

TRANSPORT AV VINDMØLLER

- En studie basert på oppbyggingen av Roan vindpark -

Skrevet av:

Susanne Gaup Moan

Våren 2012

BE313E Logistikk og Transport

Abstract

The wind industry is growing rapidly, and as it grows the need for transport of wind turbines is increasing. How the transportation is done today, how it can be practiced, which challenges exists, and the costs of it, is what this master thesis is about. As part of my research prior to this master thesis I have been in contact with Wilh. Wilhelmsen and Klepp Spesialtransport during the semester, in order to achieve a good understanding and a deeper insight into the transportation process. Furthermore, I have gathered more data by looking into Roan wind farm, which is planned to be erected in 2015, and additionally, Wilhelmsen Ships Service is assumed to operate as a logistic coordinator. Based on the case, I want to answer the following questions:

“What transportation options are available for freight of wind turbines from manufacture to the wind farms, and what are the cost components associated with these?”

Do transport companies take the external costs which appear during transport into account?”

The theoretical foundation of this study is mainly concerning general freight transport, and presents different transport solutions, transport costs, and theory about intermodal transport. In addition to the theoretical foundation, the study is based on primary data from interviews. From this, it appears that unimodal road transport over long distances is inefficient, both concerning time and costs. However, intermodal solution is more often used to transport wind turbines, where truck or barge is used as pre- and post-transport, whereas the main transport consists of maritime transport solutions. From the study, two maritime transport alternatives are identified. One can eliminate transfer costs and save time, and in the other one choose to include the transfer and thus use more of the ship's capacity. The costs will vary from the two alternatives, but transport of wind turbines does generally involve these main costs; daily rate for trucks and maritime transport, presence of police and road administration, extra cars, preparations of the roads, terminal costs, cranes, and fuel which make up for $\frac{3}{4}$ of the maritime costs. Concerning external cost, there is no demand for environmentally friendly transport solutions in this industry, so it is not prioritized. The carriers do however use modern equipment, and take the local community into account during the transportation.

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en avslutning av studien Master of Science in Business ved Handelshøgskolen i Bodø, innen spesialiseringen Logistikk og Transport.

Masteroppgaven leveres våren 2012, og vektlegges med 30 studiepoeng.

Først vil jeg takke Benedikte Agerup, som ga meg muligheten til å skrive masteroppgave for Wilh. Wilhelmsen. Jeg ønsker ikke minst å rette en stor takk til min kontaktperson i Wilhelmsen Ships Service, Jonathan Sørbye, for all hjelpen jeg har fått gjennom hele semesteret. Jeg vil også takke alle andre som har deltatt under datainnsamlingen i både Wilhelmsen Ships Service, og Klepp Spesialtransport. Jeg har blitt utrolig godt mottatt, og har fått all den hjelp jeg har ønsket underveis i studien.

Mange takk til veileder Terje Mathisen for god oppfølging, og inspirerende veiledning. Med hans faglige kompetanse og interesse for oppgaven min, så har veiledningen vært til stor hjelp. En takk rettes samtidig til Gisle Solvoll, som veiledet meg i startfasen av studien. Til slutt vil jeg takke de som har bistått med korrekturlesing og gode tilbakemeldinger.

Bodø, 20. mai 2012

Susanne Gaup Moan

Sammendrag

Denne masteroppgaven omhandler transport av vindmøller, som er et kritisk ledd i en hurtigvoksende bransje. Vindmølleindustrien har vist til en kontinuerlig vekst de siste femten årene, og på grunn av vindmøllekomponentenes store dimensjoner, så øker også behovet for spesialtransport. Som en del av den norske veksten innen vindkraft skal det foregå store utbygginger i Midt-Norge de kommende årene. I forkant av oppgaven inngikk jeg et samarbeid med Wilhelmsen Ships Service, hvor det ble avgjort at jeg skulle ta for meg oppbygging av Roan vindpark i Midt-Norge. Med utgangspunkt i caset ønsker jeg å besvare følgende problemstillinger:

”Hvilke transportmuligheter finnes for frakt av vindmøller fra produsent til vindmøllepark, og hvilke kostnadskomponenter er knyttet mot disse?”

”Tar transportører hensyn til eksterne kostnader som forekommer under transporten?”

Det er gjort begrenset med studier innen spesialtransport, og dermed vindmølletransport. Det teoretiske rammeverket baserer seg dermed på generell transportlitteratur, og er delt inn i tre deler; transportløsninger, kostnader, og en utdypning av intermodal transport. Under transportløsninger presenteres i hovedsak unimodale og intermodale løsninger. Unimodal veitransport innebærer å bruke et transportmiddel for hele reisen, mens intermodal transport er transportnettverk bestående av to eller flere transportmidler, der også terminaler er en del av transportkjeden. Intermodal transport er ofte brukt på bakgrunn av ønsket effektivisering, der gods fraktes over lange avstander med topografiske utfordringer. Neste del tar for seg kostnader knyttet til godstransport, som innebærer bedriftsøkonomiske og eksterne kostnader. De bedriftsøkonomiske kostnadene omfatter aktørens kostnader for å frakte enheter mellom sendere og mottakere, mens de eksterne kostnadene er kostnader som nettverket pålegger samfunnet. De eksterne kostnadene er ofte knyttet til problemer påført lokalsamfunn, som kødannelse og støy, sammen med miljøproblemer som utslipp av miljøgasser. De to kostnadsgruppene varierer i de ulike leddene som utgjør transportkjeden, der flere studier eksempelvis viser til høyere utslippsnivåer for tungtransport på veiene, i tillegg til tidstapet veitransport ofte påfører andre trafikanter. Et ytterligere begrep som presenteres her er bedriftsøkonomiske generaliserte kostnader, som utgjør de betalbare kostnadene sammen med tidskostnaden for kunden. Den siste delen i kapittelet tar for seg intermodale transportløsninger, og starter med å se på forskjellen på tids- og kostnadsforholdet for unimodale og intermodale transport. Intermodale løsninger er ofte brukt over lange

distanser, da hovedtransporten må gå over en viss distanse for at ikke den unimodale veitransportløsningen skal bli mer lønnsom. Dette fordi besparelsene ved å bruke en intermodal transportløsning må overgå kostnadene som oppstår under omlastning.

Veitransport er sammen med maritim transport de mest sentrale transportmidlene for denne studien, og sammen utgjør disse ofte et intermodalt nettverk. Tog er ofte en naturlig del av et intermodalt nettverk, men innen vindmølletransport er tog ikke et alternativ av praktiske årsaker. Innen spesialtransport kan effektiviteten for veitransporten begrenses av flaskehalsler og statlig regelverk. Maritim transport er derimot et naturlig konsept for utviklingen av intermodal transport, og det har vist seg å være en økende interesse for slike transportløsninger. Et intermodale nettverk består av mange aktører, og er avhengig av et godt samspill for at det skal være et effektivt transportnettverk. Et godt samspill er kritisk for at kjeden skal oppnå et godt servicenivå, der kommunikasjonen må være god og ansvarsforhold tydelig definert. Det er imidlertid flere flaskehalsler enn kommunikasjon og organisering av transportkjeden, der både teknologi, politiske og finansielle barrierer kan hindre en effektiv transportkjede.

For å svare på problemstillingen har jeg benyttet en kvalitativ forskningsmetode. I studien har jeg valgt å ta for meg et case, som gir meg mulighet til å gå i dybden på vindmølletransport og tilegne meg detaljrik informasjon om prosessen. For å få et innblikk i vindmølletransport i forkant av hovedstudien, kontaktet jeg transportfirmaet Klepp Spesialtransport, hvor jeg gjennomførte et dybdeintervju med daglig leder. Før datainnsamlingen i hovedstudien satte kontaktpersonen min i Wilhelmsen Ships Service meg i kontakt med sentrale personer i selskapet, for å få samlet inn så mye nyttig data som mulig. Jeg benyttet meg av halvstrukturerte dybdeintervjuer, der informantene i hovedstudien bestod av to personer på operasjonelt nivå og to personer på strategisk nivå. For å oppnå en bredde av informasjon og kvalitetssikre innsamlet data, har det blitt samlet inn et tilfredsstillende antall perspektiver under datainnsamlingen, og gjennomført grundig etterarbeid. Forstudien og kontinuerlig kontakt med Wilhelmsen Ships Service, har videre vært med på å styrke disse forholdene.

Under analysearbeidet fant jeg at lastebil og skip er de to transportmidlene som er aktuelle for transporten mellom produsent og Roan vindpark. Veitransport er det dyreste leddet per tonnkilometer, på grunn av de mange flaskehalsene, mens skip er det rimeligste og mest forutsigbare leddet i transportkjeden. Begge leddene innebærer store kostnader, der dagspris for leie av bilene, krav om tilstedeværelse av politi, offentlige veimyndigheter (vegvesenet) og følgebiler, samt tilrettelegging av veistrekninger, utgjør store deler av kostnadene for

veittransport. De største kostnadskomponentene for sjøtransporten har vist seg å være dagsprisen for leie av skipet, kraner, terminalkostnader, og drivstoff som utgjør $\frac{3}{4}$ deler av de totale kostnadene.

Analysen indikerer at unimodal veittransport over lengre distanser fører til flere utfordringer enn fordeler, som resulterer i en ueffektiv løsning for transport av vindmøller, både tids- og kostnadmessig. Intermodale løsninger er derimot funnet som aktuell for vindmølletransport, hvor pre- og ettertransporten enten består av lastebil eller lekter, mens hovedtransporten som regel består av sjøtransport. Det er likevel to alternativer for gjennomføringen av sjøtransporten, der man kan eliminere omlastningskostnadene og spare tid, eller velge å inkludere omlastning og dermed utnytte mer av skipets kapasitet. Forstudien viser til et tidligere prosjekt der metoden hvor omlastningskostnadene elimineres ble praktisert, hvor løsningen var den mest kostnadseffektive for den aktuelle transporten. I en slik løsning trenger man spesialhengere under hele transporten, som vil medføre økte kostnader samt behov for en effektiv logistikk-løsning. I tillegg vil det være spørsmål om hvilke type skip man skal leie for å få fraktet flest mulig vindmølledeler per tur.

Innen vindmølletransport er ikke miljøvennlige transportløsninger etterspurt av kunden, som resulterer i få tiltak for å minimalisere utslipp av giftige gasser. Miljøvennlige løsninger er kostbare, og uten betalingsvillighet fra kunden så viser det seg at det ikke er plass for å kjøre miljøvennlig tonnasje. Transportørene gjør imidlertid det de kan for å minimalisere de eksterne kostnadene, da de tar i bruk moderne utstyr med mindre utslipp av miljøgasser, samt å ta hensyn til lokalsamfunn ved å unngå unødvendig kødannelse og støy til upassende tider på døgnet.

Med utgangspunkt i de ulike transportløsningene og det totale kostnadsbildet, så kan jeg konkludere med at en intermodal transportløsning vil være en optimal løsning for vindmølletransport over lengre distanser, der de største kostnadskomponentene kort oppsummert består av leie av transportmidler, drivstoff, eventuelle kraner og endringer av veistrekninger. Hvilken av de to identifiserte løsningen som er den optimale for transporten til Roan i Midt-Norge, kan ikke besvares før observasjoner og nøyaktige kostnadsberegninger er gjennomført. Da det vil gi et bedre bilde på tidsperspektivet og totale bedriftsøkonomiske kostnader, som sammen med den ”enkleste” ruten avgjør hvilke løsning transportøren går for.

Innholdsfortegnelse

Abstract	I
Forord	II
Sammendrag	III
Tabelliste	VIII
Figurliste.....	VIII
Begrepsordliste.....	IX
1. Innledning.....	1
1.1. Aktualisering	1
1.2. Problemstilling	2
1.3. Oppgavens videre oppbygging	3
2. Vindmølleindustrien.....	4
2.1. Casebeskrivelse	7
2.2. Wilhelmsen Ships Service.....	9
3. Teoretisk rammeverk – Transport av gods	10
3.1. Transportløsninger.....	10
3.2. Kostnader.....	12
3.2.1. Interne kostnader	13
3.2.2. Eksterne kostnader.....	15
3.3. Intermodal transport	20
3.3.1. Veitransport – et ledd i den intermodale transportkjeden.....	23
3.3.2. Maritim transport – et ledd i den intermodal transportkjeden	25
3.3.3. Skadekostnader og ansvar	28
3.3.4. Flaskehalsen i transportnettverket	30
3.4. Oppsummering	31
4. Metode.....	33
4.1. Filosofisk standpunkt	33
4.2. Valg av metode.....	33
4.3. Forskningsdesign.....	34
4.4. Utvalg.....	35
4.4.1. Informantene	36
4.5. Datainnsamling.....	37

4.5.1. Dokumenter	38
4.5.2. Intervju	38
4.5.3. Etske vurderinger	39
4.5.4. Intervjuguide	40
4.5.5. Gjennomføring av intervjuer	40
4.5.6. Referater	41
4.6. Analyse.....	41
4.7. Kvalitetssikring	42
4.7.1. Validitet.....	42
4.7.2. Intern versus ekstern validitet.....	44
4.7.3. Reliabilitet	44
4.8. Oppsummering	45
5. Analyse.....	47
5.1. Vindmølletransport - Prosessen.....	47
5.2. Potensielle produsenter.....	50
5.2.1. Dansk produksjon.....	51
5.2.2. Tysk produksjon	52
5.2.3. Fra havn til site	54
5.3. Unimodal veitransport.....	56
5.3.1. Muligheter	57
5.3.2. Utfordringer og kostnader	58
5.3.3. Tilgjengelig kapasitet og eksterne kostnader.....	59
5.3.4. Service	60
5.4. En intermodal transportløsning	61
5.4.1. Transportkjeden.....	61
5.4.2. Utfordringer.....	66
5.4.3. Kostnadsbildet	71
5.7. En optimal transportløsning	78
5.8. Oppsummering	81
6. Avslutning	84
6.1. Konklusjon	84
6.2. Kritiske betraktninger og videre forskning.....	86
Referanseliste	88
Vedlegg	92

Tabelliste

Tabell 3.1. Utslipp per tonnkilometer fra lastebiler etter nyttelast. Gram/ tonnkilometer	18
Tabell 3.2. Utslipp per vognkilometer fra lastebiler etter nyttelast. Gram/ tonnkilometer.....	19
Tabell 3.3. Relativ rangering av transportmidler etter kostnader og ytelseskarakteristikker	27
Tabell 4.1. Oversikt over informanter	37
Tabell 5.1. Fremstilling av de ulike transportløsningene	81

Figurliste

Figur 1.1. Struktur for oppgaven	3
Figur 2.1. Installert vindkraftskapasitet i Europa fra 1995 til 2010	4
Figur 2.2. Total kapasitet innen vindkraft på land og offshore i EU	6
Figur 2.3. Områder på Fosen hvor vindparker skal bygges de neste årene	8
Figur 3.1. Unimodal transport versus intermodal transport versus multimodal transport.....	11
Figur 3.2. Sammenhengen mellom generaliserte transportkostnader og avstand	21
Figur 3.3. Intermodal terminaler. Kapasitetsbegrensninger og ekspansjonsmuligheter.....	22
Figur 4.1. Komponenter i en dataanalyse: en interaktiv modell.....	42
Figur 5.1. Transportkjeden for transport av vindmøller	48
Figur 5.2. Aktuelle ruter for transporten	50
Figur 5.3. Veitransport fra produksjonsanlegget i Brande til Esbjerg havn	51
Figur 5.4. Veitransport fra produksjonsanlegget i Aurich til Bremenhaven havn.....	52
Figur 5.5. Fra Rostock til Roan	53
Figur 5.6. Aktuelle havner: Bessaker havn og Monstad kai, og plassering av fremtidige vindparker ..	54
Figur 5.7. Området for oppbygging av Roan vindpark på Fosen	55
Figur 5.8. Veitransport fra Siemens i Danmark til Roan i Norge.....	56
Figur 5.9. Sirkulering av innleide hengere, som brukes gjennom hele transportkjeden.....	64
Figur 5.10. Forslag av plassering av lager for mellomlagring.....	65
Figur 5.11. Unimodal veitransport versus intermodal transport med omlastning	74
Figur 5.12. Unimodal veitransport versus intermodal transport uten omlastning	75
Figur 5.13. Håndtering av vindturbiner ved havna i Rostock i Tyskland.....	79
Figur 5.14. Vindmøllekomponentene blir dratt i land i Egersund havn	80

Begrepsordliste

- Cleantech:** Cleantech er ny teknologi og tilhørende forretningsmodeller som tilbyr konkurransedyktig avkastning for investorer og kunder, samtidig som det gir løsninger på globale utfordringer. Cleantech identifiserer røttene til økologiske problemer med ny vitenskap, med vekt på naturlige tilnærminger som biologi.
- CMR:** Convention Marchandises Routiers er en avtale for internasjonal godstransport på vei.
- Dinitrogenoksid, N₂O:** Dinitrogenoksid, N₂O, er en drivhusgass som produseres både naturlig og av menneskelig aktivitet. Gassen er en mye mer effektiv bidragsyter til drivhuseffekten enn karbondioksid. N₂O belaster ikke miljøet lokalt, men bidrar til global oppvarming.
- GigaWatt, GW:** Gigawatt er en internasjonal måleenhet for elektrisk effekt, der én GW tilsvarer 1000 MW.
- Internalisering av eksterne kostnader:** Internalisering av eksterne kostnader er prosessen for å få transportører som transporterer med skadevirkninger på miljø eller samfunn, til å ta for seg de negative konsekvensene i fremtidige økonomiske beslutninger. Internalisering kan oppnås ved å pålegge transportører en avgift på bakgrunn av forurensningen de genererer under transporten.
- Karbonmonoksid, CO:** Karbonmonoksid, CO, i luft er først og fremst et resultat av ufullstendig forbrenning av karbon og karbonholdige stoffer, som organisk materiale, ved, bensin, diesel og parafin. Gassen er svært giftig, og kan ved innånding føre til negative helseeffekter.
- Ledetid:** Ledetid er tiden fra bestilling foretas og til varen kan leveres.

- LRUC:** Lorry Road User Charges er en alternativ metode for å beskatte kommersielle kjøretøyer for bruken av veier. Avgiften praktiseres i Storbritannia, og er på vei inn i EU med The Greening Package.
- MegaWatt, MW:** Én megawatt er 1000 kilowatt. Dette er et mål på effekt, eller forbruk av energi.
- Metan, CH₄:** Metan, CH₄, er en drivhusgass som bidrar til å fange mer solvarme i atmosfæren. Den er en 22 ganger mer effektiv bidragsyter til drivhuseffekten enn karbondioksid, som er en annen og mer velkjent drivhusgass. Konsentrasjon av metan i atmosfæren bidrar signifikant til global oppvarming.
- Mobilkran:** Mobilkran er et kjøretøy konstruert for å håndtere last ved heising.
- Nitrogenoksid, NO_x:** NO_x er en fellesbetegnelse for nitrogenoksidene NO og NO₂. Utslipp av NO_x bidrar til luftveissykdommer, dannelse av ozon nær bakken og sur nedbør. Sur nedbør er skadelig for økosystemer og vegetasjon, og kan blant annet føre til skogsdød og fiskedød.
- NMVOC:** Utvinning og ilandføring av olje og gass er den største kilden til utslipp av flyktige organiske forbindelser (NMVOC) i Norge. Når NMVOC og nitrogenoksider (NO_x) reagerer med hverandre, under påvirkning av sollys, så dannes ozon. Høye nivåer av ozon nær bakken kan føre til skader på helse, vegetasjon og materialer.
- NVE:** Norges Vassdrags- og Energidirektorat er underlagt Olje- og Energidepartementet, med ansvar for å forvalte vass- og energiressursene til landet. De skal sikre en helhetlig og miljøvennlig forvaltning av vassdragene, fremme en effektiv energiomsetning, kostnadseffektive energisystemer og hjelpe til en effektiv energibruk.

