternative jernbanestrækninger i Danmark.*” Niels Selsmark ser ikke generelt de store udfordringer med kapaciteten på banenettet i Danmark, han kommenterer at ”*Det er min umiddelbare vurdering, når vi snakker kapacitet, at dette ikke er et sådant kæmpeproblem i Danmark. Det er i perioder det kan være et problem, hvis der sker noget, altså nogle hændelser der gør, at man lukker bane og sådan noget der. Det er i sagens natur irriterende, men man er jo nødt til at vedligeholde de baner man har, ellers så går det jo helt galt.*”

Sammenfaldende med kapaciteten er selve transporttiden for gods på skinner, da transporttiden kan blive påvirket i forhold til kapaciteten af banenettet og selve kapaciteten også er under indflydelse af, hvor hurtigt godset eller passagerne kan transporteres. Transporttiden er en varierende faktor i forhold til, hvilke strækninger der observeres. Jan Andersen omtaler denne forskel med ”*Så er transporttiden en barriere for gods i Danmark. Ja, hvis man taler om fra Aalborg til Padborg for eksempel. Og når du så kommer til hov-*

edstrækningerne i virkeligheden fra Malmø til Padborg eller til Hamborg for den sags skyld, så er det jo klart, at kapaciteten på nettet er en barriere for gods på skinner, fordi man kun får få kanaler.” I følge ham, så er det hovedsageligt mellem Aalborg og Padborg problemet med transporttiden ligger som barriere. Denne barriere på transporttiden er med til at skade konkurrenceevnen i forhold til lastbilen. Rasmus Munk Kolind uddyber dette med *”I hvert fald for vores (Port of Aalborg, red.) vedkommende herude er det transporttiden der vægter højest, da dem man konkurrerer imod, er landevejen på mange af segmenterne. Så der vil jeg helt klart sige, at der er transporttiden vigtigere end kapaciteten (på terminaler).”* Transporttid er måske også noget, der vil kunne forbedres i fremtiden, men på nuværende tidspunkt er en barriere på godstransporten.

Transporttiden er, udover at være påvirket af kapaciteten på banenettet, også påvirket af hvordan godset kan blive håndteret på godsterminalerne. Som Jan Andersen beskriver: *”Det har jo indflydelse på, hvad hedder det, hvordan togene kan komme ud og køre, hvordan de kan blive ekspederet og forberedt inden de kan køre. Transporttiden er den der bliver påvirket af håndteringen eller mangel på håndtering på godsterminaler.”* Så visse barrierer går ind og påvirker hinanden. Derudover er transporttiden også påvirket af, hvordan infrastrukturen er opbygget. Niels Selsmark beskriver dette med *”Der er en særlig udfordring for banegodstransporter til/fra Aalborg. Alle tog skal ind og vende togene inde i Aarhus og det er virkelig tidskrævende. En mulig løsning er en shunt uden om Aarhus, men den vil koste mange penge, og det kan være svært at få etableret, fordi der sandsynligvis er dårlig samfundsøkonomi i et sådant projekt.”* Så i dette tilfælde er det selve opbygningen af banenettet der gør, at godstogene skal ind til Aarhus og lave omløb, og dette er mere tidskrævende.

En anden udfordring på det nuværende banenet, i forhold til transporttiden, er mængden af strækninger der er elektrificeret. Dette skyldes som Jan Andersen beskriver det, at *”Elektrificeringen den gør jo, at man ikke i et tilfælde, i nogle tilfælde, som vi gør i dag, er jeg nødt til at skifte maskintype fra el til diesel eller vice versa. Der taber man hurtigt en time, kan man sige.”* Dette forhold med at el-tog vil kunne være med til at forbedre transporttiden for banenettet deles af Rasmus Munk Kolind og Michael Langballe. Rasmus beskriver det som *”Elektrificeringen er jo også vigtigt og også noget der er med til at sikre en hurtigere transporttid et eller andet sted.”*, mens Michael beskriver det som *”Elektrificeringen er jo også noget, der er med til at sikre en hurtigere transporttid og højere sikkerhed, for at leveringssikkerheden og tiden holdes.”* Som planerne for elektrificeringen er i dag, så vil denne stoppe i Aalborg og ikke forsætte længere nordpå. Michael Langballe beskriver denne barriere med, at *”Det kan blive en udfordring at der ikke kan køres videre med de samme lokomotiver nord for fjorden. Det kan betyde at vi igen, som med ECTS, bliver afskåret fra at blive en del af rutenettet for gods på bane. Der er ingen operatører som vil allokere et lokomotiv for bare at køre nord for fjorden. Alle lokomotiver indgår i en større supply chain, så de kan ikke kun begrænses til at køre enkelte steder.”* Dette vil betyde, at der for godstog nord for fjorden skal skiftes lokomotiv over til ikke-elektriske og dette ville være med til at øge transporttiden. Niels Selsmark beskriver også dette med at *”Lokalt er der f.eks. et ønske om elektrificering af strækningen mellem Aalborg og til Hirtshals/Frederikshavn. Strækningen indgår i den nye EU TEN-T-revision. Det betyder,*

at Danmark i princippet er forpligtet til at elektrificere strækningen.” Så der er fra EU’s side et ønske om at strækningen nord for Aalborg, eller dele af den vil blive elektrificeret. Der ligger i elektrificeringer nogle store omkostninger som kan gøre den politiske støtte til projektet vanskelig. Dette omtaler Niels Selsmark som ”De store omkostninger der er ved at elektrificerer betyder dog, at det samfundsøkonomisk næppe er rentabelt at elektrificere strækningerne nord for Aalborg.”

Den politiske støtte indenfor baneverdenen har været forskelligt igennem diverse regeringer. Niels Selsmark beskriver den politiske støtte for godsbanekområdet med, at *”Der har været en udvikling i officiel politisk støtte til banegodsområdet. Tidligere fremgik det typisk af regeringsgrundlagene, at man ville arbejde for at overflytte mere gods fra vej til jernbanen. Men dette har ikke fremgået i de seneste 2 regeringsgrundlag. Danmark afviger fra stort set alle andre lande i EU, og forklaringen er sandsynligvis, at det nationale banegods fylder så utroligt lidt, samtidigt med at perspektiverne for vækst i nationalt banegods er begrænsede. Til gengæld ser vi jo en vækst i det internationale gods, altså at der er en positiv trend.”* Så der er en manglende interesse fra statens side i forhold til dette. Dette kan være problematisk, da det er med bevillinger og investeringer fra den politiske verden at forandringerne sker. Dette beskriver Jan Andersen med *”Alt kommer fra politisk hold. Det er det der styrer det hele, hvis ikke der er bevillinger, så laver man i Danmark ikke signalsystemer, elektrificerer eller reparerer sporene.”* Også Rasmus Munk Kolind er enig med dette problem i forhold til manglende politisk støtte. Han siger at *”Den politisk støtte, synes jeg stadigvæk er den allermest kritiske, da den kan være med til at påvirke den grønne omstilling i Danmark, samt give alle bedre plads på vores fælles veje såfremt gods flyttes fra vej til bane.”* Så det er med den politiske støtte, der vil ske fremskridt for banegods. Det handler bare om, at når der så kommer den her politiske støtte, at den også skal ramme rigtig. Henrik Sylvan siger, at *”Der er jo lavet mange beslutninger om terminaler, som er politisk orienteret og med meget varierende succes kan man nok konstatere, hvor det politiske arrangement måske mere skulle have rettet sig til rammerne for jernbanen og kapaciteten omkring jernbanen i sin helhed, frem for specifikke terminaler.”* Så selv med en politisk støtte er det varierende, hvad udfaldet kan være. Jan Andersen beskriver dette problem med *”i forhold til Esbjerg, den var jeg nemlig også involveret i. Der advarede alle godsoperatører om, at placeringen af den terminal gjorde, at den var stort set ubrugelig, fordi du på et havneområde aldrig vil kunne elektrificere det vil sige, at omkostningerne ved at køre et køretøj derfra ville blive kolossalt store. Netop fordi du skulle have en rangermaskine, altså stille et personale dernede.”* Dette er et godt eksempel på, hvor galt det kan komme til at gå, selv med en politisk støtte. Jan Andersen beskriver også dette problem med den politiske støtte, at *”Det er fordi årtiers manglende forståelse for det danske jernbaneland og en egentlig vilje til at gøre noget for jernbanen, især for godsjernbanen. Det er så essentielt fordi det er fra politikere, den politiske verden, pengene til terminalerne og til infrastrukturen kommer fra.”* Så politisk støtte er essentielt for dansk banegods, men at den også kan ramme forkert, hvis den ikke er gennemtænkt.

Diskussion 4

I dette afsnit vil de forskellige metoder og resultater, der er blevet anvendt i dette speciale blive diskuteret. Der vil først blive diskuteret udarbejdelsen og fremgangsmåden vedrørende spørgeskemaet.

Spørgeskema

Der er til dette projekt blevet udarbejdet et spørgeskema for at kunne indsamle viden til brug for dette projekt. Spørgeskemaet spurgte aktører på banemarkedet ind på, hvordan de oplever forskellige barrierer for godstransport på skinner. Spørgeskemaet er blevet udarbejdet på baggrund af et litteraturstudie, samt kendte problemstillinger fra baneverdenen i Danmark. Spørgeskemaet blev sendt ud mellem den 20. december til den 20. januar og fik sammenlagt otte hele besvarelser. Besvarelserne har været med til at kunne give et indblik i, hvordan forskellige aktører på jernbanegodsmarkedet oplever forskellige barrierer, og hvordan aktørerne vil rangere de forskellige barrierer i forhold til hinanden. Mængden af respondenter i spørgeskemaet gør at resultater ud fra dette spørgeskema vil kunne fremstå mindre valide. Der skal også tages højde for, at spørgeskemaet blev udsendt via Dansk banegods' medlemmer, da det blev antaget, at der herigennem vil kunne findes de mest kvalificerede respondenter til at besvare spørgeskemaet. Dette gør, at mængden af respondenter vil blive mindre. Derudover kan datoen for distribueringen også have haft indflydelse på mængden af respondenter. Dette skyldes at juleferien kan have haft en indvirkning på, hvornår medlemmerne har kunnet forholde sig til spørgeskemaet. En anden dato for udsendelse af spørgeskemaet kunne have gjort at flere af medlemmerne ville kunne have besvaret det.

Resultater

Respondenterne blev i spørgeskemaet adspurgt om, hvordan de ville rangerer de 13 forskellige barrierer i forhold til hinanden. Ud fra scoren på disse kunne det aflæses, at tre mest betydningsfulde barrierer var *"Manglende politisk støtte"*, *"Placering af godsterminal"* og *"Transporttid på skinner"*. Dem der derimod blev vurderet til at være de mindste barrierer ved denne rangering var *"Mangel på avancerede ICT"*, *"Udrulning af ERTMS"* og *"Manglende elektrificering af det danske banenet"*. Ved hjælp af resultaterne fra spørgeskemaet blev der på baggrund af en Fuzzy-Delphi metode udpeget fem barrierer, som blev bedømt til at være indflydelsesrige. Disse fem barrierer er:

- **4:** I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet (f.eks. for få spor eller ineffektiv omlastning) på jernbanegodsterminaler kan være en barriere for at transportere gods på skinner i Danmark?
- **5:** I hvor høj grad mener I, at transporttiden er en barriere for gods på skinner i Danmark?
- **9:** I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet på det danske banenet, altså mængden af tog der er plads til i køreplanen, er en barriere for gods på skinner i Danmark?
- **10:** I høj grad mener I, at manglende politisk støtte til udvidelse, styrkning eller fremme af jernbanen kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?
- **11:** I hvor stor grad ser I manglende på elektrificering af det danske banenet som en barriere for gods på skinner i Danmark?

Ved hjælp af AHP'erne blev der efterfølgende beregnet en vægtning for de fem barrierer:

Vægt	Barriere
13 %	I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet (f.eks. for få spor eller ineffektiv omlastning) på jernbanegodsterminaler kan være en barriere for at transportere gods på skinner i Danmark?
9 %	I hvor høj grad mener I, at transporttiden er en barriere for gods på skinner i Danmark?
23 %	I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet på det danske banenet, altså mængden af tog der er plads til i køreplanen, er en barriere for gods på skinner i Danmark?
44 %	I høj grad mener I, at manglende politisk støtte til udvidelse, styrkning eller fremme af jernbanen kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?
11 %	I hvor stor grad ser I manglende på elektrificering af det danske banenet som en barriere for gods på skinner i Danmark?