- Nyttelast på kjøretøyet:** Nyttelast er lik den vekt som framkommer som differansen mellom tillatt totalvekt og summen av kjøretøyets egenvekt og vekten av fører (75 kg).
- OED:** Olje- og Energidepartementets hovedoppgave er å tilrettelegge en samordnet og helhetlig energipolitikk.
- R&D:** Research & Development (forskning og utvikling) handler om å oppdage ny kunnskap om produkter, prosesser og tjenester, og bruke kunnskapen til å skape nye og forbedret produkter, prosesser og tjenester som vil fylle markedetsbehovet.
- Site:** Området (fjellområder eller kystområder) hvor en gitt vindmøllepark bygges.
- Svoveldioksid, SO₂:** Svoveldioksid, SO₂, dannes ved forbrenning av stoffer som inneholder svovel, i hovedsak olje og kull, samt ved en rekke industriprosesser. Svoveldioksid fører til forurening.
- Terrawatttime, TWh:** Én terrawatttime er en million kilowattimer, som er om lag like mye strøm som det blir brukt i Drammen i løpet av ett år.
- Tonnkilometer:** En tonnkilometer er et tonn gods fraktet en kilometer, som betyr at det er produktet av reiselengde og godsmengde transportert. Dersom en bil kjører 10 km med 5 tonn så har den utført et godstransportarbeid tilsvarende $10 \times 5 = 50$ tonnkilometer.
- Vognkilometer:** Vognkilometer og båt kilometer er uttrykk for kjøretøykilometer for spesifikke transportmidler. En bil som kjører 10 km har utført et trafikkarbeid på 10 kjøretøykilometer, uansett antall enheter.

1. Innledning

Vi er i år 2012, og tiden er inne for å tenke bærekraftig utvikling. Å utnytte fornybar energi er et fremtidsrettet tiltak, og som et resultat av utviklingen er vindkraft en økende trend og en voksende industri. Når en vindpark skal settes opp er transport av vindmøllene fra produksjonssted til site et kritisk ledd, og selskapet Wilhelmsen Ships Service (WSS) er en av aktørene på markedet som tar på seg denne jobben. I forkant av masteroppgaven inngikk jeg et samarbeid med selskapet, der jeg skal ta for meg et av deres fremtidige prosjekter, og bruke prosjektet til å få innsikt i transport av vindmøller. Hvorfor vindmølletransport er så aktuelt i dag skal jeg utdype i neste punkt. Deretter blir problemstillingen presentert, før jeg til slutt gir en forklaring av oppgavens oppbygging.

1.1. Aktualisering

I dagens samfunn er det en flyt av varer over hele verden, hvor sjø, luft og innlandstransport brukes for å frakte gods fra et sted til et annet. Godstransport er en kontinuerlig aktivitet både nasjonalt og internasjonalt, som gjør effektivisering og forskning på logistikk- og transportløsninger til et viktig bidrag til all økonomisk aktivitet. Transport av vindmøller er videre høyst aktuelt i dag, da fornybar energi og vindparker er i vinden, og skal bidra til en bærekraftig utvikling. Som sagt er utvinning av vindkraft en voksende industri, da vind har blitt en løsning for energimangel i mange land og regioner. Denne veksten fører også til en økning i behov for transport av vindmøllekomponentene, siden også vindmøller produseres et sted, og monteres et helt annet sted. Det stilles store krav til transport av vindmøller, da komponentene er svært store og tunge, og ikke minst svært verdifulle. Det er hard konkurranse mellom aktørene for å få transportoppdragene, som viser til viktigheten av å kunne gjennomføre effektive løsninger med lave kostnader. Med kostnadseffektive løsninger kan transportøren tilby en lavere pris til vindmølleprodusenten, som er transportørens oppdragsgiver.

Vindmølletransport er transport av store dimensjoner, der transporten kan være 50 meter i lengden og opp mot 4-5 meter i bredden. Det er med andre ord spesialtransport som ofte medfører utfordringer, og som kan kreve tilrettelegging av veier. Leddene i en transportkjede som består av veitransport følger også regler og restriksjoner satt av den norske stat, der blant

annet broer ikke alltid har en tilstrekkelig bæreevne, som kan føre til stenging av broer for at spesialtransporten skal komme seg fram. I tillegg fører dette statlige regelverket til behov for tilstedeværelse av politi og offentlige veimyndigheter (vegvesenet) under hele transporten om den skal foregå på vei. Dette gir et lite innblikk i de mange kostbare utfordringene som følger transport av vindmøller. Det er akkurat derfor det er viktig og interessant å se på hvilke muligheter som finnes for transporten for å oppnå størst mulig effektivisering.

1.2. Problemstilling

Ut fra det jeg kjenner til, så er det gjort lite forskning på spesial- og vindmølletransport tidligere, og for å se på bransjen ble det derfor naturlig å havne på en bred, framfor en spisset problemstilling. Dette for å få innsikt i transportens karakteristikk, typiske flaskehals, og muligheter for gjennomføring av transporten. Jeg fant det dermed interessant å ta for meg følgende problemstillinger:

Hvilke transportmuligheter finnes for frakt av vindmøller fra produsent til vindmøllepark, og hvilke kostnadskomponenter er knyttet mot disse?

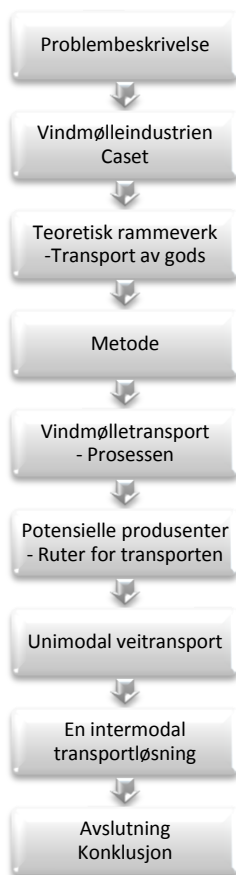
Tar transportører hensyn til eksterne kostnader som forekommer under vindmølletransporten?

I denne studien har jeg tatt utgangspunkt i generell transportøkonomi, og studier gjort på unimodal- og intermodal transport, samt annet arbeid som omfatter godstransport. Bedriftsøkonomiske- og eksterne kostnader, skader og ansvarsforhold, samt flaskehals, er sentrale forhold i en transportkjede. Det er dermed med på å utgjøre det teoretiske grunnlaget for oppgaven. Dette har gitt et godt utgangspunkt for diskusjon rundt løsninger for vindmølletransport, de kostnadene de alternative løsningene innebærer, og samhandling i et transportnettverk.

I tillegg til den teoretiske avgrensningen, så begrenser oppgaven seg til å se på transport av vindmøller til innlands vindmølleparker. Valg av forskningsmetode begrenser studien ytterligere, da jeg med utgangspunkt i et case kun tar for meg potensielle transportløsninger som viser seg å være aktuelle for vindmølletransporten i oppbyggingen av Roan vindpark.

1.3. Oppgavens videre oppbygging

Figur 1.1. viser oppgavens struktur.



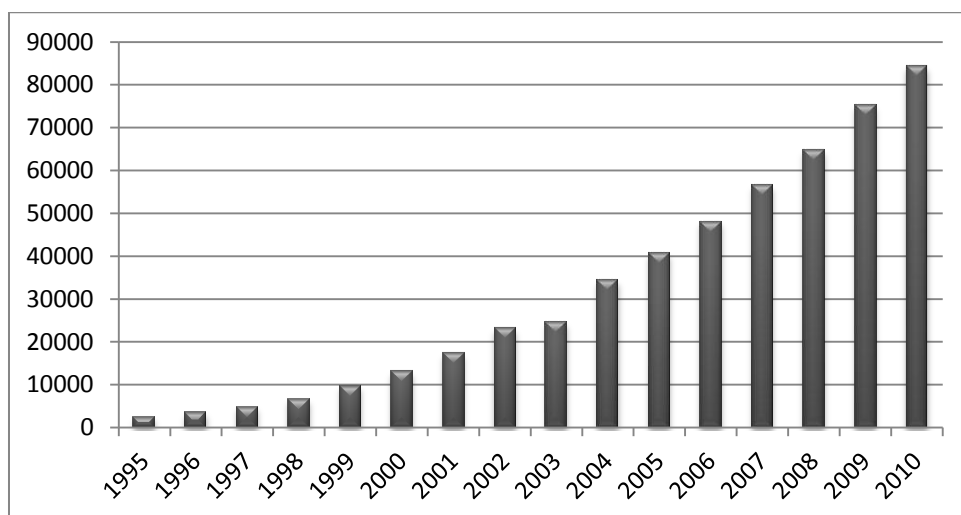
Figur 1.1. Struktur for oppgaven

Etter å ha forklart hvorfor vindmølletransport er et aktuelt tema, samt fremstilt problemstillingen, så vil jeg i kapittel 2 gi en kort innsikt i vindmølleindustrien. I samme kapittelet vil caset som er oppgavens utgangspunkt bli presentert, samt en kort presentasjon av Wilh. Wilhelmsen og WSS. Kapittel 3 gir videre en grundig forklaring av utvalgt litteratur, som har en struktur som skal underbygge videre diskusjon og analyse av primærdataene. Kapittelet presenterer først ulike transportløsninger, for så å forklare interne og eksterne kostnader. Dette for å skape en forståelse av disse før jeg går nærmere inn på intermodale transportkjeder. Metoden for studien blir videre presentert i kapittel 4, hvor det blir gjort rede for hvordan dataene er samlet inn og hvordan disse er bearbeidet. Med utgangspunkt i innsamlet data og litteraturkapittelet, går jeg i neste kapittel inn på prosessen ved transport av vindmøller, og bruker caset for å identifisere muligheter og utfordringer. Oppgavens siste kapittel presenterer studiens funn, og svarer med det på problemstillingen. Videre blir også kritiske betraktninger presentert, og til slutt forslag til videre forskning.

2. Vindmølleindustrien

Vind er en av kildene til fornybar energi, som har fått et enormt fokus de siste tiårene. Vindkraft kan i stor grad bidra til produksjon av energi, og mange land har stor tilgang på vind som kan utnyttes for energiproduksjon. For å kunne utnytte vind for å produsere energi settes det opp vindmølleparker, der disse tradisjonelt sett har blitt plassert på vindutsatte områder på land. Framtidsutsiktene viser til mer utbygging av vindmølleparker til havs, hvor det er et stort potensial for jevn kraftproduksjon, da vindforholdene er relativt stabile.

Figur 2.1. representerer vindmølleindustriens utvikling i Europa de siste 15 årene. Fra 2005 til 2010 hadde industrien en gjennomsnittlige årlig vekst på 27.1 %, hvor det årlig ble installert 5500 MegaWatt (MW), som tilsier 2200 nye vindmøller per år. I løpet av tidsperioden 2008 til 2010 var det en gjennomsnittlig årlig vekst på 14.2 %, der 9300 MW ble installert per år (Wilhelmsen Ships Service, 2011). Veksten i industrien har med andre ord hatt en bratt stigning, der de 9300 MW som ble installert i gjennomsnitt per år fra 2008 til 2010, tilsvarer en økning på 3720 vindmøller i snitt per år. Dette henger antageligvis sammen med Europas mål om å øke andelen av fornybar energi fra 8,5 % til 20 %, av det totale energiforbruket i EU innen 2020 (Our-Energy, 2012). Et poeng som er verdt å nevne om bransjen og dens karakteristikk er at ”vindmøllebransjen sammen med forsvarsmarkedet er av de få bransjene som ikke er syklisk i forhold til økonomiske sykluser” (WSS, 2012a), da vi kan se av grafen at vindmøllebransjen ikke ble særlig påvirket av finanskrisen som slo ut for fullt i 2008.



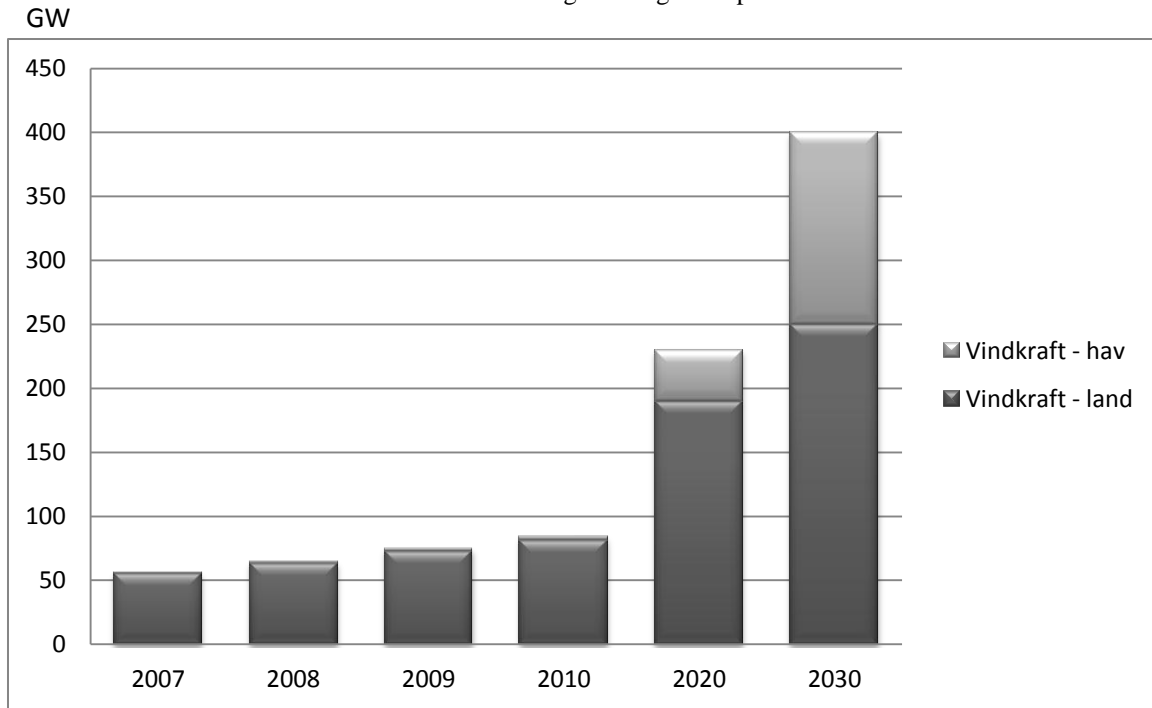
Figur 2.1. Installert vindkraftkapasitet i Europa fra 1995 til 2010 (MW)

Kilde: Wilhelmsen Ships Service, 2011

En markedsundersøkelse innen vindkraft, gjennomført av Wilhelmsen Ships Service (2011), viser til at Europa hadde en total kapasitet på 84 279 MW i 2010, der 9 279 MW ble installert i løpet av 2010. Av dette var ca 3 365 vindmøller plassert på land, og omtrent 353 vindmøller til havs (Wilhelmsen Ships Service, 2011). I motsetning til den hurtige veksten innen vindkraft i store deler av Europa, har Norge hatt en noe lavere vekst. Innen slutten av 2010 var det bare installert 441 MW i Norge, som tilsvarer i overkant av 170 vindmøller (Wilhelmsen Ships Service, 2011). Norge har med andre ord et betydelig utbyggingspotensial. Tiden fra kraftleverandører har søkt om konsesjon hos den norske stat, til den er innvilget, er på omtrent 3 år. Utbyggingen innen vindkraft har vært et omstridt tema, på grunn av miljøpåvirkning, visuelle forstyrrelser og støy, og er antatt å være deler av grunnen til den sene utviklingen. For å sitere en av informantene; ”*ting skjer, men de skjer sakte*”.

Det er flere turbinprodusenter på markedet, der svært mange i det europeiske markedet holder til i Tyskland. I markedsundersøkelsen innen vindkraft fra 2011, har 14 vindmølleprodusenter blitt identifisert. De største aktørene i 2010 var den danske aktøren Vestas, tyske Enercon, spanske Gamesa og den finske aktøren WinWind (Wilhelmsen Ships Service, 2011). Aktørene produserer ofte utenfor hjemlandet, der for eksempel Enercon har produksjonsfasiliteter i Tyskland, Sverige, Brasil, Tyrkia, Portugal og Canada (Enercon, 2012), og Gamesa viser til 34 produksjonsanlegg i ulike deler av verden (Gamesacorp, 2012). Dette er med andre ord en svært internasjonal industri.

Vindkraft til havs er et voksende marked, der fordelene med disse er store tilgjengelige områder, bedre og mer stabile vindressurser, og sannsynligvis lavere interessekonflikter enn på land. Vindkraftteknologi til havs er likevel ikke så moden som vindkraftteknologien på land, både i form av teknologi og økonomi. Problemet med dagens offshoreløsninger er at både vedlikeholdskostnader, driftskostnader og investering er betydelig høyere enn på land (vindraft, 2012). Likevel er det et stort potensial her, der man for eksempel for den norske kystlinjen i 2010 estimerte potensiell offshore vindkraft til 9835 MW (Wilhelmsen Ships Service, 2011). Figur 2.2. illustrerer total kapasitet innen vindkraft til lands og til havs i EU, fra 2007 til 2010, og prognoser for 2020 og 2030. Som vi ser har vindkraft til havs hatt en liten andel av den totale vindkraften fram til i dag, men har likevel hatt en jevn stigning fra 1,1 GigaWatt (GW) i 2007 til 2,9 GW i 2010, som tilsvarer en økning på 1800 MW. Offshore vindkraft er et område som gjøres mer og mer forskning på, og som vi ser av figuren antar man at vindmøller til havs skal generere omtrent 150 GW (150 000 MW) innen 2030.



Figur 2.2. Total kapasitet innen vindkraft på land og offshore i EU

Kilde: Moccia & Arapogianni, 2012

På bakgrunn av den hurtige utviklingen, og det økende fokuset på cleentech, så er utbyggingen av vindkraft antatt å øke betraktelig. Vindindustrien investerte for eksempel mer enn 5 % av omsetningen i 2010 på R&D, som er tre ganger mer enn gjennomsnittet (Moccia & Arapogianni, 2012). I tillegg bidrar industrien sterkt til den europeiske økonomien, der industrien i 2010 bidro med €32.43 bn¹ til EUs bruttonasjonalprodukt (BNP). Dette var en økning på 33 % fra 2007. European Wind Energy Association (2012) anslår at vindindustrien fra 2020 vil fortsette å være en driver for den økonomiske veksten over de neste ti årene, der industrien vil bidra med 0,59 % av EUs BNP (Moccia & Arapogianni, 2012). De anslår at det vil være en økning til 520 000 jobber innen 2020, som tilsvarer en økning på mer enn 200 % over de neste ti årene. Det er videre beregnet at industrien innen 2030 kunne tilby 794 079 arbeidsplasser, som viser til industriens store vekstmuligheter. Dersom den når de estimerte tallene i 2030, der industrien skal bidra med nesten 1 % av EUs BNP, så betyr det at dette er en reise som også Norge burde være med på.

Videre skal blir det redegjort for caset, som oppgaven tar utgangspunkt i.