Table 4.1. Vægtningen af de fem indflydelsesrige barrierer.

Som det kan ses ud fra resultaterne fra spørgeskemaet og Fuzzy-Delphi metoden, så bliver elektrificeringen bedømt anderledes mellem de to. De store hovedstrækninger er ved at blive elektrificeret, og barrieren er derfor begyndt at blive mindre her. Dette kan være medvirkende til, at aktørerne på banemarkedet har bedømt den forskelligt. På nuværende tidspunkt virker elektrificeringen som de grænsekrydsninger, der bliver omtalt i Petry et al (2018). Dette gør, at der mellem disse zoner tit skal udskiftes lokomotiv, så godset kan transporteres videre. Dette illustreres også i Michael Langballes udtalelse, at *"Det kan blive en udfordring at der ikke kan køres videre med de samme lokomotiver nord for fjorden. Det kan betyde at vi igen, som med ECTS, bliver afskåret fra at blive en del af rutenettet for gods på bane. Der er ingen operatører som vil allokere et lokomotiv for bare at køre nord for fjorden. Alle lokomotiver indgår i en større supply chain, så de kan ikke kun begrænses til at køre enkelte steder."* Så selvom barrieren vil blive mindre for hovedstrækningerne i Danmark, vil der stadig være en udfordring i forhold til denne, grundet at placeringen, hvor lokomotiver udskiftes mellem strækninger, der er elektrificerede/ikke elektrificerende ville blive rykket.

Ved scoren fra spørgeskemaet blev *"Placering af godsterminal"* også bedømt til at være betydningsfuld. Denne barriere blev ikke bedømt til at være indflydelsesrig ud fra Fuzzy-Delphi metoden. Ved denne metode blev kapaciteten af terminaler bedømt som værende indflydelsesrig. Gleser and Elbert (2024) benævnte den her densitet ved terminalerne i forhold til områder med stor efterspørgsel. Forskellen kan skyldes, at placeringen af terminalerne i Danmark er fin, som den er i dag, og det derimod er de eksisterende terminalers kapacitet, der begrænser mulighederne for gods på skinner. Henrik Sylvan udtaler at *"man kan nok også sige at der er for få terminaler i Danmark. Der er f.eks kun en reel terminal på Sjælland."* Udtalelsen beskriver terminalernes placering og kapacitet, som noget der kan have en sammenhæng med hinanden.

Barrieren ved udrulningen af ERTMS er også blevet bedømt til at have en lille indflydelse. Begrundelsen for, at denne barriere ikke er blevet bedømt højere, til trods for at den har besværliggjort kørsel på visse strækninger, skyldes at den, ligesom elektrificeringen, vil blive mindre i fremtiden.

Barrieren der ud fra AHP'en blev bedømt den mest indflydelsesrig var *"Manglende politisk støtte"* med en vægtning på 44% og fik en samlet score fra spørgeskemaet på 37 point, hvilket betyder, at den i begge sammenhænge er blevet bedømt som den mest indflydelsesrige. At denne barriere ender som den mest indflydelsesrige barriere er ikke overraskende, da det jo er fra den politiske støtte, at forbedringer og optimering af jernbanen kommer. Pfoer (2022) undersøgte nemlig de her sammenhænge mellem forskellige barrierer, og i dette speciale kan der også ses, at de politiske barrierer ligger til grund for andre barrierer. Som Jan Andersen fint formulerer det, *"Alt kommer fra politisk hold. Det er det der styrer det hele, hvis ikke der bevillinger, så laver man i Danmark ikke signalsystemer, elektrificerer eller reparerer sporene."* Der er den her sammenhæng mellem den politiske støtte til jernbanen, der gør at de andre barrierer der blev undersøgt i AHP'en bliver påvirket af, hvor meget støtte der kommer fra politisk side. Spørgsmålet ved dette er om der fra politisk side reelt er en lyst og en vilje til at give denne støtte til, i særdeleshed, gods på skinner. Niels Selsmarks udtalelse med at *"Der har været en udvikling i officiel politisk støtte til banegodsområdet. Tidligere fremgik det typisk af regeringsgrundlagene, at man ville arbejde for at overflytte mere gods fra vej til jernbanen. Men dette har ikke fremgået i de seneste 2 regeringsgrundlag. Danmark afviger fra stort set alle andre lande i EU, og forklaringen er sandsynligvis, at det nationale banegods fylder så utroligt lidt, samtidigt med at perspektiverne for vækst i nationalt banegods er begrænsede. Til gengæld ser vi jo en vækst i det internationale gods, altså at der er en positiv trend."* sætter det i perspektiv, at der fra politisk side er en tilbageholdenhed. At det nu, i forhold til tidligere, ikke længere fremgår af regeringsgrundlag for, hvordan staten vil udvikle og støtte gods på skinner. Som Niels Selsmark selv beskriver det, så er *"Danmark et geografisk lille land, hvor korte afstande gør det vanskeligt for banegodset, at konkurrere med lastbiltransport."* Den geografiske størrelse spiller ikke altid ind på, hvordan fordelingen mellem banegods og vejgods er. Çelebi (2023) viste, at fordelingen af gods mellem bane og vej i Tyrkiet også hælder over mod vejtransporten. I studiet blev det belyst, at speditørerne sætter omkostninger som den mest indflydelsesrig faktor på valget af transport. Fravalget af banegods på korte afstande kan derfor nok knyttes til, at det her er dyrere at transportere godset. Blandt andet så er der afgiften for at bruge Banedanmarks spor, som *"gør det dyrere at transportere"*. Disse omkostninger kan modvirkes så længe der ydes et miljøtilskud til

banetransport, hvilket igen spiller ind på betydningen af at staten støtter op om banegods på skinner. Udover afgiften på at køre på selve jernbanen er der også omkostninger ved at benytte terminalerne. Her har Niels Selsmark omtalt at *"Analysen viste, at Danmark havde de dyreste terminaler."* Da banegods hovedsageligt skal igennem terminalerne, grundet få private sidespor i Danmark, kan de høje omkostninger til disse virke hæmmende på banetransport.

Kapaciteten på banenettet, eller den manglende, er den barriere der ved AHP'en blev bedømt til at være den andenmest indflydelsesrige. Den manglende kapacitet på banenettet fik ud fra AHP'en en vægtning på 23%. At barrieren får så høj en vægtning ligger til grunde i, at kapaciteten betyder meget i hvornår, hvor hurtigt, og hvordan godset kan blive ekspederet fra terminal til terminal. Som Henrik Sylvan udtaler det, *"Vi kan reelt ikke udvide mere, problematikken er markant på Sjælland."* I forhold til, hvordan barrierer går ind og påvirker hinanden, så påvirker kapaciteten på banenettet den overordnede transporttid for gods på skinner. Dette skyldes, som Jan Andersen udtaler, *"som det er lige nu, der er kapaciteten på banenettet. Den er så lille at den helt uden tvivl påvirker transporttiden. Altså der er to godskanaler i timen, altså til godstransport på hovedstrækningerne. Sådan i store træk 2 i timen i forhold til hvad der er til passagererne."* Dette kan i sidste ende skade banegodsets konkurrenceevne overfor vejgods, da der her ikke vil være samme barriere på kapaciteten, som på banen. Som Henrik Sylvan udtaler det *"Man kunne ikke byde lastbiler og bare, I kan sku ikke køre i myldretiden på vores motorveje, der er meget bedre plads om natten. Den slags planlægning har vi ikke der lige nu"*. Den skade på konkurrenceevnen fra banegodsets side kan komme i, at operatørerne simpelthen ikke kan få plads til eventuelle nye tog, og derfor ikke vil kunne tage eventuelle transporter. Markant i spørgsmålet om kapaciteten er også, hvordan operatørerne er stillet i forhold til bookningen af denne. Rasmus Munk Kolind omtaler dette problem med *Hvornår kan man bestille noget kapacitet? Hvilke vilkår er der, hvis man skal afbestille kapacitet? Hvor hurtigt kan man måske melde ind på ny kapacitet, så det er et større spørgsmål. Emnet omkring kapacitet er lidt mere komplekst end bare lige at sige, hvor mange kanaler er der."* Så barrieren for den manglende kapacitet kan være svær at få gjort mindre, da problematikkerne er forskellige alt afhængigt af, hvor i landet det er. Derudover ligger problematikkerne for kapaciteten ikke kun i selve banenettet, men også i det med at skulle booke og afmelde kanalerne på banenettet.

For banenettet ses der igen en kobling mellem forskellige barrierer. Den manglende kapacitet går ind og påvirker transporttiden, mens barrierer som ERTMS og politisk støtte er med til at påvirke den kapacitet, der er på nettet.

I AHP'en fik barrieren *"Manglende kapacitet på godsterminaler"* en vægtning på 13%. I forhold til barrieren så kommer det politiske igen i spil. Dette kommer i lyset af, at det er staten der ejer disse, og derved har en stor indflydelse på, hvordan disse finansieres. Jan Andersen har kommenteret dette med *"Hvis jeg så gerne vil have ny asfalt på stierne, så vil Banedanmark ikke betale det. Det deres anlæg, det er deres ejerskab, det er deres ansvar, men man kan kun betale det via en bevilling. Jeg kan ikke investere i noget som helst på fremmed mands jord."* Så der er fra operatørernes side, et ønske om at kunne investere bedre i terminalerne, men dette ikke er let at gøre. Hvis der fra statens side skal laves investeringer i terminalerne, skal dette også afspejles af den, i forvejen, høje husleje for at

benytte terminalerne. Dette er ikke et ønske fra operatørerne da, som Niels Selsmark udtaler *"profitmargin på at drive banegodstransport er relativt lav."* Terminalernes kapacitet i forhold til effektiviteten af disse, samt muligheden at kunne håndtere forskellige typer af gods spiller også en stor rolle. Islam and Zunder (2018) beskriver de her manglende muligheder for at kunne håndtere kølevarer på terminalerne, grundet manglende infrastruktur til dette. Dette resulterer i at lastbilen vil være eneste mulige transportmiddel for disse godstyper. For at kunne muliggøre dette skal der investeres i terminalerne med den begrundelse at *"Bedre og billigere terminaler er vigtigt for at fremme banegodstransporter."* som Niels Selsmark siger. Bedre terminaler vil også kunne betyde, at godset hurtigere vil kunne forvaltes, så togene ikke bruger så lang tid der. Dette vil betyde at godstogene vil kunne komme af sted på mere fordelagtige tidspunkter og transporttiden herved vil kunne forbedres.

Den manglende elektrificering fik i AHP'en en score på 11 %. Problemerne ved denne kommer i områder, hvor nettet går fra elektrificeret til ikke-elektrificeret, som Jan Andersen påpeger det *"som vi gør i dag, er jeg nødt til at skifte maskintype fra el til diesel eller vice versa. Der taber man hurtigt en time, kan man sige."* Den tabte tid der kommer ud af skulle skifte lokomotiv gør, at godset kommer til at stå stille hen i et stykke tid. Dette bevirker, sammen med manglende mulighed på terminalerne, at gods, som for eksempel madvarer, vil være sværere eller helt umuligt at kunne transportere på skinner. Da disse nemlig kræver en hurtig transporttid. Som det fremgår af figur 1.4 så er Banedanmark i gang med at elektrificere mere af det danske banenet. Hvilket også vil betyde, at barrieren vil blive mindre i fremtiden. Problemet der kan komme med dette, er at barrieren eventuelt bare vil forskyde sig et andet sted hen. Dette kan ses ud fra Michael Langballes udtalelse. Han udtaler nemlig at *"Det kan blive en udfordring at der ikke kan køres videre med de samme lokomotiver nord for fjorden. Det kan betyde at vi igen, som med ECTS, bliver afskåret fra at blive en del af rutenettet for gods på bane. Der er ingen operatører som vil allokere et lokomotiv for bare at køre nord for fjorden."* Som han også udtaler det, så kan det betyde at det vil være svært at kunne tilgå de omlæsningspladser som fremgår af figur 1.7. Her er det igen det politiske engagement der vil være med til at kunne formindske den her barriere nord for fjorden. Denne støtte vil være svær at kunne få da, som Niels Selsmark beskriver det, *De store omkostninger der er ved at elektrificerer betyder dog, at det samfundsøkonomisk næppe er rentabelt at elektrificere strækningerne nord for Aalborg."*