¹ Bn: 1 billion € ≈ 8 milliarder NOK

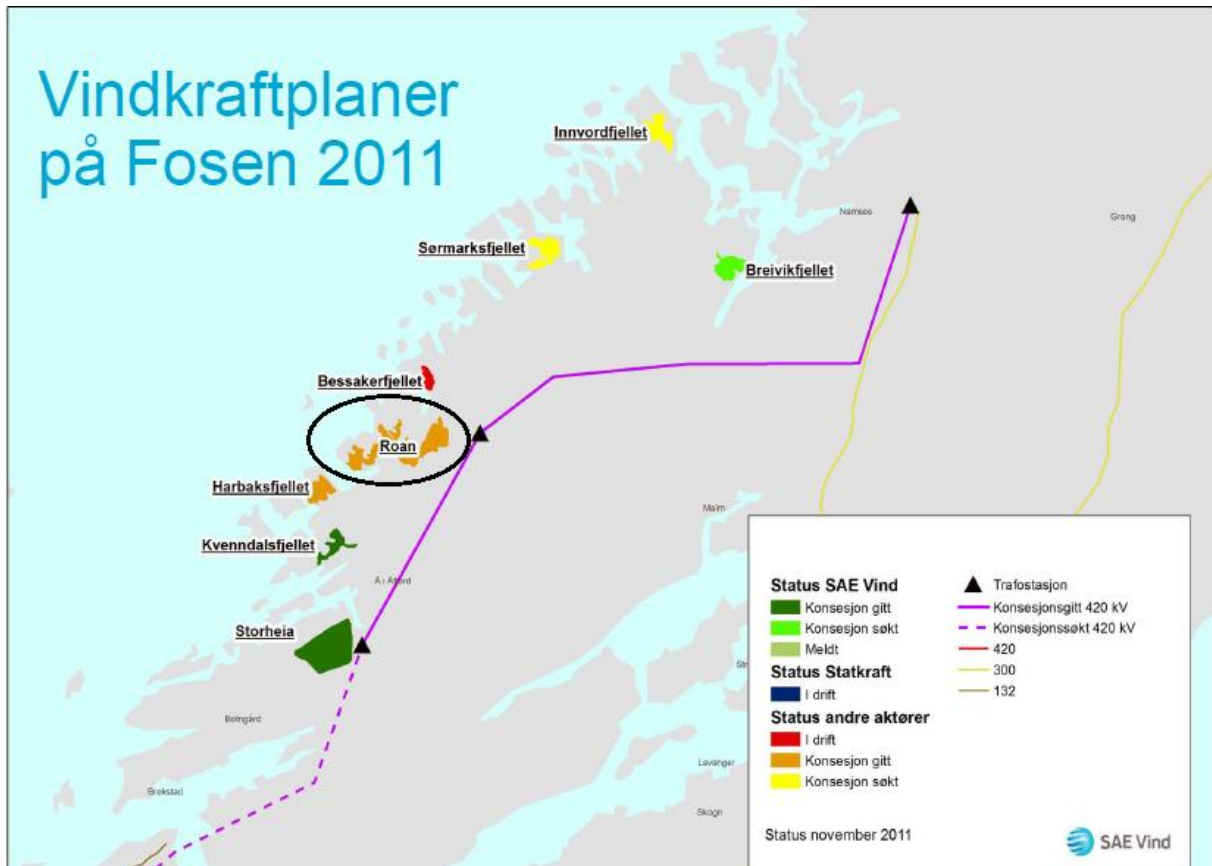
2.1. Casebeskrivelse

Midt-Norge og Midt-Sverige har store muligheter for utvinning av vindkraft, og prosessen for store utbygginger i disse landsdelene har allerede begynt. I denne oppgaven skal jeg ta for meg området Roan på Fosenhalvøya, hvor en av de første vindparkene i dette prosjektet skal bygges. Prosjektet er under utredning, og fortsatt ikke realisert. Her skal jeg se på hvilke løsninger som er aktuelle for den planlagte transporten, der utfordringer, muligheter og kostnader for de ulike alternativene blir vurdert.

Midt-Norge har et stort kraftunderskudd, på 8 til 10 TWh i dag, der manglende og dårlige sentralnettlinjer er en av begrensningene for en utbygging av kraftforsyninger. En mulig løsning for å tilfredsstille kraftunderskuddet er å utnytte vindstrømmene i landsdelen for å produsere kraft, da vindkraft på land er den mest kostnadseffektive produksjonsteknologien for å gi en solid bedring i kraftbalansen i Midt-Norge (Windcluster Mid-Norway, 2012; Econ Pöyry, 2008). Men før slike utnyttelser av fornybar energi kan iverksettes, er det et behov for nye og forbedret sentralnettlinjer i regionen.

Per i dag er det forventet at det skal investeres 50 milliarder kroner i de landbaserte vindkraftanleggene i Midt-Norge, samt Midt-Sverige, de neste tiårene. Før disse kan bli satt i drift må det investeres omtrent 20 milliarder i nettutbygginger, som har vist seg å være en av de betydelige utfordringene med prosjektene. Det er videre estimert at vindkraftanleggene skal tilfredsstille dagens kraftunderskudd, der 4 000 MW skal installeres med 1 500 vindmøller. Prosjektet vil tilsvare 20 000 årsverk i prosjekterings- og byggefasen, og omtrent 400 årsverk i driftsfasen (Windcluster Mid-Norway, 2012). Noe som også vil stimulere arbeidsmarkedet i regionen.

Et av områdene i Midt-Norge som har stort potensial er Fosenhalvøya, som antas å kunne bidra med en betydelig andel av den totale produksjon i Midt-Norge i løpet av en tiårs periode. I løpet av første kvartal 2012 har allerede fem prosjekter, med totalt 860 MW, fått konsesjon fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). I tillegg til sentralnettet er fire av disse prosjektene under klagebehandling i OED, som er det siste leddet i prosessen før det er klart for å sette i gang prosjektet (Windcluster Mid-Norway, 2012). Figur 2.3. viser en oversikt over områder i Midt-Norge hvor søknader om bygging av vindparker er under behandling, og områder hvor konsesjon allerede er gitt.



Figur 2.3. Områder på Fosen hvor vindparker skal bygges de neste årene

Kilde: Windcluster Mid-Norway, 2011; SAE Vind, 2011.

Områdene Roan, Storheia og Kvenndalsfjellet har, som det fremgår i figuren, fått konsesjon. Grunnen til at jeg skal ta for meg vindparken som skal bygges i Roan, er fordi det er den neste vindmølleparken som skal bygges i Midt-Norge. For noen avgjørelser under oppbyggingen av Roan vindpark kan det likevel vise seg å være nødvendig å ta hensyn til de fremtidige prosjektene. Å bygge opp vindparken på Roan består av flere delprosjekter, der transport og logistikk er en av disse. WSS er antatt å gå inn i prosjektet som logistikkoordinator, da de er en del av nettverket som jobber med utbyggingene i Midt-Norge og Midt-Sverige. Det vil si at de opererer som en totalleverandør av logistikk- og transporttjenester, for vindmøllene som skal installeres i området, samt har det totale ansvaret for transportkjeden. En nærmere beskrivelse av WSS kan man se under i delkapittel 2.2. Transporten planlegges ut fra hvilke aktører som skal produsere vindmøllene til prosjektet, der Vestas, Enercon, Siemens Wind Power (SWP), og Nordex er aktuelle produsenter. Disse er lokalisert i Danmark og Tyskland, med ulik plassering, som gjør at det kan oppstå forskjellige utfordringer for de ulike transportene. Det vil videre være aktuelt å ta hensyn til de neste vindparkene som skal bygges, både når det gjelder plassering av lager for mellomlagring og for andre eventuelle investeringer.

2.2. Wilhelmsen Ships Service

Wilh. Wilhelmsen gruppen er en global maritim industrigruppe som fokuserer på shipping og integrerte logistikk-løsninger. Rederiet har eksistert i 150 år, og representerer verdens største globale maritime nettverk (Wilhelmsen, 2012a,b). Gruppen har også en ledende posisjon i den globale maritime industrien gjennom selskapet Wilhelmsen Maritime Services, som WSS er en del av. WSS er en tilbyder av globale logistikk-løsninger til den maritime industrien, gjennom sitt unike nettverk (WSS, 2012a). Logistikk-tjenestene innebærer både prosjektrelatert logistikk og mer langsiktige tjenester, der transport av vindmøller er en av tjenestene de tilbyr. Innen vindmølletransport og annen prosjektrelatert logistikk, så ønsker selskapet å operere som en overordnet logistikkoordinator for hele transporten.

Før caset skal benyttes til å gjøre en analyse av vindmølletransport, så skal jeg ta for meg sentral litteratur som vil klargjøre viktige faktorer innen transport av gods, der blant annet flaskehals, kostnader og sammensettingen av transportkjeden belyses.

3. Teoretisk rammeverk – Transport av gods

I dette kapittelet skal relevant litteratur for problemstillingene diskuteres. I kapittelet drøftes ulike transportløsninger, der både unimodale og intermodale transportløsninger blir fremstilt. Spesielt veitransport og maritim transport vil bli diskutert her, da disse transportløsningene er relevante for caset. Transport av vindmøller er ofte løst ved å bruke et intermodalt nettverk, da man på grunn av vindmøllekomponentenes form og størrelse må bruke ulike transportmidler for en optimal transport. For å oppnå en effektiv transportkjede med flere transportaktører involvert, er det naturlig å se på kostnader knyttet de ulike transportmidlene i transportkjeden, hvordan ansvarsfordelingen i transportkjeden er, samt utfordringer og muligheter for transporten. Eksterne kostnader er en vesentlig faktor innen transport, og vil derfor også være en sentral del av diskusjonen i kapittelet. Her ser man spesielt på i hvilken grad transportøren tar hensyn til miljø og lokalsamfunn under planlegging og gjennomføring av transporten.

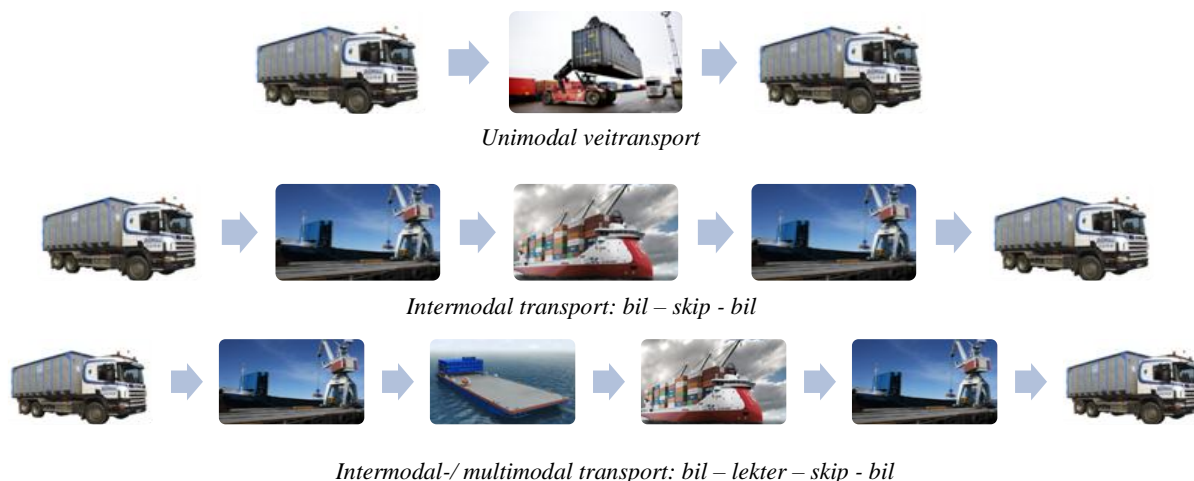
3.1. Transportløsninger

Sjø, luft, vei og jernbane er de fire tradisjonelle transportmidlene brukt for å frakte gods fra et sted til et annet. Alternativene til frakting av gods kan deles opp i unimodal transport, og transport hvor man danner en kjede med ulike transportmidler. En unimodal transportløsning innebærer å bruke et transportmiddel for hele reisen, der en starter med oppsamlingsturen, for så å transportere fra et sted til et annet, og til slutt gjennomføre en distribusjonsrunde (Janic, 2007). På grunn av ønsket oppnådd servicenivå er det nødvendig å kunne tilby dør-til-dør løsninger, som resulterer i at det ofte er veitransport som fungerer som unimodale transportløsninger, og betegnes som unimodale veitransportløsninger.

Ved å ta for seg ulike transportmidler for en optimal transportløsning, så snakker man om intermodal eller multimodal transport. Disse transportløsningene består ofte av stadiene pretransport, omlastning, hovedtransportering, omlastning og videre transport (Janic, 2007), der også terminalene er en del av systemet (Flodèn, 2007). En intermodal transportløsning involverer to eller flere ulike transportmidler, der godset enten forflyttes på land via tog eller lastebil, eller på vann med skip eller lekter (TRB, 1998). Begrepet multimodal transport innebærer i følge Lowe (2005) i stor grad det samme som intermodal transport, da multimodale transportløsninger også består av ulike transportmidler for å frakte gods fra produsent til endelig destinasjon. Likevel, så er en multimodal transportløsning ofte forbundet med situasjoner hvor transportkjeden består av mer enn bare to transportformer (Lowe, 2005).

Det følger mange fordeler med både intermodal og multimodal transport, der en slik løsning ofte er nødvendig på grunn av topografiske utfordringer og lange distanser. Unimodal veitransport er likevel en av de dominerende transportformene, og er som regel en del av intermodale og multimodale transportkjeder. På grunn av miljøhensyn, muligheter for effektivisering, og fordelene ved å samordne transportmidler for å takle økende transportstrømmer, så er intermodal- og multimodal transportpolitikk argumentert sterkt for (OECD, 1997). Under transport av vindmøller fra produsent til vindmøllepark er det som regel behov for slike sammensatte transportløsninger, da produsenten og den aktuelle vindmølleparken er lokalisert ulike steder med store avstander og topografiske skiller som for eksempel sjø.

Videre i oppgaven vil begrepet *intermodal transport* brukes for transportnettverk satt sammen av to eller flere transportmidler. Dette på bakgrunn av definisjonene ovenfor, der intermodal transport består av to eller flere ulike transportmidler, mens multimodal transport ofte består av mer enn to ulike transportmidler. En illustrasjon av begrepene unimodal, intermodal og multimodal transport er gitt i figur 3.1.



Figur 3.1. Unimodal transport versus intermodal transport versus multimodal transport

I unimodale transporter er lastebil oftest benyttet som transportmiddel, der en lastebil enten tar hele transporten, eller at flere lastebiler er involvert. Når flere lastebilaktører er involvert så inkluderes også terminaler for omlastning, som gjør transporten til en transportkjede. I både intermodale og multimodale transportløsninger benyttes som regel sjø for hovedtransporten,

der bruken av lekter sammen med skip er et eksempel på hva som kan utgjøre en multimodal transportkjede.

Videre skal vi se på kostnader knyttet til godstransport, som både innebærer kostnader som pålegges transportør, kunde, og kostnadene en transportløsning pålegger samfunnet.

3.2. Kostnader

Det er både interne og eksterne kostnader knyttet til godstransport. De interne kostnadene omfatter kostnader for aktøren ved å frakte enheter mellom sendere og mottakere, mens de eksterne kostnadene er kostnader som nettverket pålegger samfunnet (Janic, 2007). Eksterne kostnader ved transport er ofte knyttet til miljøproblemer som støy og utslipp av klimagasser, og tidstapet man påfører andre trafikanter (Mathisen et al., 2009). De interne og eksterne kostnadene varierer begge i de ulike leddene i transportkjeden, der blant annet lokalisering, distanse og antall noder kan antas å påvirke størrelsen på kostnadene.

En annen betegnelse på interne kostnader er bedriftsøkonomiske kostnader, som for eksempel innebærer lønn, drivstoff, og slitasje på materiell. Bedriftsøkonomiske generaliserte kostnader er også et sentralt uttrykk i transportøkonomi, da denne i tillegg tar for seg tidskostnadene under frakten for kjøperen av transporttjenesten. Generaliserte transportkostnader (G) er summen av tidskostnader (TK) og betalbare kostnader (P) knyttet til reisen (Jørgensen et al., 2010). Sannsynlighet for skade på godset (S) er også en viktig faktor her, da det alltid vil være en risiko for skade under transporten. Disse forholdene utgjør her de forventede generaliserte transportkostnadene for et transportmiddel, og kan uttrykkes som:

$$(1) G = TK + P + S$$

Dersom kjøperen står ovenfor valget mellom flere transportløsninger med ulike G -verdier, så vil kjøperen under ellers like forhold velge den transportløsningen med lavest G -verdi for sine transporter (Mathisen et al., 2009). For høyverdigs og transport av ferskvarer kan tidskostnadene for eksempel være vesentlige, og dermed avgjøre valg av transportmiddel. Det innebærer at et raskere transportmiddel velges, til tross for høyest pris.

Samfunnsøkonomiske kostnader er en annen betegnelse som også inkluderer de eksterne kostnadene, som er redegjort for ovenfor. Mathisen et al. (2009) viser til at dersom alle eksterne kostnader ved bruk av de ulike transportløsningene er internaliserte, vil de samfunnsøkonomiske generaliserte kostnadene (SG) være lik de bedriftsøkonomiske

generaliserte kostnadene (G). Det betyr at løsningen både vil være bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk optimal. Dersom ikke alle eksterne kostnader transporten påfører samfunnet er internaliserte ($SG > G$), kan det føre til konflikt mellom bedriftsøkonomiske og samfunnsøkonomiske optimale transportløsninger. Kjøperen vil velge transportløsningen med lavest G , til tross for at løsningen viser til liten grad av internalisering av de eksterne kostnadene, i forhold til alternative løsninger. Dette fører til et samfunnsøkonomisk tap. Mer fokus på miljø og samfunn innad i bedriften kan på den andre siden gjøre bedriften mer miljøbevist, og således vise mer hensyn til kostnader transporten deres påfører andre (Mathisen et al., 2009).

Et ytterligere begrep som er sentralt i transportøkonomi er logistikk-kostnader, som innebærer kostnadene knyttet til leveringsservice. Flyten av råvarer, halvfabrikat, ferdigvarer og avfall i næringsliv og samfunn, er hva logistikk handler om, der blant annet lageroppbevaring gjør at materialstrømmen handler om både bevegelse og stillstand (Bjørnland & Læg Reid, 2001). Leveringsservice er et viktig element i alle transporttjenester, og diskuteres senere i kapitlet. Nå skal vi gå nærmere inn på de interne kostnadene, før vi får et dypere innblikk i de eksterne kostnadene.

3.2.1. Interne kostnader

Interne kostnader som genereres av transportaktører under transport dekkes av leverandøren av transporttjenesten selv. Dette gjør interne kostnader til en del av beslutningsprosessen. Selv om eksterne kostnader i utgangspunktet er en kostnad som nettverket pålegger samfunnet, så kan disse kostnadene være en del av transportørens interne kostnader, der grad av internalisering bestemmer denne størrelsen. CO₂-avgiften som finansdepartementet innførte i 1991 er et eksempel på internalisering (Regjeringen, 2012), der utslipp av CO₂ fra transportmidler fører til en ekstra kostnad for både privatpersoner og bedrifter.