Transporttiden for gods på skinner var i AHP'en, den barriere der fik den mindste vægtning, på 9%. En begrundelse for at lige netop denne barriere fik den mindste vægtning ligger i, at den bliver påvirket af, hvor store barriererne på kapaciteten af terminaler og banen er. Jan Andersen beskriver det med *"Det har jo indflydelse på, hvad hedder det, hvordan togene kan komme ud og køre, hvordan de kan blive ekspederet og forberedt inden de kan køre. Transporttiden er den der bliver påvirket af håndteringen eller mangel på håndtering på godsterminaler."* Selvom transporttiden er den der bliver påvirket mest af de andre indflydelsesrige barrierer, så må den ikke undervurderes. Transporttiden er vigtig at få forbedret gods på skinner, da *"dem man konkurrerer imod, er landevejen på mange af segmenterne."* som Rasmus Munk Kolind udtaler det. En forbedring i transporttiden for gods på skinner kan derfor blive en gevinst i konkurrencen med vejgods. Kramarz et al

(2022) undersøgte, hvilke forstyrrelser der var på godstransporten på skinner, og her blev der fundet at forsinkelser i passagerdriften har en indvirkning på godsdriften. Derudover fandt studiet også ud af, at densiteten af jernbanen spiller en vigtig rolle i forhold til forstyrrelser. Som det kan ses ud fra figur 1.3, er densiteten af jernbanenettet i Danmark ikke særligt stor, og forstyrrelser i nettet vil derfor kunne forskyde sig ud i resten af nettet. Opbygningen af det danske jernbanenet er også noget, der har en påvirkning på godstransport. Som Niels Selsmark beskriver det, så skal *"Alle tog skal ind og vende togene inde i Aarhus og det er virkelig tidskrævende."* En mulig løsning på dette kunne være et shuntspor udenom Aarhus, men her skal der igen kigges mod bevillinger fra staten, for at kunne anlægge et sådant spor. Denne bevilling vil nok være svær at kunne få igennem, da det samfundsøkonomiske ikke vil være rentabelt at anlægge et sådant spor. Dette antyder igen betydningen af, at der fra politisk side er en lyst og vilje til at støtte op omkring gods på skinner.

Konklusion 5

Der er i dette speciale blevet undersøgt forskellige barrierer på godstransporten på skinner i Danmark. Disse undersøgelser er lavet ud fra et udsendt spørgeskema, hvor dataene fra spørgeskemaet er blevet bearbejdet med en Fuzzy-Delphi metode og en AHP-metode. Barriererne der blev undersøgt i spørgeskemaet besværliggør visse aspekter ved godstransport på skinner. At kunne fremme godstransporten på skinner både nationalt, internationalt og ved transitgoods kan være hjælpemidler til at kunne komme tættere på det fælles klimamål for EU. Derudover kan et styrket jernbanenet også være med til at binde Europa bedre sammen i form af TEN-T samarbejdet. Et styrket godsbanenet vil også være med til kunne lette presset for det danske vejnet og mindske støj herfra.

For at kunne styrke denne modalshift fra lastbiler til tog kræver det investeringer i det danske banenet. Disse investeringer kan, grundet opbygningen af nettet, kun komme i form af politisk støtte. Den politiske støtte til jernbanen og især for gods på skinner kan beskrives som mangelfuld og kan derfor have været med til at hæmme et muligt modalshift fra vej til bane. På nogle områder vil der i fremtiden ske en udvikling, som kan være med til at styrke jernbanen i forhold til, hvordan den er i dag. Dette kan ses ud fra de to udrulningsprogrammer med elektrificering og ERTMS. Disse projekter er lavet overordnede for jernbanen, og derfor er der stadig en mangel på, hvad der fra politisk side ønskes at blive gjort for at fremme gods på skinner.

Selve dette speciale omkring barrierer på godstransporten er lavet ud fra få deltagere og resultaterne fra dette kan derfor virke mindre valide. Selvom studiet ikke kan give et definitivt svar på, hvilke barrierer der er de mest indflydelsesrige, kan det stadig være med til at give et indblik i, hvad aktører på markedet mener. Undersøgelser af barrierer på godstransporten på skinner er ikke noget der fra politisk side er blevet undersøgt meget, og studiet kan derfor danne ramme for videre undersøgelser af disse problematikker.

Bibliography

Banedanmark, 2024a. Banedanmark. *Fjernbanen*. <https://www.bane.dk/da/Borger/Baneprojekter/Signalprogrammet/Fjernbane>, 2024a.

Banedanmark, 2024b. Banedanmark. *Strækninger vi elektrificerer*. <https://www.bane.dk/da/Borger/Baneprojekter/Elektrificeringsprogrammet/Straekninger-vi-elektrificerer>, 2024b.

Behrends, 2017. Sönke Behrends. *Burden or opportunity for modal shift? – Embracing the urban dimension of intermodal road-rail transport*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X16304929>, 2017.

Crozet, 2017. Yves Crozet. *Rail freight development in Europe: how to deal with a doubly-imperfect competition?* <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517307275>, 2017.

Danmarksstatistik, 2023a. Danmarksstatistik. *Jernbane*. <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/transport/trafik-og-infrastruktur/jernbane>, 2023a.

Danmarksstatistik, 2023b. Danmarksstatistik. *Godstransport med lastbil*. <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/transport/godstransport/godstransport-med-lastbil>, 2023b.

Danmarksstatistik, 2023c. Danmarksstatistik. *Godstransport med tog*. <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/transport/godstransport/godstransport-med-tog>, 2023c.

Demiridis and Pyrgidis, 2022. Nikolaos Demiridis and Christos Pyrgidis. *Getting freight trains back on track—How railway undertakings, infrastructure owners and regulators can navigate the main dilemmas in freight business to drive sustainable growth*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsus.2022.903945/full>, 2022.