Under transporttjenester pådrar transportaktøren seg ulike kostnader, som blant annet innebærer mengde ressurser og hvordan disse utnyttes. Det er da spørsmål om tjenesten er kostnadseffektiv, om kostnadene er langsiktige eller kortsiktige, og hvordan kostnadene er fordelt på ulike gods (Talley, 2001). Ressursene som er involvert i en slik transporttjeneste er ofte ruter, terminaler, arbeidskraft, energi, og transportmidlene selv. Rutene, eller veiene, er der transporten opererer, og tar for seg både naturlige forhold og fysiske fasiliteter, som for eksempel terminaltilbud. Terminalene er fysiske strukturer, som fungerer som et

aktivitetssenter hvor gods lastes og losses på og av transportmiddelet, mens arbeidskraften innebærer alle som arbeider direkte med selve transporten av godset, vedlikehold av anlegg, og styringen av driften. Den siste ressursen, energi, inkluderer drivstoff, elektrisitet og naturlig energi, som for eksempel vind- og vannstrømmer (Talley, 2001). Dersom kostnaden som inngår i transporttjenesten er minimal i forhold til ressursbruken, så sier man at en transportør er kostnadseffektiv (Talley, 2001). Det betyr at man ved å utnytte kapasiteten bedre vil kunne redusere kostnaden per lastet enhet, ved bruk av de samme ressursene.

Kostnader for transporttjenester er ofte delt inn i langsiktige og kortsiktige kostnader, der begge gruppene påvirkes av både mengde ressurser og hvordan disse utnyttes. Langsiktige kostnader for en transportør uttrykker forholdet mellom minimumskostnadene som påløper, servicenivå og priser på ressursene brukt under transporten (Talley, 2001). På lang sikt vil transportaktøren kunne variere mengden som benyttes av de ulike ressursene, mens det på kort sikt vil være en eller flere faste ressurser. De faste kortsiktige kostnadene ved transport opptrer uavhengig av servicenivået, da de er assosiert med ressurser som ikke kan variere. De variable kortsiktige kostnadene varierer imidlertid med levert servicenivå. Summen av variable og faste kortsiktige kostnader representerer de totale kortsiktige kostnadene, og brukes av transportaktøren for å ta prisavgjørelser. Langsiktige kostnader brukes på den annen side i investeringsavgjørelser (Talley, 2001).

I hvor stor grad man må benytte seg av tilgjengelige ressurser under en transport er avhengig av hva man transporterer, i hvor store mengder godset er, og av servicenivået. Servicenivået er en del av kundeservicen og påvirkes både av hyppighet, pålitelighet, tilgjengelighet, hurtighet på transporten, og sannsynlighet for skade eller tap av gods. Desto oftere en transport tilbys innen en periode, jo høyere vil servicenivået være, da transporten mest sannsynlig er tilgjengelig når den trengs av avsender. Likevel er hyppighet og sikkerhet i transporttiden to kvalitetsfaktorer ved godstransporttilbudet som er substituerbare, som betyr at ved lav hyppighet er det svært viktig for transportstandarder at transporten er pålitelig (Mathisen et al., 2009). Tilgjengelighet vil gjøre at avsender bruker mindre tid på å finne transportløsning, og når avsender og mottaker i tillegg vet at godset kommer fram når den skal vil ikke bare det resultere i høy grad av service, men kan også resultere i lavere lagerkostnader for mottaker (Talley, 2001). Som man ser påvirker transportørens servicenivå transportkostnadene, slik at det er viktig at en er bevisst på servicegrad i forkant av gjennomføringen av en transport. Videre er transporttiden en faktor som påvirker servicenivået, som gjør det nødvendig for transporten å starte tidligere jo mer usikker

transporttiden er. En slik nødvendighet innebærer da lengre transporttid, som fører til høyere generaliserte transportkostnader (Mathisen et al., 2009).

3.2.2. Eksterne kostnader

Det er en stadig økning i godstransporten i dagens samfunn, og med det øker også de eksterne kostnadene. Eksempler på eksterne kostnader i denne sammenheng er kostnaden ved luft-, støy-, jord- og vannforurensning, ulykker, klimaendringer og bruken av plass og hinder av utsikt (Braekers et al., 2009). Det er likevel stor variasjon i hvilken grad en transport påfører samfunnet kostnader, da både type kjøretøy, størrelse, vekt, drivstofforbruk, type gods, og lignende varierer. Effektiv transport og nødvendig infrastruktur er en del av den økonomiske utviklingen, og belastninger man pålegger miljøet er en av konsekvensene (Holtskog & Rypdal, 1997).

En generell oversikt

Veitransport er som regel representert i transportkjeder, og er antatt å være den transportløsningen som forårsaker mesteparten av de eksterne kostnadene (Forkenbrock, 2001). Til tross for den enorme forbedringen fra tidligere lastebiler til dagens modeller, har tungtransport blant annet et rykte for å ha et høyt energibehov, slippe ut skadelig eksos og skape unødvendig vibrasjoner, spesielt i trange gater i bykjerner. Støy er også identifisert som en av kostnadene transportører pålegger samfunnet, og er underlagt strenge lovregulerte kontroller. Støy innebærer ikke bare støy fra motoren, men inkluderer også støyet som kommer av friksjonen mellom dekkene og veioverflaten. I tillegg er kjøretøyets karosseri, utstyr, og dårlig sikring av lasten med på å produsere det totale støynivået (Lowe, 2005). Både under konstruksjonen og under bruken av kjøretøyet er det regler for kontroll, som gjør det til et lovbrudd å bruke kjøretøy på vei som forårsaker overdreven støy som i stor grad kunne vært unngått av sjåføren. Det er imidlertid et subjektivt område, som ikke kan måles på en lovmessig måte slik som utslipp (Lowe, 2005).

I vedlegg 3, side 94, tar modellen for seg de ulike kostnadskomponentene til forskjellige transportmidler, og oppsummerer hvordan de eksterne effektene burde betraktes. Miola et al. (2009) viser til at kostnader forbundet med kø først og fremst er vesentlig for veitransport, da verken sjøtransport eller tog må forholde seg til samme mengde trafikk, og til tider et begrenset veinett. Kostnader som følger av ulykker håndteres på den annen side i stor grad likt for alle transportmidlene. Når det gjelder konsekvenser av luftforurensning for veitransport så har transporten ofte negative konsekvenser for lokalsamfunn, da

forurensningen skjer hvor folk bor. Utslipp av giftige gasser kan også innebære globale konsekvenser. Utslipp ved havneområder er på den annen side vanskelig å identifisere, og utslipp under sjøtransport er ikke belyst i studien. Angående støy så er det, som nevnt ovenfor, først og fremst et problem innen veitransport. Jernbanetransport skjer ikke like hyppig som biltransport via veinettet, og for sjøtransport har ikke støy vist seg å føre til eksterne kostnader av betydning. Miola et al. (2009) illustrerer videre viktigheten av tiltak mot en økning i de eksterne kostnadene, der det for eksempel er ønskelig at dieseldrevne tog i større grad blir byttet ut med elektriske tog. For hvilken type drivstoff transportmidlene tar i bruk påvirker graden av forurensning, mens det er transportnettverk som har størst konsekvenser for natur og landskap (Miola et al., 2009). Vedlikehold og forbedring av infrastruktur er som regel en kostnad samfunnet må ta på seg. Skader på veinettet er blant annet forårsaket av transport, der spesielt tungtransport har stor belastning på veiene på grunn av dens vekten (Borger & Proost, 2001).

Veitransport som en unimodal løsning har mulighet til å være svært fleksibel, og kunne tilby dør-til-dør løsninger, noe som er vanskeligere for tog og skip som unimodale løsninger. Når det gjelder intermodale transportkjeder så vil det være mer miljøvennlig å øke bruken av skip og tog som transportløsning, og koble disse transportene sammen med veitransport. På den måten vil man minke bruk av veitransport over lengre distanser, og dermed redusere de eksterne kostnadene, men likevel kunne tilby en dør-til-dør løsning. Det er dermed viktig å finne de mest passende transportmidlene for frakten, til de gitte omgivelsene. På den måten kan man tilby fleksible løsninger, samt minke de eksterne kostnadene ved transporterung. Et slikt fokus kan være med å minke trafikken på veiene, og dermed redusere kø og forsinkelser (Kreutzberger et al. 2003). Ved å redusere kø på veiene er det sagt at utslipp og sannsynligheten for ulykker vil bli redusert. På den annen side er eksterne effekter komplekse, slik at kø i seg selv kan også ha en positiv effekt da ulykkene er antatt å bli mindre omfattende på grunn av den lave farten (Kreutzberger et al. 2003).

Når det gjelder sammenligning av transportløsninger, så viser tidligere forskning at den totale eksterne kostnaden ved innlands sjøfart er syv ganger lavere enn de totale eksterne kostnadene som kommer av veitransport (Lowe, 2005). Der de eksterne kostnadene i disse studiene innebærer kø, støy, nivå, forurensning og andre miljøpåvirkninger. Braekers et al. (2009) poengterer imidlertid at hva som angår sammenligning av eksterne kostnader forårsaket av intermodale transportløsninger, og eksterne kostnader forårsaket av unimodale transportløsninger, er komplisert da det er situasjonsbestemt.

Til tross for at Breakers et al. (2009) sier at sammenligning av eksterne kostnader som kommer av de ulike transportløsningene er situasjonsbestemt, så har Kreutzberger et al. (2003) gjort funn hvor utslipp fra langdistansetransport på veiene er fem til seks ganger høyere enn transportering via leker og short-sea shipping. Lastebiler som utfører innsamlinger og distribusjon forbruker diesel og forårsaker forurensning, og det er de komponentene som kan forårsake lokal skade på bygninger, grønne områder, og folks helse. Slik forurensning kan videre ha en global effekt på grunn av værforhold (Janic, 2007). Likevel er det viktig å vise til den ekstreme forbedringen som har skjedd med nye lastebiler de siste tjue årene, der lastebilprodusenten Volvo tidligere rapporterte om at utslipp av nitrogenoksider og partikler har blitt redusert med henholdsvis 75 og 85 prosent (Lowe, 2005). De nyeste produktene fra tungtransportprodusentene har dermed, som et resultat av lovverk satt av myndigheter og vernegrupper, blitt overraskende stille, eksosfri og lager lite vibrasjoner. I tillegg til å bli svært energieffektive (Lowe, 2005).

Det er videre gjort studier på hvilken innvirkning intermodal transport har på miljøet, i form av energibehov. Ved en casestudie der en så på energibehovet mellom ulike transportløsninger viste det seg at intermodal transport hadde en positiv innvirkning på miljøet, dersom man tok for seg aspekter som kø, støy og sikkerhetsmessige forhold. Hvis sammenligningen ble gjennomført på bakgrunn av energibehov, ga det noe motstridende resultater (Kreutzberger et al., 2003). To ytterligere studier innen transportløsninger og hvilke påvirkning det har på miljøet, gjennomført av International Road Community og Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung, viste til at utslipp av gassene CO₂, NO_x og SO₂ sannsynligvis er høyere under intermodal transport enn under unimodal transport (Kreutzberger et al., 2003). De begrunner antagelsen med pre- og ettertransporten, økende hastighet, og lavere kapasitetsutnyttelse. Dette blir videre bekreftet av Transport en Logistiek Nederland, som legger frem forslaget om bruk av lengre lastebiler i stedet for modale skift (Kreutzberger et al., 2003).

Energibruk og utslipp

Ved å ta for seg det ene leddet i transportkjeden, som ofte er veitransport, så har det vist seg at jo større registrert nyttelast lastebilen har, desto mindre vil det gjennomsnittlige energiforbruket per tonnkilometer være (Toutain et al., 2008). Det betyr at i tilfeller hvor spesialbiler brukes til å frakte svært tungt last, vil man kunne dele utslipp på flere tonn slik at CO₂ per tonnkilometer blir lavere selv om totale utslipp øker. Likevel er det flere faktorer enn lastens vekt som spiller inn, der for eksempel transportstrekningens kurvatur også vil påvirke

størrelsen på energiforbruket. I rapporten, hvor Toutain et al. (2008) tar for seg energibruk og utslipp, er trekkvogner for semitrailere et av de inkluderte transportmidlene. Det betyr at trailere brukt til tung spesialtransport, som for eksempel vindmølletransport, er tatt i betraktning. For slike transportmidler så er drivstofforbruket avhengig av blant annet motortype, transportstrekningens kurvatur, som nevnt tidligere, og ikke minst av mengde og vekt på godset (Toutain et al., 2008).

I en av sine rapporter viser Statistisk Sentralbyrå til tall fra 1994, 1998 og 2004, som viser en positiv utvikling fra målinger gjort på utslipp forårsaket av veitransport.

Tabell 3.1. Utslipp per tonnkilometer fra lastebiler etter nyttelast. Gram/

Kilde: Toutain et al., 2008

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
5-11 tonn									
1994	183	180	0,011	0,009	0,079	2,303	0,257	1,074	0,199
1998	179	176	0,009	0,010	0,044	1,800	0,205	0,736	0,124
2004	143	140	0,005	0,008	0,003	1,027	0,129	0,328	0,044
Over 11 tonn									
1994	96	95	0,005	0,003	0,042	1,167	0,131	0,614	0,108
1998	82	81	0,004	0,003	0,020	1,791	0,091	0,320	0,053
2004	76	75	0,003	0,003	0,002	0,574	0,073	0,159	0,022

Av tabell 3.1. ser man på utslipp per tonnkilometer etter nyttelast, hvor tungtransport som er over 11 tonn hadde lavere utslipp av samtlige gasser i 2004. Vedlegg 2, side 93, viser til de samme resultatene for utslipp per tonnkilometer for kjøretøy med tung last, som er en nedgang på 7 % for innlandsk godstransport. De gjennomsnittlige utslippsfaktorene for lastebiler etter nyttelast, som vi finner i vedlegg 1, side 92, viser også til lavere utslipp av et flertall av gassene, der bare gassene CO₂ og SO₂ har like verdier for de ulike gruppene.

Tar man derimot for seg modell 3.2., hvor man ser på utslipp per vognkilometer fra lastebiler, så viser det et annet bilde. Her viser man til høyere utslipp for tungtransport over 11 tonn (Toutain et al., 2008). Dette bekrefter Toutain et al. (2008) sin uttalelse ovenfor, der lastebiler med stor nyttelast vil kunne dele utslipp på flere tonn slik at disse blir lavere sammenlignet med transportmidler med mindre nyttelast. De totale utslippene blir dermed bedre presentert

av vognkilometer, da de totale utslippene øker ved økt vekt på kjøretøyet. Lowe (2005) bekrefter disse funnene, da han viser til at kjøretøy generelt sett vil ha høyere drivstofforbruk jo tyngre kjøretøyet er, og desto større motoreffekt kjøretøyet har.

Tabell 3.2. Utslipp per vognkilometer fra lastebiler etter nyttelast. Gram/ tonnkilometer

Kilde: Toutain et al., 2008

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
5-11 tonn									
1994	584	574	0,034	0,030	0,254	7,370	0,823	3,426	0,636
1998	555	545	0,026	0,030	0,138	5,579	0,635	2,282	0,386
2004	529	519	0,019	0,030	0,010	3,798	0,478	1,215	0,161
Over 11 tonn									
1994	904	894	0,051	0,030	0,395	10,968	1,227	5,767	1,014
1998	849	839	0,039	0,030	0,212	8,226	0,946	3,331	0,556
2004	811	801	0,029	0,030	0,015	5,697	0,730	1,580	0,218

Når det gjelder maritim transport så representerer aktivitetene som skjer både ved havnene og på sjøen ulike miljøpåvirkninger, på blant annet vann, luft, og økosystemer. Utslipp fra skip som påvirker atmosfæren består av ozon- og aerosolforløpere, som blant annet innebærer NO_x, CO og SO₂, og utslipp av klimagasser (CO₂). Noen av disse utslippene som gjør skade er miljøgiftene SO₂ og NO_x, som kan bli omgjort til sulfat og nitratpartikler. Utsettelse for slike fine partikler er assosiert med økt dødelighet og sykdom (Miola et al., 2009). Videre bidrar utslippene til dannelse av bakkenært ozon som kan påvirke både helse og avlinger, mens deponering av svovel og nitrogen bidrar til økt sur nedbør. I tillegg til klimaendringene utslippene forårsaker, så påvirker utslipp av nitrogenoksider det biologiske mangfoldet både på land og i kystfarvann (Miola et al., 2009). I hvilken grad disse eksterne kostnadene eksisterer avhenger av hvilke aktiviteter skipet holder på med, og varierer med hensyn til landtransport og avstanden fra havn til sluttstopp. De miljømessige konsekvensene er også avhengig av havneaktivitetene og styringen av havneoperasjonene. Disse aktivitetene innebærer ikke bare lasting og lossing av selve lasten på skipet, men innebærer annen aktivitet som for eksempel påfyll og tømning av drivstoff, som kan føre til utslipp, søl og lekkasjer (Miola et al. 2009).

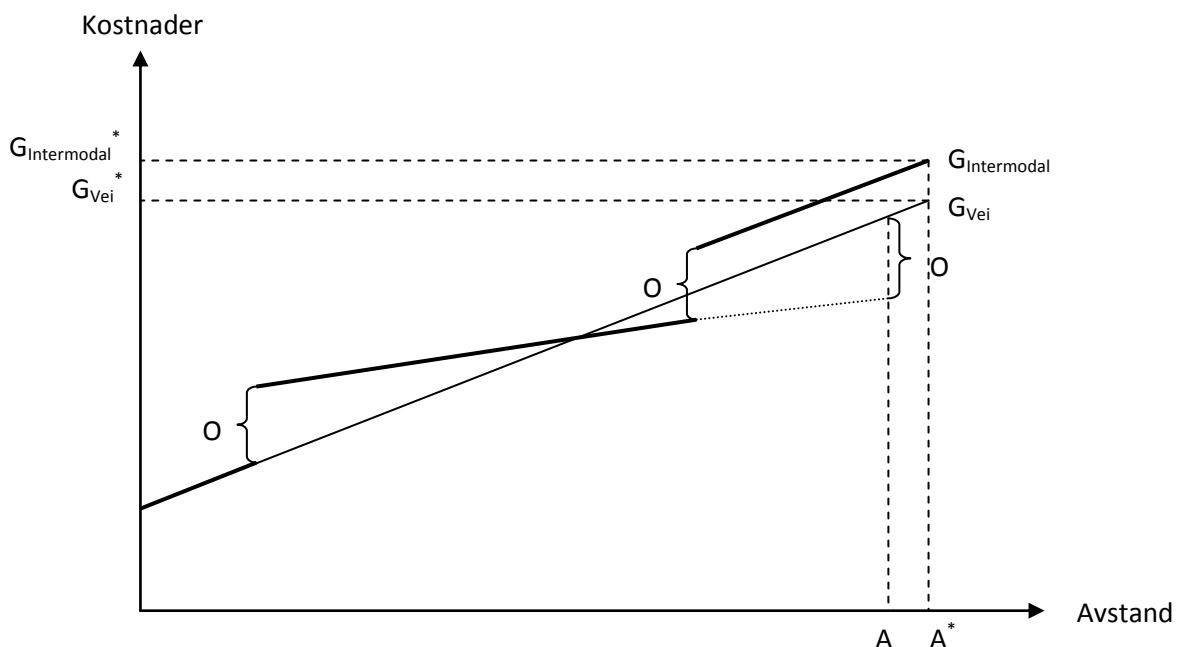
Sammenligner man skip med andre transportformer, så inneholder utslippene fra skip dobbelt så mye NO_x per tonnkilometer, og 150 til 300 ganger mer svovel per tonnkilometer enn en lastebil som bruker diesel med lavt svovelinnhold (Miola et al. 2009). De identifiserte utslippene bekreftes av en studie gjennomført av International Road Community og Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung. Studien viser til at maritim transports bidrag til utslipp gjør at intermodal transport har høyere nivåer av utslipp enn unimodal veitransport (Kreutzberger et al., 2003). På den annen side så vil den ulike kapasiteten til skip og lastebil være en faktor som må vurderes, da kravet til flere lastebiler på veiene over store avstander kan påvirke det endelige resultatet for eksterne kostnader. Dette illustreres gjennom et eksempel med frakt av containere, der et skip på 135x17 meter som frakter containere tilsvarer det samme volumet som 470 generelle lastebiler kan frakte (European Commission, 2001). Kreutzberger et al. (2003) sin uttalelse om at det er mer eller mindre bare maritime nettverk som er konkurransedyktige innen unimodal transport når det kommer til miljøvennlighet, styrkes av dette eksempelet da energiforbruk kan deles på flere tonnkilometer og tilgjengelig kapasitet.

Som vi har sett er en økning i eksterne kostnader et resultat av økt godstransport i dagens samfunn. Likevel har vi sett at regelverk for blant annet rutiner og transportmidler regulerer økningen av kostnadene man pålegger miljø og samfunn, der for eksempel moderne lastebiler som kreves av både bransjen og kunder er mer miljøvennlig enn eldre modeller. Til tross for at man har funnet at langdistansetransport på veiene er fem til seks ganger høyere enn transporterung via lekter og short-sea shipping, så ser man at lastebiler som bruker diesel med lavt svovelinnhold slipper ut betydelig mindre svovel og nitrogenoksid (NO_x) per tonnkilometer enn skip. Til tross for at det er funnet høyere nivåer av utslipp ved intermodal transport enn ved unimodal veitransport, så vil tilgjengelig kapasitet være med å avgjøre hvilken løsning som er den beste for den aktuelle transporten.

3.3. Intermodal transport

Som vi har sett involverer en intermodal transportløsning to eller flere ulike transportmidler, der terminaler og transportmidler som tog, lastebil, skip og lekter kan utgjøre transportkjeden (TRB, 1998). Vi skal først se på intermodal transport prinsippet, og deretter gå inn i de enkelte elementene veitransport, maritim transport, og forholdene ansvar, skade, og flaskehals.

I en beslutningsprosess for hvordan en transport skal løses, må man ofte ta for seg problemstillingen om en unimodal veitransport eller en intermodal transport er den mest praktisk gjennomførbare og lønnsomme løsningen. I figur 3.2. ser man en skisse av disse to løsningene satt opp mot hverandre, der unimodal representeres ved G_{vei} og intermodal representeres ved G_{inter} . I motsetning til en unimodal veitransport viser figuren at en intermodal løsning gir brudd i transportkjeden, som gjør at flere kostnadsfaktorer blir tatt med i beregningen. En av disse kommer av behovet for omlastning mellom de ulike transportmidlene, som bidrar til en økning i kostnadene. Likevel vil omlastningskostnadene variere mellom ulike terminaler, ettersom hvor tids- og kostnadseffektiv omlastningen skjer (Mathisen et al., 2009). Kostnadene knyttet til omlasting, samt lossing og lasting, avhenger også av antall enheter godset består av, og av antall tonn som lastes og losses. Det betyr at både laste- og lossekostnader per tonn, og laste- og lossekostnader per forsendelse er med på å bestemme størrelsen på kostnaden knyttet til omlasting (Grønland, 2011). Da omlastingen mellom skip og bil som regel skjer på havneterminaler, vil omlastning i et intermodalt transportnettverk også innebære terminalkostnader, der summen av havneavgift, lastekapasitet, havnekostnader per time, og tidskostnaden for båttype utgjør terminalkostnadene for skip (Grønland, 2011).

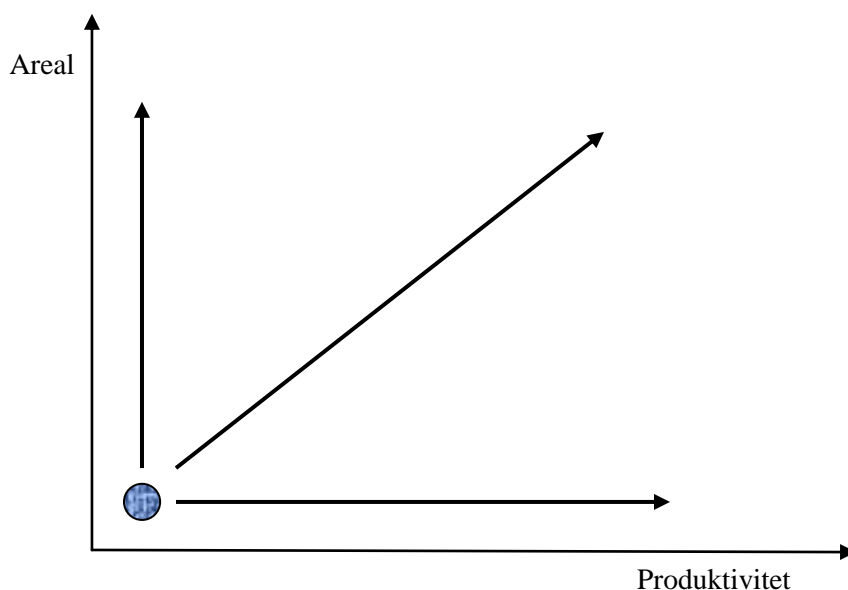


Figur 3.2. Sammenhengen mellom generaliserte transportkostnader og avstand ved bare vei, og ved en intermodal transportløsning ved vei – sjø – vei

Kilde: Mathiesen et al., 2009

Av figur 3.2. finner man at de generaliserte transportkostnadene øker i større grad med transportavstanden under veitransport enn ved sjøtransport. Men for at en intermodal løsning skal lønne seg i forhold til veitransport, må godset minst transporteres til A med skip (Mathisen et al., 2009). Ved å se bort fra usikkerhet i transporttiden og skade på godset betyr det at jo mindre forskjell det er i generaliserte marginalkostnader ved å frakte varen en kilometer lengre på vei enn en kilometer på sjø, og jo høyere omlastningskostnadene er, desto lengre må varen fraktes med skip for at en intermodal transportløsning skal være fordelaktig (Mathisen et al., 2009). Valg av transportløsning påvirkes ikke av hvor langt godset må transporteres med lastebil, men av lengden på hovedtransporten, omlastningskostnadene og forskjellene i generaliserte transportkostnader ved å frakte godset en km ekstra med bil og skip. Jo større forskjeller i de sistnevnte kostnadene, og jo lavere omlastningskostnadene er, dess kortere avstand må godset fraktes med sjø for at en intermodal transportløsning vil lønne seg (Mathisen et al., 2009).

Som Mathisen et al. (2009) poengterte ovenfor, vil den interne logistikken på terminalene påvirke effektivitet og omlastningskostnader, slik at det kan være nødvendig å forbedre den interne produktiviteten ved terminaler for å redusere disse kostnadene. Figur 3.3 illustrerer at for terminaler som er en del av en intermodal transportkjede, og som tar sikte på å kunne håndtere fremtidige utfordringer, i noen tilfeller må utvide plassen på terminalen og gjøre den generelle havneaktiviteten mer produktiv for å kunne være en del av en kostnadseffektiv transportkjede (Nerdal, 2011).



Figur 3.3. Intermodal terminaler. Kapasitetsbegrensninger og ekspansjonsmuligheter

Kilde: Nerdal, 2011

Som nevnt tidligere i kapittelet, er det viktig i en intermodal transportkjede å kunne tilby kunden en dør-til-dør løsning. Priemus og Konings (2001) konstaterer at evnen til å kunne tilby konkurransedyktige tjenester i form av kostnader og kvalitet på et dør-til-dør nivå, er kritisk for intermodale transportløsninger. Dette for å være et konkurransedyktig alternativ til unimodal veitransport. Logistikkostnadene som kommer av transporten er med på å bestemme prisen som kunden betaler for tjenesten, som gjør at vesentlige logistikkostnader som følger av transporttjenesten blir vurdert av kunden. På bakgrunn av disse forholdene påpeker Priemus og Konings (2001) at en intermodal tjeneste burde oppfylle følgende kriterier for å gjenspeile nødvendig kvalitet:

- (1) Kort dør-til-dør ledetid;
- (2) stor hyppighet av transporttjenester;
- (3) høy pålitelighet;
- (4) tilgang på flere terminaler ved destinasjonen;
- (5) stor fleksibilitet;
- (6) maksimum volum og vekt for lasteenheter; og
- (7) minimere sannsynligheten for skade.

Flere av disse kvalitetsfaktorene har tidligere blitt nevnt i kapittelet, da de påvirker servicenivået, som poengterer viktigheten av at de finner sted. Tilstedeværelsen av disse vil likevel avhenge av hva man transporterer, og om det er en enkelt transport eller en kontinuerlig transport aktøren utfører for kunden. Den transportløsningen man velger for den gitte transporten vil som regel bestemmes av hvor kostnadseffektiv løsningen er, strekningens topografi, hva som transporteres, og hvor raskt godset må frem. Det betyr at ulike transporter ofte har ulike karakteristikk, som igjen betyr at det varierer hvor kritisk tilstedeværelsen av de ulike kvalitetsfaktorene er. Løsningen som gir det beste konkurransefortrinnet er dermed avhengig av den aktuelle transportens karakteristikk og logistikkproblemer (Priemus & Konings, 2011).

3.3.1. Veitransport – et ledd i den intermodale transportkjeden

Veitransport er et viktig element i nesten alle intermodale transportkjeder, der rollen innen intermodale løsninger ofte er å frakte godset til terminal hvor det omlastes til tog, skip eller

lekter, for så å transportere godset videre fra en av disse transportmidlene (Lowe, 2005). I motsetning til maritime løsninger og jernbanetransport, så har lastebiler den egenskapen at de kan bevege seg overalt, så lenge det er et veinett som er tilgjengelig for den aktuelle transporten. Lowe (2005) understreker at veitransport gir både kunden og operatøren mulighet til å gi presise forespørslers om leveringsbetingelser til sjåføren, for å forsikre seg om trygg og sikker frakt. For mange er disse to egenskapene med på å gjøre veitransport til et attraktivt alternativ. Likevel så har samfunnet negative relasjoner til tung veitransport, der transport gjennom trange og overfylte bykjerner, på smale landeveier, og på motorveier er mindre ønskelig (Lowe, 2005). Veitransport er videre en kompleks bransje, da det også er mange strenge statlige regler og restriksjoner å forholde seg til (Lowe, 2005). Spesielt ulike spesialtransporter må forholde seg til mange av disse reglene og rutinene. Intermodale løsninger vil i slike tilfeller være en egnet løsning for veitransportaktører, da de i mindre grad berøres av regelverket, samtidig som store deler av transporten flyttes fra et overfylt veinett over til andre transportmidler. Transportaktører kan ved slike løsninger i større grad unngå å bli berørt av regler for hviletid, og kostnader som følger spesialtransport kan videre reduseres ved å benytte seg av vannveier eller jernbane for større deler av ruten. Selv om det vil gi fordeler å være en del av en intermodal kjede, og dermed øke kvaliteten på den totale transportkjeden, så viser det seg at veitransport også står sterkt alene. Europa Kommissjonen som er en forkjemper for intermodalisme, erkjenner at veitransport vil fortsette å være ryggraden i innlandstransport (Lowe, 2005).

Dersom en intermodal transportløsning skal overveies, så er det nyttig å vurdere noen sentrale problemer som er aktuelle for transportmidler på vei. Noen av disse problemene er spørsmål knyttet til blant annet profesjonell kompetanse, maksimal størrelse og vekt på kjøretøyene, regler for sjåførtid, sikkerhetsregler både under transport og ved havneterminaler, eksosutslipp, energiforbruk, støybegrensninger, og eventuelle avgifter som lastebiler pålegges ved bruk av motorveier (LRUC) (Lowe, 2005). Når det gjelder kompetanse må veitransportaktører vise til kvalitet i tjenestene, der det ofte er nødvendig med operatørlisenser. Slike kvalitetssystemer viser at sjåføren har evnen til å opprettholde og operere med kjøretøyene på en trygg måte, og holde seg til loven. En annen faktor er de juridiske restriksjonene for lastebilsjåførers arbeidstid, som er en av de store begrensningene for veitransport, og er med på å øke de bedriftsøkonomiske kostnadene. Men igjen så er det rett og rimelig at tunge kjøretøy begrenses når det gjelder antall timer de er tillatt å jobbe,

både på grunn av sikkerhet for andre trafikanter og sjåføren selv, da tungtransport raskt kan bli et dødelig våpen på veiene dersom sjåføren ikke er uthvilt i arbeidstiden (Lowe, 2005).

Dersom man ser på dette regelverket i en intermodal sammenheng, så kan det vise seg å være lønnsomt for veitransportaktører å være en del av en slik transportkjede. Dette fordi de både vil spare seg for ulemper, kostnader og tapt tid, ved å legge til et annet transportmiddel i transportkjeden i stedet for å dra på lange turer på vei. Slike lange turer vil spesielt være en utfordring for en aktør som har få ansatte tilgjengelig. Lowe (2005) viser til en bedre løsning for mange veitransportaktører, der man i stedet for å ta hele transportkjeden heller fokuserer på lokale oppsamlingsturer og leveranser, og bruker intermodale alternativer for langtransport. En ytterligere faktor som kan gi fordeler ved å gå over fra unimodale til intermodale transportløsninger, er ulykker i trafikken. Dette er en av de mest gunstige og ønskede konsekvensene av å flytte mer gods fra veitransport til andre transportmidler (Lowe, 2005). Til tross for at sjåfører har grundig opplæring, at myndighetene kjører holdningskampanjer, og at moderne veitransportmidler designes og utstyres på bakgrunn av sikkerhetsmessige forhold og risiko for ulykker, så forekommer trafikkulykker. Tungtransport involveres eller er skyld i noen av dem, som blant annet kan oppstå på bakgrunn av lengre bremsetid i nødstilfeller (Lowe, 2005).

Veitransport kombinert med transportmidlene tog, skip og andre maritime løsninger utgjør, som vi har sett, en intermodal kjede. Noen aktører som tilbyr veitransport, tilbyr også intermodale tjenester. Disse er ofte sammenkoblet gjennom et nettverk av distribusjonssentre, hvor aktøren er ansvarlig for den totale transportkjeden. Et eksempel på en slik aktør er The Potter Group, som er sagt å være den ledende selvstendige logistikkjenesteleverandøren innen godstransport på vei og jernbane i Storbritannia (Lowe, 2005).

Etter at vi nå har satt oss litt mer inn i veitransport som et potensielt ledd i en intermodal transportkjede, så skal vi nå gå videre inn på maritime transportløsninger.

3.3.2. Maritim transport – et ledd i den intermodal transportkjeden

Transport via innlands vannveier, short-sea, og kysttrafikk tar en økende rolle i utviklingen av intermodale godstransportløsninger (Lowe, 2005). Det er mange fordeler ved å bruke skip eller lekter som transportmiddel, der Lowe (2005) blant annet har funnet at sjøtransport forårsaker lite eksterne kostnader i forhold til tilgjengelig kapasitet. Transportformen tar i

bruk naturlige ressurser, som for eksempel elver med tilstrekkelig kapasitet og farvann langs kysten, og innehar egenskapen til å frakte større og mer last enn en lastebil. EU sin Europawebside bekrefter dette, og viser til innlands vannveiers preg av pålitelighet, ubenyttet kapasitet, og høye grad av sikkerhet (Lowe, 2005). Et eksempel på hvilken viktig rolle vannveier har, er den 100 kilometer lange Kiel-kanalen som åpnet i 1895. Kanalen skiller Danmark og Tyskland, og linker Nordsjøen og Østersjøen, og sparer dermed skip en omvei på 250 nautiske mil rundt den nordlige delen av Danmark (Lowe, 2005).

Vannveier har altså vist seg å være svært betydningsfulle innen frakt av gods, der maritim transport kan deles inn i fire hovedkategorier; deep-sea transportering, som i all hovedsak innebærer internasjonal interkontinental godstransport, short-sea transportering, som innebærer transport mellom Norge og resten av Europa, godstransport langs kysten, som er nasjonal kyst-til-kyst transport, og innlands transport, der innlands vannveier i et land benyttes for transportering av gods (Lowe, 2005). Lekter er et av transportalternativene innen maritim transport, som ofte brukes ved transport via innlands vannveier. Lekter er store og flatbunnede fartøy med åpent dekk, som vanligvis slepes eller skyves med en slepebåt. Men noen typer lekter har riktignok egen motorkraft (Lowe, 2005). Denne transportformen er ansett som et av de mest naturlige konseptene for utvikling av intermodal transport, da transporttjenesten er velkjent som den letteste delen å gjennomføre i et slikt transportnettverk. Dette baseres på hvor enkelt man kan iverksette transporten ved å bruke infrastrukturnettverket, som involverer innlands vannveier, og de ukompliserte aktivitetene tjenesten medfører på terminaler. På den annen side kan denne enkelheten føre til noen ulemper, der uklare mønstre av varestrømmer kan oppstå. Dermed er en utvikling av nettverket, som innebærer lokalisering av terminaler, nødvendig (Priemus & Konings, 2001).

I tillegg til den økte interessen for å frakte gods via innlands vannveier, har også interessen for mulighetene innen short-sea transport og maritim transport via kysten vist seg å være økende, da også dette er alternative, mer miljøvennlige løsninger til veitransport. Disse transportløsningene er ikke et nytt fenomen, men den nye tankegangen gjør at det er ønskelig å finne løsninger som i større grad er bærekraftige, og kan avlaste det overfylte veinettet (Lowe, 2005). Selv om short-sea transport har utfordringer med for eksempel promotering av transporttjenesten og eksisterende unødvendig kostnader som blant annet kommer av forsinkelser ved terminaler, så er dette en kostnadseffektiv løsning ved langtransport som i kombinasjon med veitransport kan gi svært gode intermodale løsninger (Lowe, 2005). I tabell 3.3. illustrerer Ballou (2004) hvilke egenskaper han har funnet for sjøtransport i forhold til

veittransport, der disse er satt som to uavhengige transportmidler. Som vi ser av tabellen har han i sine studier funnet at sjøtransport viser til lavest kostnad per tonnkilometer, at sjøtransport ikke kan yte en like rask dør-til-dør transport som lastebiler, er minst forutsigbar når det gjelder leveringstid, men viser derimot til lavest sannsynlighet for tap eller skader på godset. Ballou (2004) har estimert disse forholdene ut fra gjennomsnittlige prestasjoner under ulike forhold, som betyr at tabellen viser til en generell framstilling av de to transportmidlene.

Tabell 3.3. Relativ rangering av transportmidler etter kostnader og ytelseskarakteristikker

Kilde: Ballou (2004)

Transportmiddel	Kostnader ^a	Gjennomsnittlig leveringstid ^b	Variasjoner i leveringstid	Tap og skader
	1 = høyest	1 = Hurtigst	1 = Minst	1 = Minst
Lastebil	2	2	3	4
Sjøtransport	5	5	5	2

^a Kostnader per tonnkilometer
^b Dør-til-dør hastighet

Som en maritim transportaktør møter man også strategiske spørsmål i forhold til hvordan man skal posisjonere seg som transportør i verdikjeden, der spørsmålet ofte kommer etter hvert som en vokser. Dersom en utvider bedriftens virksomhet, så er det aktuelt å ta ansvar utover transportleddet i en verdikjede. Transport er et viktig ledd i verdikjeden, og i følge Brooks og Fraser (2001) er det tre roller en aktør innen sjøtransport kan ta i styring av verdikjeden:

- (1) være en leverandør av sjøtransport der transportkjeden styres og kontrolleres av et annet selskap, hvor terminalordninger er en del av ansvarsområdet;
- (2) være en leverandør for mer enn et ledd i transportkjeden, hvor aktøren for eksempel har ansvaret for både sjøtransport og innlandstransport; eller
- (3) levere flere av de overnevnte transporttjenestene, samtidig som en har ansvaret for verdikjeden på vegne av kunder.