Energistytelsen, 2023. Energistytelsen. *Klimastatus og –fremskrivning 2023 (KF23): Transport*. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23_sekternotat_4a_transport.pdf, 2023.

Gleser and Elbert, 2024. Michael Gleser and Ralf Elbert. *Combined rail-road transport in Europe – A practice-oriented research agenda*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210539524000038>, 2024.

Ingeniøren, 2022a. Ingeniøren. *Godsoperatører fanget i et umuligt valg ved udrulning af ERTMS: Gods ender på landevejen fremfor på jernbanen*. https://ing.dk/artikel/godsoperatoerer-fanget-i-et-umuligt-valg-ved-udrulning-af-ertms-gods-ender-paa-landev-check_logged_in=1, 2022a.

- Ingeniøren, 2022b.** Ingeniøren. *Godstrafikken på skinner lider under forhindringer skabt af det nye signalsystem.* <https://ing.dk/holdning/godstrafikken-paa-skinner-lider-under-forhindringer-skabt-af-det-nye-signalsystem>, 2022b.
- Islam and Zunder, 2018.** Dewan Md Zahurul Islam and Thomas H. Zunder. *Experiences of rail intermodal freight transport for low-density high value (LDHV) goods in Europe.* <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s12544-018-0295-7.pdf>, 2018.
- Kaltoft, 2023.** Søren Pers Kaltoft. *EU's klimamål.* <https://www.eu.dk/da/temaer/klima-og-groen-omstilling/eus-klimamaal>, 2023.
- Karam et al, 2021.** Ahmed Karam, Mohammed Hussein and Kristian Hegner Reinau. *Analysis of the barriers to implementing horizontal collaborative transport using a hybrid fuzzy Delphi-AHP approach.* https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262103136X?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=85d8a1d1ced58f61#bib18, 2021.
- Karam et al, 2023.** Ahmed Karam, Anders Julius Klejs Jensen and Mohamed Hussein. *Analysis of the barriers to multimodal freight transport and their mitigation strategies.* <https://link.springer.com/article/10.1186/s12544-023-00614-0>, 2023.
- Klimarådet, 2024.** Klimarådet. *Klima i tal.* <https://klimaraadet.dk/da/klima-i-tal>, 2024.
- Kramarz et al, 2022.** Marzena Kramarz, Edyta Przybylska and Maciej Wolny. *Reliability of the intermodal transport network under disrupted conditions in the rail freight transport.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210539521000699>, 2022.
- Lager&logistikmagasinet, 2023.** Lager&logistikmagasinet. *Første godsoperatør i Danmark på ETCS.* <https://ltl.dk/artikel/transport/frste-godsoperatr-i-danmark-p-etcs>, 2023.
- Laroche et al, 2017.** Florent Laroche, Christa Sys, Thierry Vanelslender and Eddy Van de Voorde. *Imperfect competition in a network industry: The case of the European rail freight market.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X16306540>, 2017.
- Licciardello and Ricci, 2023.** Riccardo Licciardello and Stefano Ricci. *Present and Future of Rail Freight: Problems and Challenges.* <https://link-springer-com.zorac.aub.aau.dk/content/pdf/10.1007/978-3-030-87120-8.pdf>, 2023.
- Pencheva et al, 2023.** Velizara Pencheva, Asen Asenov, Aleksander Sladkowski, Boril Ivanov and Ivan Georgiev. *Current Issues of Multimodal and Intermodal Cargo Transportation.* <https://link-springer-com.zorac.aub.aau.dk/content/pdf/10.1007/978-3-030-87120-8.pdf>, 2023.

Petry et al, 2018. Christoph Petry, Markus Maibach and Claus Doll. *Rail Reforms, Learnings from other Sectors and new Entrants*. https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccn/2018/LowCarb-RFC_WP2_Rail-Reforms_20180530_INFRAS.PDF, 2018.

Pfoser, 2022. Sarah Pfoser. *Developing user-centered measures to increase the share of multimodal freight transport*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210539521001127>, 2022.

Rådet for den Europæiske Union, 2023. Rådet for den Europæiske Union. *Transeuropæisk transportnet (TEN-T): Rådet og Parlamentet indgår aftale om at sikre bæredygtige energiforbindelser i Europa*. <https://www.consilium.europa.eu/da/press/press-releases/2023/12/18/trans-european-transport-network-ten-t-council-and-parliament-strike-a-deal-to-ensure-2023>.

Søfart, 2024. Søfart. *Gør nyt forsøg på at blæse liv i million-fadæse på havn*. https://www.soefart.dk/article/view/1080943/gor_nyt_forsog_pa_at_blaese_liv_i_millionfadaese_pa_havn, 2024.

Trafik-og boligstyrelsen, 2016. Trafik-og boligstyrelsen. *Fremme af gods på bane*. [https://www.trafikstyrelsen.dk/media/12299/Fremme%20af%20goods%20pÃ%20bane.pdf](https://www.trafikstyrelsen.dk/media/12299/Fremme%20af%20goods%20p%C3%A5%20bane.pdf), 2016.

Transportministeriet, 2022. Transportministeriet. *Ny CO₂-differentieret og kilometerbaseret vejafgift for lastbiler*. <https://www.trm.dk/nyheder/2022/ny-co2-differentieret-og-kilometerbaseret-vejafgift-for-lastbiler>, 2022.

Transportministeriet, 2021. Transportministeriet. *Analyse af jernbanegods*. https://www.trm.dk/media/lz4lhfh/rapport-analyse-af-jernbanegods_final-a.pdf, 2021.

Transportministeriet, 2023. Transportministeriet. *Trafikplan for den statslige jernbane*. <https://www.trafikstyrelsen.dk/Media/638325405841990889/Trafikplan%20for%20den%20statslige%20jernbane.pdf>, 2023.

Çelebi, 2023. Dilay Çelebi. *Supporting rail freight services in Turkey: Private sector perspectives on logistics connectivity issues*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X23001529>, 2023.

Part I

Bilag

Bilag 1 A

Spørgeskema om barriere for gods på skinner

Jeg er kandidatstuderende på Aalborg Universitet og er i gang med at skrive mit speciale over "hvilke barriere der er på gods transport på skinner i Danmark?".