I dag er det svært sjeldent at en transportleverandør strategisk ønsker å plassere seg i den første rollen, da de andre to rollene gir mulighet til en forbedring i driftsmargin (Brooks & Fraser, 2001). Med driftsmargin snakker man om forholdet mellom driftsresultat og driftsinntekter, der stor driftsmargin viser til større overskudd for bedriften (Langli & Tellefsen, 2010). Den siste rollen, der transportøren også har ansvaret for kundens verdikjede, må det ligge visse egenskaper til grunn. Det er nødvendig at transportaktøren både har en

forståelse for priser og tjenester, har evnen til å optimalisere nettverket for å være konkurransedyktig i markedet. Samtidig må transportøren inneha en evne til å utnytte den informasjonen man får om markeder eller ulike deler av transportkjeden, for å optimalisere løsningen.

Disse egenskapene er alle nødvendig for å være en konkurransedyktig aktør i det maritime markedet, men en siste nødvendig ekspertise gjør det svært utfordrende for en transportaktør å kunne ha et ansvar for hele verdikjeden. Denne egenskapen viser til et krav om kunnskap om produksjon og forbrukernes innsikt, for å forsikre seg om at alle leddene i transportkjeden opplever et positiv utfall (Brooks & Fraser, 2001). Brooks og Fraser (2001) konstaterer at til og med for en transportør som har egne lagre, innenlands transporter og terminaler, vil dette være en stor utfordring. Likevel kan disse forholdene antas å variere for ulike maritime transportere. En spesialtransportør vil ofte oppnå et businessforhold med kunden, i motsetning til containertransportører, der kunden tradisjonelt sett har et forhold til transportøren basert på transaksjoner og ikke partnerskap. I tillegg har det vist seg at flere tredjeparts logistikkaktører har tatt ansvar for verdikjeder, uten å ha eierskap i godset. Slik at en sjøtransportaktør med ansvar for hele verdikjeden er ikke usannsynlig (Brooks & Fraser, 2001).

Både i unimodale og intermodale transportkjeder er det risiko for tap og skade på godset. I intermodale nettverk vil det i større grad være et spørsmål om ansvar når tap og skade oppstår, enn i unimodale nettverk. Dette er noe som skal diskuteres videre.

3.3.3. Skadekostnader og ansvar

Skade på gods som kan forekomme under lasting, lossing, på terminal, eller under selve transporten, fører til ytterligere transportkostnader for transportøren. I hvor stor grad man er i stand til å unngå skader på produktet varierer som regel med transportmiddelet (Ballou, 2004). Kundeservice tar i stor grad hensyn til produktets tilstand under og i slutten av transporten, og jo høyere verdi godset har desto større krav antas å bli stilt til transportaktørens forsikringsavtaler. Selv om Lowe (2005) hevder at tap, skade eller forsinkelser av gods ikke skal påføre avsenderen noen kostnader, så viser Ballou (2004) til at slike uheldige forhold kan ha konsekvenser for kunden. Kunden risikerer høyere lagerkostnader, eller på grunn av ventetid på den nye delen fra produsent før montører kan ferdigstille produktet. Ved tap eller skade vil kunden videre oppleve kostnader som kommer av tidsbruk på den formelle prosessen, bundet kapital mens erstatningskravet behandles, og

kan i noen tilfeller medføre store kostnader dersom saken ender i retten (Ballou, 2004). I slike uheldige episoder vil det i en intermodal transportkjede stilles spørsmål til hvem som er ansvarlig for skaden eller det tapte godset.

Når en transportaktør er ansvarlig for den totale transporten fra fabrikk til den endelige destinasjonen, så er også denne aktøren ansvarlig for tap, skade eller forsinkelse av godset som måtte skje. Har transportøren forsikret gods under transport tilstrekkelig, så skal det ikke være nødvendig for transportøren å bekymre seg for slike krav (Lowe, 2005). Ved internasjonal unimodal veitransport hvor to transportaktører er involvert, der for eksempel en transportør henter varer fra de ulike avsendere og den andre distribuerer, så vil saken løses på tilsvarende måte som for en enslig transportaktør på vei dersom begge har forsikret godset godt og er under CMR konvensjonen (Lowe, 2005). Ved internasjonale intermodale godstransportløsninger blir situasjonen mer komplekse, og uklare situasjoner kan oppstå. Under slike forhold møtes ofte ulike ansvarsordninger for de ulike transportmidlene i transportkjeden, og de ulike lovverkene i de involverte landene (Lowe, 2005). Spørsmål som når skaden eller tapet oppstod, og hvilken transportaktør som hadde ansvaret for godset denne tidsperioden, er noen av ukklarhetene som kan oppstå. I 1992 foreslo Europakommisjonen en mer helhetlig tilnærming for de ulike ansvarsordningene for intermodale aktører mellom medlemslandene, og mellom de ulike transportmidlene. Ordningen som skulle klargjøre ansvarsområdene i transportkjedene, som videre skulle føre til økt etterspørsel etter intermodale transporttjenester.

Det er ofte transportører som ved hjelp av sin ekspertise står bak intermodale transporttjenester, der blant annet ansvarsområder er definert i dokumenter signert av de ulike transportaktørene. Disse bestemmelsene er som regel definert slik at det under uheldige omstendigheter, hvor man identifiserer tap eller skade på godset, letter vil besluttes hvem som er ansvarlig ved hjelp av de juridiske forholdene (Lowe, 2005). Videre kan det diskuteres hvordan ansvar fordeles i en intermodal transportkjede hvor emballering eller lignende hindrer at skader eller tap er synlig på det aktuelle tidspunktet (Lowe, 2005). Dette vil være et reelt problem innen godstransport hvor varer er oppbevart i containere.

3.3.4. Flaskehalsen i transportnettverket

En flaskehals er et fenomen der kapasiteten til nettverket begrenses av en enkelt, eller et begrenset antall komponenter eller ressurser. Sett i et transportperspektiv kan en flaskehals anses som en del av en rute som har redusert bæreevne, som preger andre deler av den samme ruten. SWECO Grøner og Møreforskning presentert at man har med en flaskehals på vei å gjøre når:

”... kjørehastigheten blir vesentlig redusert i forhold til ønsket hastighet over en viss strekning eller at gjenstående biler, aksellast, fri høyde på ferjedekket og lav avgangsfrekvens blir en begrensende faktor...”(Mathisen et al., 2009, s 127; Lægran og Aalde, 2004, s.11).

Mathisen et al. (2009) deler flaskehalsen inn i de tre gruppene fysiske flaskehalsen, naturgitte flaskehalsen og trafikkbetingede flaskehalsen. Svinger, vegbredde og bæreevne er eksempler på fysiske flaskehalsen, ras et eksempel på naturgitte flaskehalsen, og trengsel et eksempel på trafikkbetingede flaskehalsen. Verdien på godset vil ha en effekt på hvor store konsekvensene ved en flaskehals er, da en gitt flaskehals vil ha mindre konsekvenser for en transport av gods med relativt lav verdi enn ved transport av gods med høy verdi (Mathisen et al., 2009).

Når man skal se på flaskehalsen i sammenheng med intermodal transport, så får man i tillegg til de tre gruppene med flaskehalsen nevnt ovenfor ytterligere utfordringer å forholde seg til. The World Road Association (2007) mener blant annet at grunnen til mange av utfordringene man møter ved praktisering av intermodale transportløsninger, skyldes ulike kombinasjoner av seks flaskehalsen (Mathisen et al., 2009). Den første er de organisatoriske barrierene som skyldes av at det ofte er mange aktører involvert i transportkjeden, slik at det oppstår uklarhet hvem som har hvilke ansvarsområder og erstatningsansvar. Det er videre barrierer når det gjelder infrastruktur, der det for eksempel er identifisert manglende kapasitet på ankomstveier til terminaler, og på terminalene. Tekniske flaskehalsen kan også vise seg å være et problem, der det kan innebære manglende informasjonsteknologiske løsninger, som gjør samhandlingen mellom aktørene vanskelig. Manglende standardisering av terminaler og utstyr som benyttes til håndteringen av transportene, har også vist seg å by på utfordringer. Ytterligere flaskehalsen innebærer operasjonelle, logistiske og servicerelaterte utfordringer, der manglende innsyn i transportkjeden påvirker i hvor stor grad disse oppstår. I intermodale nettverk har fleksibiliteten til å håndtere bestillinger med kort tidsfrist videre vist seg å være begrenset, da det stilles krav til at alle de involverte aktørene skal fungere optimalt sammen i

løpet av kort tid. Til slutt har vi flaskehalsene som innebærer finansielle, økonomiske og politiske barrierer. Her er det i all hovedsak snakk om de store investeringene som kommer av omlastningsterminaler, høye transportkostnader for pre- og ettertransport, og lagring av gods på terminaler som fører til økte tidskostnader og økte kostnader knyttet til leie av lagerplass. De politiske barrierene er ofte i sammenheng med internasjonal transport, der for eksempel manglende investering i infrastruktur i tilknytning til terminaler kan by på utfordringer.

Når det gjelder intermodale nettverk så poengterer Brooks og Fraser (2001) at risiko er en faktor som i større grad må tas i betraktning. Med dette menes det at jo flere aktører nettverket består av, jo mer komplekst er det, og jo større utfordringer kan nettverket by på. Det betyr med andre ord at desto flere aktører som er inkludert i en transportkjede, jo høyere er risikoen for at leveransen svikter.

3.4. Oppsummering

I dette kapittelet har jeg presentert det teoretiske rammeverket som vil være utgangspunktet for den påfølgende analysen av datamaterial som er samlet inn. I litteraturgjennomgangen tok jeg først for meg bedriftsøkonomiske og eksterne kostnader som fremkommer av transport, som innebærer de kostnadene som oppstår innad i bedriften og kostnadene som pålegges samfunnet. Når en transport skal gjennomføres må en komme frem til om en unimodal eller en intermodal transportløsning vil vise seg å være den mest effektive løsningen, som betyr om transportløsningen skal bestå av et transportmiddel eller en kombinasjon av flere transportmidler. Som en del av diskusjonen rundt intermodale transportløsninger, er også de aktuelle transportene veitransport og maritim transport kort gjennomgått, i tillegg til faktorene skade, ansvar og flaskehals.

Ved valg av transportløsning er det ofte et spørsmål om hvilken løsning som er mest kostnadseffektiv, samtidig som den lar seg gjennomføre i forhold til fysiske og topografiske forhold. Ved å evaluere om en transport er kostnadseffektiv eller ikke, snakker man som regel om de bedriftsøkonomiske generaliserte kostnadene, som både tar for seg de betalbare kostnadene, som drivstoff, lønn, slitasje på materiell etc., i tillegg til tidskostnadene. Samtidig som man velger en kostnadseffektiv transportløsning er det også ønskelig at transporten skal være optimal med hensyn til miljø og samfunn. Da er det snakk om eksterne kostnader, som blant annet innebærer utslipp, støy og kø. Det er med andre ord ikke bare et spørsmål om størrelsene på de interne kostnadene, men også de eksterne kostnadene. Likevel er det slik at

kjøperen av transporten vil velge det alternativet med de laveste generaliserte kostnadene, som betyr at de ikke nødvendigvis tar hensyn til de eksterne effektene transporten påfører samfunnet, med mindre disse er internaliserte.

Når man står ovenfor valget mellom en unimodal og en intermodal transportløsning vil den beste løsningen variere på bakgrunn av godsets verdi, hvilke type gods som skal transporteres, og transportens distanse. Selv om unimodal veitransport kan tilby en dør-til-dør løsning til kunden, uten omlastningskostnader, så er det ikke nødvendigvis det mest kostnadseffektive alternativet. Godset kan for eksempel være i en form og en størrelse som medfølger restriksjoner satt av myndighetene, og skal fraktes over en så lang distanse at det viser seg å være ulønnsomt. Når en skal vurdere om en intermodal transportløsning vil resultere i en effektiv transportkjede, så er det naturlig å se på kostnader knyttet de ulike transportmidlene i transportkjeden, hvilke kostnader som påløper på grunn av omlastning, hvordan ansvarsfordelingen i transportkjeden er, om transporten koordineres av en av transportørene eller kunden selv, samt utfordringer som kan oppstå på grunn av transportens kompleksitet. Ved tap eller skade på godset oppstår det ytterligere transportkostnader, og det blir et spørsmål om ansvar. Denne problemstillingen kan lettere unngås i unimodale transporter, men kan også løses til en viss grad i intermodale transportkjeder med en overordnet aktør som har ansvar for koordinering, og dermed også ansvar for problemer som kan oppstå ovenfor kunden.

Videre i oppgaven undersøkes det i hvor stor grad eksterne kostnader påvirker avgjørelser med hensyn til transport, i forhold til betydningen av de bedriftsøkonomiske kostnadene. Disse faktorene vil også bli sett på i forhold til valget av en intermodal transportløsning framfor en unimodal veitransportløsning, i tillegg til eksisterende flaskehalsen i transporten. Som det framkommer av kapittelet er det også interessant å se på hvordan ansvarsrollene fordeles i en transportkjede, spesielt når lasten har en betydelig verdi. Resultatene som framkommer vil gi mulighet til å generere ny forståelse og innsikt. Før diskusjon rundt disse forholdene finner sted, så skal den metodiske tilnærming brukt i studien presenteres.

4. Metode

Når man skal gjøre forskning er en viktig del av arbeidet å sette seg inn i, forstå og reflektere over det som er skrevet tidligere, for å videreføre det eksisterende. Det er dette jeg har gjort i kapittel 3. Deretter handler det om å foreta vitenskapelige undersøkelser av virkeligheten, for å kunne knytte de empiriske funnene med eksisterende funn i analysen. I kapittelet redegjør jeg for valg av metodisk tilnærming, hvor jeg gir innsikt i hvordan dataene er samlet inn og beskriver hvordan disse er bearbeidet. Videre vil en diskusjon av reliabiliteten og validiteten rundt forskningsarbeidet framkomme.

4.1. Filosofisk standpunkt

Når problemstillingen er definert, må man finne hvordan man skal gå fram for å løse den. Det innebærer at man må bestemme seg for hvordan man skal samle inn, bearbeide og tolke data. I forkant av metodevalg er det nødvendig å ta et filosofisk standpunkt, da det vil føre til en godt egnet metode, som vil gi gode svar på problemstillingen.

Teorigrunnlaget i studien omhandler transportøkonomi, som baserer seg på mikroøkonomi. Mikroøkonomi følger neoklassiske modeller, som antas å være innenfor den filosofiske retningen positivismen. I denne studien har jeg imidlertid funnet at jeg i størst grad går innenfor fenomenologi, og tar dermed et fenomenologisk standpunkt. Standpunktet forsvarer nødvendigheten til å gå inn i detaljene i en situasjon for å forstå hvordan den fungerer (Saunders et al., 2000). Kvale (1997) legger til at man i et fenomenologisk perspektiv går inn på intervjupersonenes erfaringer, fremhever nøyaktige beskrivelser, og søker etter beskrivelsenes sentrale betydninger. Ved å ta et fenomenologisk standpunkt aksepterer man altså at organisasjoner er unike, og at situasjoner og omstendigheter endres over tid. Generalisering er dermed ikke en kritisk faktor (Saunders et al., 2000).

4.2. Valg av metode

Når et filosofisk standpunkt er tatt, så må man ta stilling til hvilken metodisk framgangsmåte som er mest hensiktsmessig. De to tilnærmingene man som forsker står mellom er kvantitativ og kvalitativ metode. Hovedforskjellene mellom disse to er hvilken type data som samles inn, innsamlingsmetode, og hvordan dataene analyseres. Kvalitative metoder har som hensikt å skape forståelse, og finne ut hvorfor ting er som de er ved å gjøre få men grundige

observasjoner. Disse baserer seg på ”myke” data, og er ikke lett å kvantifisere eller generalisere. De er i tillegg avhengige av forskerens egen tolkning. Kvantitative metoder innebærer ofte å ta for seg spørreskjemaer eller databaser, og omhandler mange observasjoner. Disse baserer seg dermed på ”harde” data, som innebærer målbare størrelser og statistiske data. Kvantitative analyser på statistisk signifikans gir resultater som kan generaliseres for hele populasjonen.

På bakgrunn av at det tidligere er gjort begrenset med forskning innen transport av vindmøller, og med lite personlig kunnskap og erfaring innen bransjen, så har jeg valgt kvalitativ metode for denne studien. Kvalitativ metode vil være en passende metodisk framgangsmåte, da formålet med studien er å belyse de typiske kostnadene, utfordringene og mulighetene forbundet med ulike stadier i en vindmølletransport. En slik framgangsmåte gir muligheten til å komme i kontakt med sentrale personer innen vindmøllebransjen, som igjen vil gi meg muligheten til å forstå leddene en slik transportkjede består av. Ghauri og Grønhaug (2010) bekrefter at kvalitative metoder kan avdekke kompliserte detaljer og gi forståelse, og er dermed mer innholdssøkende.

For denne studien anser jeg et spørreskjema som utilstrekkelig, da det ikke vil gi meg muligheten til å gå i dybden for å finne svar på problemet. Det er med andre ord ikke utbredelsen av et fenomen jeg er ute etter. For å si det enda tydeligere hva jeg ønsker å oppnå med studien, så går kvantitativ metode ut på å telle hvor mange epler og pærer det er av hver, mens kvalitativ metode brukes til å fastslå forskjellen mellom dem (Grønmo, 1985).

4.3. Forskningsdesign

Jeg vil nå diskutere hvilken forskningsdesign jeg har tenkt å benytte for å løse problemstillingen. Forskningsdesign velges på bakgrunn av filosofisk standpunkt, som framkom i delkapittel 4.1., og velges i forkant av datainnsamlingen. Forskningsdesign er en overordnet plan som innebærer generelle til detaljerte avgjørelser om metode for både datainnsamling og analyse (Creswell, 2009), og hvordan det kan meg gi svar på sentrale spørsmål (Easterby-Smith et al., 2008).

I denne utredningen har jeg valgt å ta for meg et case. Caset, som er redegjort for i kapittel 2, omhandler vindmølletransport til Fosenhalvøya hvor det skal bygges flere vindmølleparker de kommende årene. Caset er valgt for å belyse generelle faktorer som er sentrale i slik spesialtransport. Siden dette er et område som er gjort lite forskning på, så finner jeg

casestudie som den beste metoden å bruke for å finne svar på problemstillingen. Casestudier kjennetegnes ved å være en undersøkelse av relativt få case, hvor man samler store mengder detaljrik informasjon om hver av disse (Gomm et al., 2000). Dette gir meg mulighet til å gå i dybden for å få svar på problemstillingen. Eisenhardt (1989) mener at casestudier passer særlig bra til nye forskningsområder, eller til forskningsområder med utilstrekkelig teori (Ghauri & Grønhaug, 2010). Dette bekrefter hvorfor casestudie er den riktige forskningsdesign for denne problemstillingen og utredningen.

Cresswell (2007) skiller mellom *collective case studies* og *instrumental case study*. I førstnevnte studerer forskeren et problem eller et tema gjennom to eller flere case, og i en instrumentell casestudie studeres problemet eller temaet gjennom et case. Til tross for at fordelene ved å ta for seg flere case gir en mulighet til å belyse et tema fra flere perspektiver, så har jeg på bakgrunn av begrenset tid og ressurser valgt å bare ta for meg et case. Det kunne vært interessant å sett på flere vindmølletransporter med ulik plassering av vindmølleparker, da transporten vil gi ulike utfordringer for hvert individuelt prosjekt der blant annet standard på infrastruktur og lokale faktorer påvirker hvordan transporten løses. Dette gjør at et case nødvendigvis ikke vil være representativt for de utfordringene og kostnadene som oppstår ved andre prosjekter.

I forkant av casestudien gjennomførte jeg en forstudie hvor jeg var i kontakt med en annen norsk spesialtransportaktør, for å få mer innsyn i bransjen og vindmølletransport. Transportaktøren har nylig vært involvert i transportkjeden til en av Norges største vindmølleparker, som gjorde at deres erfaring fra prosjektet ble en viktig del av utredningen.

4.4. Utvalg

I en kvalitativ undersøkelse vil det være behov for å avgrense studien, da man sjeldent kan ta for seg alle relevante forhold og mennesker. Populasjon er et av de sentrale fundamentene for forskningsdesign, der populasjonen i denne oppgaven består av transportselskaper som driver med transport av vindmøller til innlands vindmølleparker. Utvalg er en avgrenset del av populasjonen.

For å komme i kontakt med transportører innen bransjen tok jeg kontakt via e-mail og telefon. Rederiet Wilh. Wilhelmsen viste interesse for et samarbeid, og sammen med kontaktpersonen min i WSS kom vi fram til et tema og prosjekt som var interessant for oss begge. Prosjektet omhandler en av vindparkene som skal bygges på Fosenhalvøya i Sør-Trøndelag, som er i en

svært tidlig fase. Sammen med WSS utgjør Klepp Spesialtransport utvalget i studien. Klepp Spesialtransport var en av transportørene i vindmølleprosjektet på Høg-Jæren, som er Norges nest største vindmøllepark per dags dato. Dette gjorde det interessant å få et innblikk i gjennomføringen av transporten i prosjektet. Sammen med tidligere vindmølletransportprosjekter innad i WSS, ble det et bedre utgangspunkt for å kunne forutse problemer og muligheter for det aktuelle caset. I tillegg er selskapene av ulike størrelser, der WSS er en verdensledende maritim transportleverandør og Klepp Spesialtransport et betydelig mindre selskap. Dermed vil det være mulig å identifisere fellestrekk som viser hvorvidt vindmølletransport ofte har mange av de samme utfordringene i forkant og under en transport, uavhengig av størrelse.

Jeg har vært avhengig av å finne fram til mennesker som kunne gi meg den informasjonen jeg trenger for å kunne svare på problemstillingen. For å kartlegge hvilke utfordringer, muligheter og kostnader som eksisterer under transport av vindmøller, var det nødvendig å snakke med folk som har sentrale posisjoner innen vindmølletransport. I WSS, som er hovedinformanten, har jeg både vært i kontakt med sentrale personer på det operative nivået og på det strategiske nivået. Mens jeg i Klepp Spesialtransport var i kontakt med en som både har en rolle innen det strategiske og operative innen transport. På denne måten kunne jeg danne meg et helhetlig bilde av transportkjeden.

I flere undersøkelser er målet å generalisere fra funn i utvalg til populasjon. På grunn av valgt design, der hovedstudien bare tar for seg et case for å studere vindmølletransport, vil utvalget generelt sett være for snevert for å generalisere funnene. Jeg anser det likevel som mulig å finne faktorer som går igjen under transport av vindmøller til innlands vindmølleparker, da datainnhenting inkluderer to transportaktører. Det er sagt at ”gode generaliseringer hjelper til å forstå generelle forhold, men gode generaliseringer kan føre til å se på fenomener på en enklere måte enn hva en bør” (Stake, 2000, s 23). Stake (2000) sitt utsagn støtter med andre ord egenskapene til casestudier, hvor man går i dybden for å gjøre funn.

4.4.1. Informantene

I denne studien har informantene en viktig rolle, da størstedelen av oppgaven vil basere seg på primærdata som samles inn ved hjelp av intervjuer. Kvaliteten på datasamlingen og oppgavens troverdighet er dermed avhengig av informantene og den informasjonen som de

gir. Det har dermed vært viktig å være bevist på hvordan informantene har blitt valgt, og hvorfor disse er representativ for problemstillingen som skal løses.

Utvalget av informanter framgikk ikke på samme måte i begge bedriftene, da Klepp Spesialtransport ble kontaktet i forkant av studien. Da jeg tidlig fikk inngått et samarbeid med Wilh. Wilhelmsen, så ble det naturlig at kontaktpersonen min satt meg videre i kontakt med personer han mente var sentrale for oppgaven, etter hvert som det ble klart hvilken case jeg skulle ta for meg. Dette kan defineres som *snøballmetoden*, hvor den man kontakter i populasjonen videre kontakter potensielle informanter (Saunders et al., 2000). Flere av informantene ble dermed prosjektlogistikkledere som har erfaring fra utallige prosjekter, der en av disse er en svært erfaren mann inne transport av vindmøller til innlands vindmølleparker. I tillegg fikk jeg også intervjuet sentrale personer innen prosjektlogistikk på det strategiske nivået, der for eksempel kontaktpersonen min jobber direkte mot transport av vindmøller.

Etter å ha kommet fram til at det ville være gunstig for meg å ta kontakt med Klepp Spesialtransport, sammen med både veileder og kontaktperson i WSS, tok jeg kontakt via telefon. Etter at jeg fikk avklart at han var villig til å bidra, sendte jeg en e-post med ytterligere informasjon om prosjektet, og fulgte opp e-posten med en telefonsamtale for å avtale tidspunkt for intervjuet.

Til slutt stod jeg igjen med fem informanter, som vist i tabell 4.1.

Tabell 4.1. Oversikt over informanter

Informanter Wilhelmsen Ships Service	Informant Klepp Spesialtransport
Project Logistics Manager	CEO
Project Logistics Manager	
Project Logistics Manager – Europe	
Project Logistics Director - Europe	

4.5. Datainnsamling

Jeg har lagt hovedvekten av datainnsamlingen på intervjumetoden. Dokumenter har også bidratt til innsamlet data, men dokumentenes rolle har i størst grad hatt en støttende funksjon til intervjuene. Det finnes lite dokumentasjon på gjennomføring av slike prosjekter, slik at det

er stort sett gjennom intervjuene jeg har fått tilgang på informasjon om transport av vindmøller. Dokumentene har omhandlet informasjon om området hvor vindmølleparkene skal bygges opp de kommende årene, og hvordan den typiske transportkjeden for et slikt prosjekt ser ut.

4.5.1. Dokumenter

Før gjennomføringen av intervjuene hadde jeg hatt flere telefonsamtaler med kontaktpersonen min i WSS, hvor jeg i etterkant fikk tilsendt nødvendige dokumenter med informasjon. Disse sekundærdataene har gitt meg innsikt i selskapet, i området hvor vindmøllene skal fraktes, og gitt meg et bedre innblikk i vindmølleindustrien. Dette har bidratt til å gi meg enn dypere forståelse av bransjen, og dermed gitt meg mulighet til å spisse intervjuguiden i større grad. Informasjonen har ikke minst gitt meg et fortrinn i intervjusituasjonene, der jeg lettere har forstått informasjonen som har kommet fram. Som en del av innsamling av sekundærdata har det vært viktig at jeg har forsikret meg om at disse er autentiske og representativ for det de har som hensikt å belyse, og med det styrket validiteten.

4.5.2. Intervju

Formålet med intervjuprosessen er å forstå sider ved intervjupersonens arbeidshverdag, fra den intervjuedes eget perspektiv (Kvale, 1997). Ved å intervju personer i ulike posisjoner, og i ulike selskaper, har jeg oppnådd en bredde med informasjon innen fagområdet. Fordelen med å bruke intervju for å samle inn data er dets åpenhet, der intervjuundersøkelsen kan tilpasses den forskningen man foretar seg. I denne avhandlingen har jeg funnet det viktig å gi rom for at intervjupersonen har hatt mulighet til å dele kunnskap og erfaringer, som har virket utfyllende til de spørsmålene som var notert i forkant i intervjuguiden. Intervju har med dette gitt fyldig og beskrivende informasjon, som er to av intervjuets egenskaper (Dalen, 2011).

Intervjuer kan struktureres i ulik grad. Strukturerte intervjuer består av nøye gjennomtenkte spørsmål som man forholder seg til under hele intervjuet, mens ustrukturerte intervjuer karakteriseres som en løs samtale mellom intervjuer og intervjupersonen (Easterby-Smith et al., 2008). Under datainnsamlingen i denne studien ble kvalitative halvstrukturerte intervjuer benyttet, der intervjuobjektet fikk frihet til å snakke og komme med nyttig informasjon utover det jeg la opp til. En slik struktur gir altså mulighet til å gå dypere inn i spørsmål man finner mer sentral enn først antatt, og forkaste spørsmål som viser seg å ha liten relevans. Blant

intervjupersonene var det mennesker med ulike bakgrunn og ulike arbeidsoppgaver, som gjorde at et halvstrukturert intervju tillot at intervjupersonene snakket mer om de områdene de hadde mest kunnskap om, mens andre dekket det området de viste minst om. På denne måten utfylte de hverandre.

Easterby-Smith et al. (2008) bemerker at man må være klar over ulempene, der intervjupersonene i halvstrukturerte og ustrukturerte intervjuer ofte gir mer av seg selv, som gjør at man må ta mer hensyn til innsamlet data. Dette har forholdsvis ikke vist seg å være et problem for denne studien, da alle intervjupersonene har holdt det på et profesjonelt nivå. Jeg antar at dette problemet i størst grad oppleves i sammenheng med hva man forsker på, der studier gjort på menneskelige relasjoner er mer utsatt for dette problemet, enn utredninger som tar for seg praktiske løsninger.

Datainnsamlingen har foregått gjennom dybdeintervjuer, der målet som sagt har vært å kartlegge synspunkter, oppfatninger og erfaring fra enkeltindivider. Easterby-Smith et al. (2008) legger til at hovedformålet med dybdeintervjuer er å forstå hvordan intervjupersonen oppfatter problemstillingen og temaene, og situasjoner knyttet til disse som forskeren ikke nødvendigvis har tatt hensyn til på forhånd. På bakgrunn av at dette er et fagfelt som er gjort lite forskning på tidligere ble halvstrukturerte dybdeintervjuer dermed passende å bruke under datainnsamlingen. Ved å legge opp til en slik struktur kunne jeg både kontrollere at jeg fikk informasjon om de problemene jeg allerede var klar over, samt få ytterligere informasjon om faktorer som intervjupersonene så på som kritiske.

Å gjennomføre intervjuer kan være en tidskrevende og omfattende innsamling av data, som ofte krever godt med arbeid både før innsamlingen starter og etter dataen er innhentet. Under intervjuene kan intervjupersonene basere utsagn på antagelser, huske feil eller glemme noe, som er viktig å huske på i etterkant av intervjuene. Som nevnt tidligere er et ytterligere problem med kvalitative intervjuer at det i liten grad er generaliserbart, dersom det involverer få caser og personer. Er antallet for stort, så kan man imidlertid ikke gjennomføre grundige tolkninger av intervjuene (Kvale, 1997).

4.5.3. Etiske vurderinger

Når data samles inn er det viktig å handle etter etiske retningslinjer, som spesielt er gjeldende i kvalitative metoder. I forkant og under intervjuene har jeg forhørt meg om konfidensialitet, og har håndtert det etter deres ønsker. Alle informantene var klar over at intervjuet var på

frivillig basis, og hadde fått informasjon om hva som var formålet med disse, samt hva jeg skulle bruke opplysningene deres til. Båndopptakeren som ble brukt som hjelpemiddel under samtlige intervjuer ble godkjent av hver intervjuperson i forkant av intervjuene. I etterkant av datainnsamlingen har jeg videre valgt å anonymisere uttalelser fra informantene.

4.5.4. Intervjuguide

I forkant av intervjuene utarbeidet jeg en intervjuguide, som inneholdt sentrale temaer og forslag til spørsmål som skal dekke de viktigste områdene studie skal belyse (Dalen, 2011). Jeg valgte å lage to ulike intervjuguider, der intervjuguiden som i forkant av intervjuene ble sendt til informantene inneholdt temaer og enkelt formulerte spørsmål. Den andre versjonen inneholdt flere spørsmål som kunne stilles under intervjuet, og tok hensyn til både den tematiske og dynamiske dimensjonen (Kvale, 1997). Det ble brukt samme intervjuguide for alle informantene, der spørsmålene fungerte som en guide i samtalen. Som også kjennetegner et halvstrukturert intervju, så ble ikke rekkefølgen på spørsmålene fulgt slavisk. Informantene fikk altså snakke fritt, til en viss grad, og etter som informantene snakket om temaene så dukket det også flere spørsmål opp.

4.5.5. Gjennomføring av intervjuer

Intervjuet med informanten i Klepp Spesialtransport, samt intervjuet med en av informantene innen Wilh. Wilhelmsen, foregikk over telefon. Da intervjuene skulle gjennomføres var disse to personene andre steder i landet enn de resterende, slik at det ble et spørsmål om tid og ressurser for å få til et personlig møte med alle informantene. Jeg opplevde at telefonintervjuene ba på utfordringer da kroppsspråk og kjemi, som også spiller inn på utfallet av intervjuet, var fraværende. Easterby-Smith et al. (2008) hevder at forskere er anbefalt å ikke gjennomføre telefonintervjuer med intervjupersoner de ikke har hatt et fysisk møte med tidligere, for at det skal være suksessfullt. Likevel fungerte det som en dynamisk samtale, der begge intervjupersonene var åpne for å svare på flere spørsmål i etterkant, dersom det skulle være behov for det.

Intervjuene med de tre andre informantene foregikk på konferansesenteret på kontorene til selskapet, hvor jeg intervjuet en og en. Jeg opplevde at disse intervjuene i større grad var dynamiske, og at det var lettere for intervjupersonen å snakke lett om temaene.

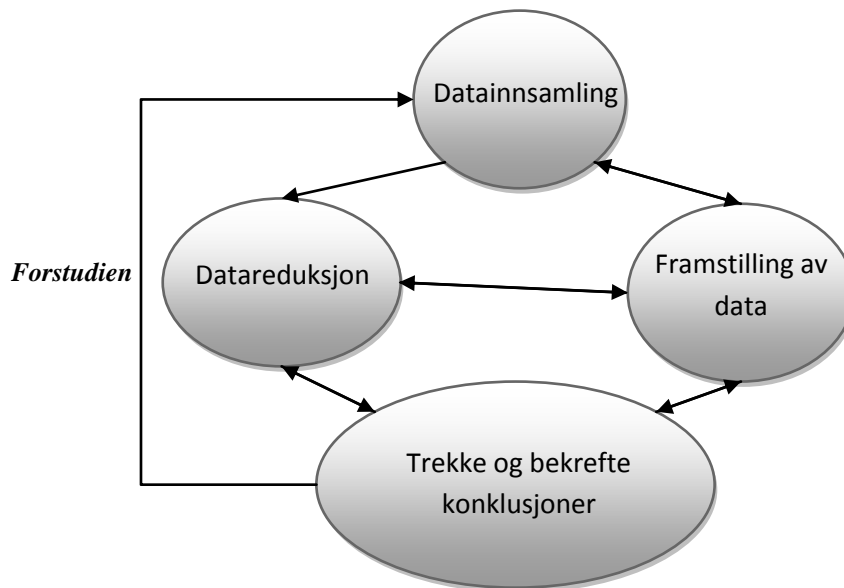
4.5.6. Referater

I etterkant av intervjuprosessen har jeg til en viss grad transkribert intervjuene, som ble tatt opp på bånd. Transkribering innebærer at man transkriberer alt fra muntlig til skriftlig form, slik at intervjusamtalene struktureres og er bedre egnet for analyse (Kvale, 1997). I stedet for å skrive ned nøyaktig hva informantene sa, så har valgt å skrive utvidede referater fra intervjuene, da jeg er opptatt av praktisk informasjon. I tillegg til referatene har jeg brukt båndopptakene aktivt i analysen, da disse er sett på som råmaterialet og dermed svært viktig å forholde seg til (Dalen, 2011; Kvale & Brinkmann, 2009).

4.6. Analyse

Analysen av det kvalitative forskningsintervjuet handler om å få innsikt i de innsamlede dataene, og er en prosess hvor man lager orden, struktur og mening av datamaterialet (Ghauri & Grønhaug, 2010). Gjennom intervjuene har jeg fått praktisk informasjon om gjennomføring av vindmølletransport, som kan sammenstilles og sammenlignes med de teoretiske sammenhengene i kapittel 3. Analysen skal føre til forståelse av fenomenet som studeres, og belyse problemstillingen.

Figur 4.1. gir en enkel illustrasjon for hvordan jeg har gjennomført analysen. Den kvalitative analysen består av fire komponenter, der de ulike stadiene har utfylt hverandre underveis. Antagelsene jeg tok under forstudien ga meg et utgangspunkt og grunnlag før jeg startet hovedstudien, der pilen fra ”trekke konklusjoner” til ny datainnsamling illustrere dette. Etter datainnsamlingene gikk jeg gjennom en datareduksjon, som innebærer en utvelgingsprosess av data. Her ble informasjonen fra referater og notater forenklet, sammenfattet, og transformert. Temaer og mønstre som fremkom ble videre utarbeidet, for å få en forståelse av situasjonen. Her har det som nevnt tidligere vært viktig å være kritisk, fordi noe av informasjonen kan være antagelser eller mangelfull (Ghauri & Grønhaug, 2010). For å framstille informasjonen organiserte jeg dataene i en tabell som tillater å dra konklusjoner. Denne tabellen har sammen med referatene utgjort primærdataene. I slutten av analysen kunne jeg dermed trekke en endelig konklusjon, basert på det teoretiske rammeverket og utarbeidet datamateriale.



Figur 4.1. Komponenter i en dataanalyse: en interaktiv modell

Kilde: (Ghuri & Grønhaug, 2010:199, Miles & Huberman, 1994:23)

Analyseprosessen kan være langvarig, men i denne studien har det på grunn av begrenset tid vært nødvendig å sette en strek for når man mener at størrelsen på primærdataene er tilstrekkelig.

4.7. Kvalitetssikring

Denne delen tar for seg reliabilitet og validitet, som vil diskuteres i forhold til den kvalitative metoden som er benyttet i studien. Kvalitativ validitet handler om studiens gyldighet, og innebærer i hvilken grad man har fokusert på data som skal bidra til svaret på problemstillingen. Kvalitativ reliabilitet handler derimot om forskningens pålitelighet, og indikerer at forskerens tilnærming er i samsvar med ulike forskninger og prosjekter (Creswell, 2009; Gibbs, 2007).

4.7.1. Validitet

Som vi ser av definisjonen over sier validitet noe om hvor gyldig eller relevant undersøkelsen er, altså hvorvidt man samler inn informasjon om det man har som hensikt å undersøke. Intervjuer man for eksempel mennesker som ikke har kunnskap om det temaet en ønsker å belyse, så er det i større grad en risiko for å oppnå dårlig validitet. For å se litt nærmere på

studiens validitet tar jeg videre for meg intern- og ekstern validitet i undersøkelsen, og hvordan man kan sikre kvalitativ validitet.

Intern validitet

Intern validitet handler om i hvilken grad funnene fra studien er gyldige for det utvalget og det fenomenet som er undersøkt. Dette betyr at jeg har måttet forsikret meg om at dataene jeg har samlet inn er korrekte i forhold til hva som praktiseres, slik at funnene ikke har blitt påvirket av det jeg tror eller av utenforliggende årsaker.