Svarene fra spørgeskemaet skal bruges til at kunne rangere de forskellige barrierer i forhold til hinanden, så der derved kan konkluderes på hvad der bliver bedømt som værende den største barriere. Dette vil blive gjort ved hjælp af en multiple criteria decision making.

Besvarelsenerne fra spørgeskemaet vil kun være tilgængeligt for mig og mine vejledere og vil kun blive brugt i dette projekt.

Besvarelsenerne på spørgsmålene "navnet på virksomhederne", "positionen i virksomheden" og "antal medarbejdere" vil ikke blive brugt i projektet og vil kun blive brugt af mig til at danne mig et overblik over hvem der har svaret på spørgeskemaet.

Besvarelsenerne vil derfor blive anonymiseret ved databehandlingen.

Spørgeskemaet ønskes besvaret inden den 20 januar.

S

Har du spørgsmål eller kommentar til spørgeskemaet kan jeg kontaktes på mail: njoha19@student.aau.dk

På forhånd tak fordi i ville svare på mine spørgsmål

Med Venlig Hilsen

Nikolaj Skærbæk Johansen

Hvad er navnet på virksomheden?

Hvilken position har du i virksomheden?

Hvor mange medarbejdere er der i virksomheden?

- (1) ☐ ≤20
- (2) ☐ 21-50
- (3) ☐ 51-100
- (4) ☐ ≥100

I hvor høj grad opfatter du afstanden mellem jernbanegodsterminaler og virksomhedsterminaler som en potentiel barrierer?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere
- (7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad mener I, at afhentningstiden ved jernbanegodsterminaler er en barriere for gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere
- (7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad mener I, at mulighederne for ikke at kunne håndtere forskellige typer af gods på jernbanegodsterminaler er en barriere for gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere

(7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet (f.eks. for få spor eller ineffektiv omlastning) på jernbanegodsterminaler kan være en barriere for at transportere gods på skinner i Danmark?

(2) ☐ Meget lav eller ingen barriere

(4) ☐ Lav barriere

(5) ☐ Mellem barriere

(6) ☐ Stor barriere

(7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad mener I, at transporttiden er en barriere for gods på skinner i Danmark?

(2) ☐ Meget lav eller ingen barriere

(4) ☐ Lav barriere

(5) ☐ Mellem barriere

(6) ☐ Stor barriere

(7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad mener I, at just-in-time for transport af gods kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere
- (7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad mener I, at dårlig informationsdeling mellem forskellige aktører i en MFT (Multimodal Freight Transport), kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere
- (7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad mener I, at afgifterne for at benytte Banedanmarks spor til transport er en barriere for gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere
- (7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad mener I, at manglende kapacitet på det danske banenet, altså mængden af tog der er plads til i køreplanen, er en barriere for gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere
- (7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I høj grad mener I, at manglende politisk støtte til udvidelse, styrkning eller fremme af jernbanen kan være en barriere for gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere
- (7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor stor grad ser I manglende på elektrificering af det danske banenet som en barriere for gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere
- (7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad mener I, at udrulningen af ERTMS (European Rail Traffic Management system) er en barriere for gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere
- (7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad ser I manglen på mere avancerede ICT (information and communication technology) som en barriere for gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Meget lav eller ingen barriere
- (4) ☐ Lav barriere
- (5) ☐ Mellem barriere
- (6) ☐ Stor barriere
- (7) ☐ Meget stor barriere

Begrund gerne dit valg?

I hvor høj grad ser I den nye kilometerbaserede afgift for lastbiler som en mulighed for at styrke gods på skinner i Danmark?

- (2) ☐ Ingen ændring
- (4) ☐ Lav ændring
- (5) ☐ Mellem ændring
- (6) ☐ Stor ændring
- (7) ☐ Meget stor ændring

Begrund gerne dit valg?

Som den sidste ting i dette spørgeskema kunne jeg godt tænke mig at i ville rangerer de forskellige barrierer i forhold til hinanden, for at se hvilken det er I ser som den største, så nummer 1 bliver den I mener er størst og 14 er den I synes er lavest

Rangerer de forskellige barrierer

1. Placeringen af godsterminaler
2. Åbningstider for godsterminaler
3. Afhentningstider for godsterminaler
4. Mulighed for håndtering af gods
5. Manglende kapacitet på godsterminaler
6. Transporttid på skinner
7. Just-in-time
8. Dårlig informationsdeling mellem aktører i MFT (Multimodal Freight Transport)
9. Afgifter for benyttelse af Banedanmarks spor
10. Manglende kapacitet på det danske banenet
11. Manglende politisk støtte
12. Manglende elektrificering af jernbanen

- 13. Udrulningen af ERTMS (European Rail Traffic Management system)
- 14. Mangel på avancerede ICT (information and communication technology)

Begrund gerne dit valg?

Har du nogle kommentarer eller andre mulige barriere kan det skrives her:

Mange tak, fordi i du ville bruge tid på at svare på mit spørgeskema

Mvh Nikolaj Johansen

Bilag 2 B

Antal eksperter		5				
Henrik Sylvan						
		1	2	3	4	5
1		1.00	7.00	0.14	0.20	2.00
2		0.14	1.00	0.13	0.14	1.00
3		7.00	8.00	1.00	1.00	8.00
4		5.00	7.00	1.00	1.00	7.00
5		0.50	1.00	0.13	0.14	1.00
Sum		13.64	24.00	2.39	2.49	19.00
Rasmus Kolind						
		1	2	3	4	5
1		1.00	0.20	0.14	0.11	1.00
2		5.00	1.00	0.33	0.11	0.50
3		7.00	3.00	1.00	0.33	5.00
4		9.00	9.00	3.00	1.00	7.00
5		1.00	2.00	0.20	0.14	1.00
sum		23.00	15.20	4.68	1.70	14.50
Michael Langballe						
		1	2	3	4	5
1		1.00	0.14	0.20	0.33	0.17
2		7.00	1.00	2.00	3.00	1.00
3		5.00	0.50	1.00	2.00	1.00
4		3.00	0.33	0.50	1.00	3.00
5		6.00	1.00	1.00	0.33	1.00
sum		22.00	2.98	4.70	6.67	6.17

Normaliseret							
		1	2	3	4	5	Vægtning
1		0.07	0.29	0.06	0.08	0.11	0.12
2		0.01	0.04	0.05	0.06	0.05	0.04
3		0.51	0.33	0.42	0.40	0.42	0.42
4		0.37	0.29	0.42	0.40	0.37	0.37
5		0.04	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05
Lambda		1.67	1.03	1.00	0.92	0.91	5.53
CI		0.11					
RCI		1.11					
CR		0.09					
Normaliseret							
		1	2	3	4	5	vægtning
1		0.04	0.01	0.03	0.07	0.07	0.04
2		0.22	0.07	0.07	0.07	0.03	0.09
3		0.30	0.20	0.21	0.20	0.34	0.25
4		0.39	0.59	0.64	0.59	0.48	0.54
5		0.04	0.13	0.04	0.08	0.07	0.07
Lambda		1.02	1.38	1.18	0.92	1.08	5.57
CI		0.11					
RCI		1.11					
CR		0.10					
Normaliseret							
		1	2	3	4	5	vægtning
1		0.05	0.05	0.04	0.05	0.03	0.04
2		0.32	0.34	0.43	0.45	0.16	0.34
3		0.23	0.17	0.21	0.30	0.16	0.21
4		0.14	0.11	0.11	0.15	0.49	0.20
5		0.27	0.34	0.21	0.05	0.16	0.21
Lambda		0.94	1.01	1.01	1.32	1.27	5.55
CI		0.11					
RCI		1.11					
CR		0.10					

Niels Selsmark											
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5 vægtning
1	1.00	7.00	4.00	3.00	5.00		1	0.52	0.45	0.42	0.28 0.46
2	0.14	1.00	0.33	0.25	2.00		2	0.07	0.06	0.03	0.05 0.07
3	0.25	3.00	1.00	0.25	5.00		3	0.13	0.19	0.10	0.05 0.28 0.15
4	0.33	4.00	4.00	1.00	5.00		4	0.17	0.26	0.42	0.21 0.28 0.27
5	0.20	0.50	0.20	0.20	1.00		5	0.10	0.03	0.02	0.04 0.06 0.05
sum	1.93	15.50	9.53	4.70	18.00						1.00
						Lambda	0.89	1.05	1.45	1.26	0.92 5.56
						CI	0.11				
						RCI	1.11				
						CR	0.10				
Jan Andersen											
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5 vægtning
1	1.00	5.00	2.00	0.25	0.33		1	0.11	0.22	0.12	0.15 0.05 0.13
2	0.20	1.00	0.33	0.11	0.20		2	0.02	0.04	0.02	0.07 0.03 0.04
3	0.50	3.00	1.00	0.11	0.20		3	0.06	0.13	0.06	0.07 0.03 0.07
4	4.00	9.00	9.00	1.00	5.00		4	0.46	0.39	0.52	0.60 0.74 0.54
5	3.00	5.00	5.00	0.20	1.00		5	0.34	0.22	0.29	0.12 0.15 0.22
sum	8.70	23.00	17.33	1.67	6.73						1.00
						Lambda	1.13	0.84	1.18	0.91	1.51 5.56
						CI	0.11				
						RCI	1.11				
						CR	0.10				

Aggregated matrix							
	1	2	3	4	5		
1	1.00	1.48	0.50	0.35	0.89		
2	0.68	1.00	0.39	0.27	0.72		
3	1.98	2.55	1.00	0.45	2.09		
4	2.83	3.76	2.22	1.00	5.16		
5	1.12	1.38	0.48	0.19	1.00		
Sum	7.61	10.17	4.60	2.26	9.87		
Normaliseret matrix							
	1	2	3	4	5	sum	Vægt
1	0.13	0.15	0.11	0.16	0.09	0.63	0.13
2	0.09	0.10	0.09	0.12	0.07	0.46	0.09
3	0.26	0.25	0.22	0.20	0.21	1.14	0.23
4	0.37	0.37	0.48	0.44	0.52	2.19	0.44
5	0.15	0.14	0.10	0.09	0.10	0.57	0.11
							100.00%
0.96302	0.94276	1.04749	0.99129	1.13379	5.07835		
CI	0.01959						
RCI	1.11						
CR	0.01765						

Bilag C

expert	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13			
	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min		
1	0	0	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
2	2	3	4	2	3	4	3	4	5	5	5	1	2	3	4	2	3	4	3	4	5	5	1	2	3	1		
3	3	4	5	2	3	4	1	2	3	5	5	2	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	2	3	4	2		
4	2	3	4	0	0	1	0	0	1	3	4	5	2	3	4	5	0	0	1	3	4	5	1	2	3	4		
5	0	0	1	0	0	1	0	0	1	2	3	4	5	5	5	5	2	3	4	5	5	5	2	3	4	0		
6	1	2	3	1	2	3	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	1	2	3	4	2		
7	1	2	3	1	2	3	2	3	4	2	3	4	2	3	4	0	0	1	3	4	5	5	5	3	4	5		
8	3	4	5	2	3	4	5	5	5	2	3	4	2	3	4	1	2	3	5	5	5	3	4	5	3	4		
Defuzzed score (S _j)	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean	Min	Geomet mean		
	0	0	5	0	0	5	2	3.8043943	5	2	3.6324111	5	0	0	5	0	0	5	2	4.436203	5	1	3.025095	5	0	0		
Influential	1666666687	1666666687	1666666687	1666666687	1666666687	1666666687	3.54470259	3.54470259	3.54470259	1666666687	1666666687	1666666687	1666666687	1666666687	1666666687	1666666687	3.84523848	3.84523848	3.84523848	3.84523848	3.07684932	1666666687	1666666687	1666666687	1666666687	1666666687		
	Not influential	Not influential	Not influential	Not influential	Not influential	Not influential	Influential	Influential	Influential	Not influential	Not influential	Not influential	Not influential	Not influential	Not influential	Not influential	Influential	Influential	Influential	Influential	Influential	Not influential	Not influential	Not influential	Not influential	Not influential		
Number of experts	2.38320786																											
Number of questions	8																											
Number of questions	13																											