For å styrke den interne validiteten i avhandlingen har jeg rekruttert sentrale informanter fra utvalget, som har ulik tilknytning til prosjektene. Dette har resultert i et bredt spekter av innfallsvinkler, og jeg mener utvalget representerer det jeg er ute etter i studien. Alle informantene jobber innen prosjektlogistikk og de fleste jobber innen vindmølletransport, og har dermed den kunnskapen og kompetansen som er nødvendig for å gi gode og relevante svar. Et slikt utgangspunkt har bidratt til et sterkt datagrunnlag, som kan brukes til å trekke de rette konklusjonene. Et ytterligere tiltak som styrker den interne validiteten, er valget om å bruke en og samme intervjuguide for alle informantene. Med lik framgangsmåte under alle intervjuene ble informantene dermed målt på samme måte, som minimerte det som benevnes som instrumentvariasjon.

Det foreligger også forhold som svekker den interne validiteten i undersøkelsen. Dette innebærer i størst grad mangelen på tidligere studier innen transport av vindmøller, som svekker muligheten for å sammenligne oppnådde resultater med andre parter. Min manglende innsikt i spesialtransport i forkant av studien kan også svekke den interne validiteten, da det kan forhindre riktig oppfatning av informasjonen som fremkommer under datainnsamlingen, og at de mest sentrale dataene blir prioritert (Holme & Solvang, 1996).

Ekstern validitet

I hvilken grad funnene kan generaliseres fra utvalg til populasjon bidrar til å øke studiens eksterne validitet (Easterby-Smith et al., 2008). Det er med andre ord et spørsmål om resultatene i studien kan være holdbare for situasjoner utover de som ble utforsket i undersøkelsen. I denne studien innebærer det i hvilken grad funnene gjelder for alle transportselskaper som transporterer vindmøller til innlands vindmølleparker.

Som nevnt tidligere er generalisering en av begrensningene med casestudier, og spesielt om undersøkelsen tar for seg få case. Undersøkelsens eksterne validitet kan med andre ord ses på som noe begrenset, da den kun tar for seg et case og et begrenset antall informanter.

For å sikre større grad av ekstern gyldighet i funnene i undersøkelsen, er det flere validitetsstrategier som kan brukes (Creswell, 2009). I denne studien har det vært fokus på å bruke rike og fyldige beskrivelser for å formidle resultatene. Med slike beskrivelser gir man leserne mulighet til å sette seg inn i settingen, som fører til at resultatene blir mer realistiske og betydningsfulle. I tillegg har jeg hatt et dynamisk forhold til kontaktpersonen i selskapet under hele studien, som har vært med på å sikre nøyaktigheten av informasjonen. På denne måten har jeg forsikret meg om at informasjonen er sann.

4.7.2. Intern versus ekstern validitet

En optimal undersøkelse vil forsøke å oppnå høy grad av både ekstern- og intern validitet. Likevel kan dette være vanskelig, da man må senke kravene til ekstern validitet for å oppnå høy intern validitet, og likens senke kravene til intern validitet for å oppnå høy grad av ekstern validitet. I denne studien har det vært nødvendig å fokusere på en av disse, da tidsrommet har vært begrenset.

Som nevnt tidligere i kapittelet har det i denne undersøkelsen vært størst fokus på å oppnå god intern validitet, ved grundig datainnsamling der et tilfredsstillende antall perspektiver har blitt inkludert. Siden jeg har studert et fenomen og illustrert dette gjennom et casestudie, har en slik fordypning gjort at jeg har måttet ofre ekstern validitet. Dette kan dermed gjøre det vanskelig å generalisere de resultatene som er funnet. Dersom studien skulle oppnådd en høyere ekstern validitet, ville et alternativ vært å inkludere flere aktører i verdensmarkedet, både små og store transportører innen transport av vindmøller. På grunn av begrenset med tid, ville dette gått ut over dybdeforståelse av problemet.

4.7.3. Reliabilitet

For at data skal ha høy grad av validitet må også reliabiliteten være høy. Studiens reliabilitet reflekteres av forskningsmetodens nøyaktighet, som bestemmer påliteligheten til de innsamlede dataene (Mason, 2002). Høy reliabilitet viser til at man skal kunne oppnå de samme resultatene ved en gjentakende undersøkelse.

I denne studien har jeg gjort tiltak for å sikre høy grad av reliabilitet. Creswell (2009) viser til Gibb (2007) sitt forslag om å sikre reliabilitet ved å ta for seg gitte prosedyrer, der et av forslagene jeg har forholdt meg til er å gå gjennom referatene for å forsikre meg om at det ikke er noen åpenlyse feil eller mangler i informasjonen. På et mer overordnet nivå har det

vært viktig å være åpen om hvem jeg og informantene er, og hvilken kontekst undersøkelsen utspiller seg i. Dermed kan andre gå inn å foreta samme analyse, og i større grad få like resultater.

4.8. Oppsummering

Metodevalg bør skje på bakgrunn av den problemstillingen man arbeider med, og ut fra mine problemstillinger valgte jeg en kvalitativ tilnærming. Dette valgte jeg på bakgrunn av at jeg ønsket å få en innsikt i og forståelse av de ulike leddene i vindmølletransport, og utfordringer, muligheter og kostnadsbilde som følger transporten. Da det er gjort begrenset med studier om spesialtransport generelt og vindmølletransport spesielt, så var en kvalitativ tilnærming nødvendig for å få innsikt i prosessen. I studien har jeg valgt å ta for meg et case, som gir meg mulighet til å gå i dybden på en slik transport og tilegne meg detaljrik informasjon om prosessen. Flere caser ville gjort funnene representativ i større grad, men på grunn av lite tid og ressurser lar dette seg ikke gjøre i en masteroppgave. Som jeg vare inne på vil det ved å ta for seg et case begrense mulighetene for generalisering, men siden det ikke er målet ved studien så viser det ikke til en stor svakhet ved oppgaven.

For å hente inn data har jeg tatt for meg halvstruktureerte dybdeintervjuer, hvor intervjuguiden har hatt en veiledende rolle under samtlige intervjuer. Likevel var det rom for intervjupersonene å snakke mer om det de var gode på, og mer overflatisk på det de ikke kunne så mye om. På den måten utfylte de fem intervjupersonene, på både operasjonelt og strategisk nivå, hverandre. For å supplere primærdatabene har jeg også tatt for meg dokumenter (sekundærdataba) i analysen, som blant annet har innebåret forarbeid på området vindmølleparkene skal bygges de neste årene, og informasjon om bransjen generelt. Intervjuene ble videre tatt opp på lydbånd, og deretter ble det skrevet referater.

I forkant av casestudien gjennomførte jeg en forstudie hvor jeg var i kontakt med en annen norsk spesialtransportør, Klepp Spesialtransport, hvor det ble gjennomført et dybdeintervju med daglig leder. Transportaktøren har nylig vært involvert i transportkjeden til en av Norges største vindmølleparker, som gjorde at deres erfaring fra prosjektet ble en viktig del av utredningen. Forstudien ble gjort for å få innsikt i transport av vindmøller i forkant av hovedstudien. Angående hovedstudien så var informantene ansatte i WSS, der to arbeider på et operasjonelt nivå hvor de fungerer som koordinatører innen prosjektlogistikk, mens de to

andre opererer på et strategisk nivå. Ved å ha informanter på begge nivåene fikk jeg ulike perspektiver på transporten, som resulterte i utfyllende informasjon.

Studien går altså i dybden av caset, og selv om det ikke nødvendigvis er overførbart til alle andre vindmølleprosjekter, så gir det en god beskrivelse av transport av vindmøller.

5. Analyse

I dette kapittelet vil jeg med utgangspunkt i dybdeintervjuene, og det teoretiske perspektivet jeg har redegjort for i kapittel 3, redegjøre for prosessen ved transport av vindmøller og de mulighetene og utfordringene som foreligger. Da det er et begrenset teoretisk grunnlag om spesialtransport og transport av vindmøller, så vil jeg ikke nødvendigvis bruke litteraturen som en konstant veiviser for kapittelet. I stedet vil den ha en veiledende rolle i analysen, der jeg i all hovedsak tar utgangspunkt i primærdataene. Med utgangspunkt i referatene fra intervjuene har jeg anvendt meningsfortetning, som innebærer å sammenfatte hva intervjupersonene sa, og på den måten komme fram til hva transport av vindmøller virkelig innebærer. Videre har jeg tatt i bruk Google Maps og avstandskalkulator for å se på de ulike mulighetene i prosjektet. Å finne mønstre i primærdataene og knytte disse opp mot litteraturen, har sammen med disse verktøyene utgjort analysen.

5.1. Vindmølletransport - Prosessen

Logistikk og transport er som vi så i casebeskrivelsen i kapittel 3 bare en del av prosessen for å bygge opp en vindmøllepark, men er likevel en kritisk del av prosjektet. Kraftselskapene er utbyggere av vindparkene, og er de som ser ut kyst eller fjellområder med optimale vindforhold. Når det aktuelle området er bekreftet som optimalt for utvinning av vindkraft, så må det søkes om konsesjon hos Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE). Dersom søknaden blir godkjent, og de får tillatelse til å bygge opp vindparken, så går de ut til potensielle produsenter. Etter det er avgjort hvem som skal produsere vindmøllene så er produsenten ansvarlig for både produksjon, bygging av nødvendig infrastruktur på site, transport, og ofte drift av vindmøllene i en gitt periode. Produsentene forespør deretter transport og logistikk-løsninger, samt en forprosjekteringspris hos potensielle transportører. Det betyr at vindmølleprodusenten er kjøperen av transportløsningen, og dermed transportørens kunde.

Figur 5.1. er en forenklet illustrasjon av den typiske transportkjeden for transport av vindmøller, da en mer utdypet figur er å finne i vedlegg 4 side 95. Hver transport varierer på bakgrunn av plassering av både produsent og vindmøllepark, og infrastruktur i områdene, men jeg skal likevel gi en kort illustrasjon av hvordan prosessen foregår. Skip er ofte hovedtransporten i en vindmølletransport, og første steg er dermed å få vindmøllekomponentene fra fabrikk til havnen hvor skipet ligger. Hvordan

vindmøllekomponentene blir fraktet til havnen avhenger av hvilke alternativer som ligger til rette i det aktuelle området, der eksempelvis leker ofte er praktisert i sørlige deler av Europa, mens det i Skandinavia er mer aktuelt å bruke spesialbiler. Når vindmøllekomponentene er kommet i havn er det flere formaliteter og kontroller som skal gjennomføres, der



Figur 5.1. Transportkjeden for transport av vindmøller

komponentene må mellomlagres før man starter lastingen på skipet. Avhengig av om båten har egne kraner eller ikke, så leies det inn eksterne kraner til lastingen. Dersom det er nødvendig å leie inn slike kraner, så er disse enten kraner som tilhører havna eller innleide mobilkraner. Her er havnens kapasitet en kritisk faktor, da det må være plass til å håndtere de store vindmøllekomponentene. Vedlegg 7, side 98, viser til de ulike komponentene en vindmølle består av. Tårnene består eksempelvis av tre til fire deler, der hver av dem er ca 30 meter lange. Vindmøllebladene er i seg selv omtrent 45 meter lange, i tillegg til at det skal være plass til å håndtere huben, som er den delen vindmøllebladene er montert fast i, og nacellen, som er generatoren. Vekten på både huben og nacellen er oppgitt på omtrent 78 tonn, som viser til hvilke dimensjoner man må kunne håndtere også ved havnene. Videre innebærer lastingen sikring av lasten, der det blant annet er nødvendig med profesjonelle sveisere for å sikre vindmøllekomponentene på dekk. Når skipet er lastet, lasten er sikret, og forholdene er kontrollerte, så seiler skipet av sted til havnen hvor lossingen skal skje.

Når skipet er ankommet havnen skal lasten kontrolleres før sikringer blir kuttet og lasten losses av skipet, der godset enten losses til kai eller rett på lastebilene. Dersom skipet ikke har egne kraner så leies det igjen inn eksterne kraner. Flere av informantene påpekte at nødvendige kraner som regel er lett tilgjengelige, slik at det er sjeldent et av problemene som oppstår. Når vindmøllekomponentene er losset av skipet utføres det dermed inspeksjoner, tollformaliteter, i tillegg til koordinering av lasten. Koordineringen er nødvendig da noen av

vindmøllekomponentene igjen må mellomlagres, da de nederste delene er de første som blir fraktet til site.

For transporten fra havn opp til site er det typiske at store spesialtrailere leies inn, der det er nødvendig med ulike spesialbiler til de ulike komponentene. Da komponentene har ulik form og størrelse, så må det egne spesialtrailere til for å transportere rørseksjonene og mastene, egen bil for naceller, og egne spesialbiler for å transportere vindmøllebladene. Når det gjelder de store vindmøllene, så tar en lastebil et komponent. Dette gjelder ikke vindmøllebladene, da bilene ofte har kapasitet til å transportere flere av disse samtidig. For små vindmøller la informanten til at man kan klare seg med en til to typer biler. Det er ofte nødvendig med flere kjøreturer med trailerne for å frakte alle komponentene til site, der antall turer bestemmes av hvor mange vindmøller som skal settes opp i den aktuelle vindparken.

Siden transporten er spesialtransport blir prosessen også påvirket av et lovverk. Når vindparker skal bygges opp i Norge så er det lovpålagt å både ha med politi, vegvesen og følgebiler under transporten, som utgjør en av de store kostnadspostene. Når spesialbilene ankommer site losses vindmøllekomponentene av og en inspeksjon av vindmøllene gjennomføres igjen for å sikre at godset er uten skader. Deretter er transportørens ansvar over. Når det gjelder utstyr som er nødvendig på site til montering, så er det som regel ikke noe som transporteres av transportøren, men av montørene selv. Som en av informantene sa *"når vi slipper av vindmøllene ved site, så er vår jobb over"*.

Under datainnsamlingen fortalte flere av informantene at man som mulig transportør investerer mye penger i forarbeidet for å estimere en pris, da de må inn og se på ruten der vindmøllene skal transporteres for å kartlegge forholdene og vurdere fremkommeligheten. Her ser man både på havnefasiliteter, hvordan båten skal komme inn og legge til kai, hvordan lossingen skal foregå, om det er veier opp til site, om det er skilter, midtrabatter og lignende ved veiene som må endres på eller skrues ned i forkant av transporten, samt om veiforholdene er bra nok. Når man har antatt en pris venter man på tilslag eller avslag fra produsenten, der kunden får si hva han ønsker av de ulike alternativene. Rett før transporten skal gjennomføres så testes ruten, for å se at den faktisk lar seg gjøre uten problemer.

Som transportør er det flere avgjørelser som må tas, der en av de første er hvilken strategisk posisjon man skal ta i transportkjeden. Som diskutert i litteraturen står transportaktørene mellom rollen som leverandør av veitransport eller sjøtransport, eller som en overordnet koordinator av hele transportkjeden. Det har vist seg å være en økende trend at produsentene

bruker mindre tid på transporten av vindmøllene selv, noe som gir store muligheter for aktører som ønsker å tre inn i en slik rolle. Ved å la en transportaktør ta på seg denne ansvarsrollen, så fører det til at produsenten tar en mindre risiko, da de ikke har hovedansvaret for koordineringen og dermed ikke hovedansvaret dersom det skulle oppstå problemer. Siden de fleste transportaktører ikke eier alle nødvendige transportmidler og annet utstyr, består transportkjeden som regel av flere aktører, som må samhandle for å få godset fram uskadd til rett tid.

Flere av intervjupersonene påpeker at god planlegging er kritisk for en vellykket transport, der man må kunne være i stand til å håndtere uventede overraskelser. Med det mener de at man bør i forkant av transporten forutse eventuelle problemer som kan oppstå, slik at man kan håndtere dem fortløpende dersom de forekommer. Dette gjøres blant annet for å unngå ytterligere kostnader.

5.2. Potensielle produsenter

Som nevnt i casebeskrivelsen er det fire store aktører som kjemper om å få produsere vindmøller til utbyggingene i Midt-Norge, der disse aktørene er Enercon, Nordex, Vestas og SWP. I dette prosjektet er det aktuelt for Enercon og Nordex å produsere i Tyskland, mens SWP og Vestas er antatt å produsere i Danmark hvor de har produksjonsfasiliteter. Som vi kan se av figur 5.2. nedenfor så er de ulike rutene markert på kartet for hvordan en transport som inkluderer sjøtransport antageligvis vil være. Av kartet ser man at det bare er tre havner som er markert, da det er antatt at vindmøllekomponentene fra både Vestas og SWP sendes fra Esbjerg Havn i Danmark. Enercon sender sine vindmøller fra havna i Bremerhaven i Tyskland, og siden Nordex produserer sine vindmøllekomponenter rett ved siden av havna i Rostock, så antas det at de laster skipet der.

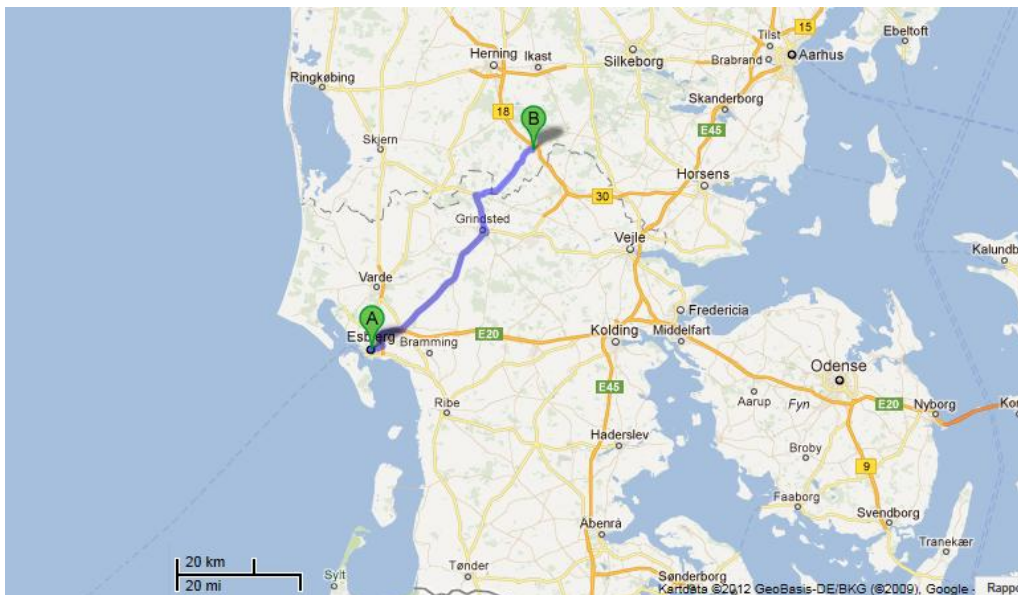


Figur 5.2. Aktuelle ruter for transporten

Nå skal vi se på de aktuelle rutene for transporten i prosjektet, ettersom hvem av produsentene som får oppdraget. Først tar jeg for meg aktørene som produserer i Danmark, deretter aktørene som produserer i Tyskland.

5.2.1. Dansk produksjon

I 2007 fikk Vestas et lager på Esbjerg Havn, på 3 000 kvadratmeter, som brukes til blant annet lagring og håndtering av vindmølledele (Esbjerg havn, 2012). Hovedkontorene til Vestas ligger i Aarhus i Danmark, men under datainnsamlingen ble det opplyst om at transporten av vindmøller produsert av Vestas likevel starter fra Esbjerg havn. SWP har på den andre siden produksjonslokaler i Brande i Danmark, og veitransport fra produksjonsanlegg til Esbjerg havn er dermed nødvendig (Siemens, 2012).



Figur 5.3. Veitransport fra produksjonsanlegget i Brande (B) til Esbjerg (A) havn

Kilde: Google maps, 2012

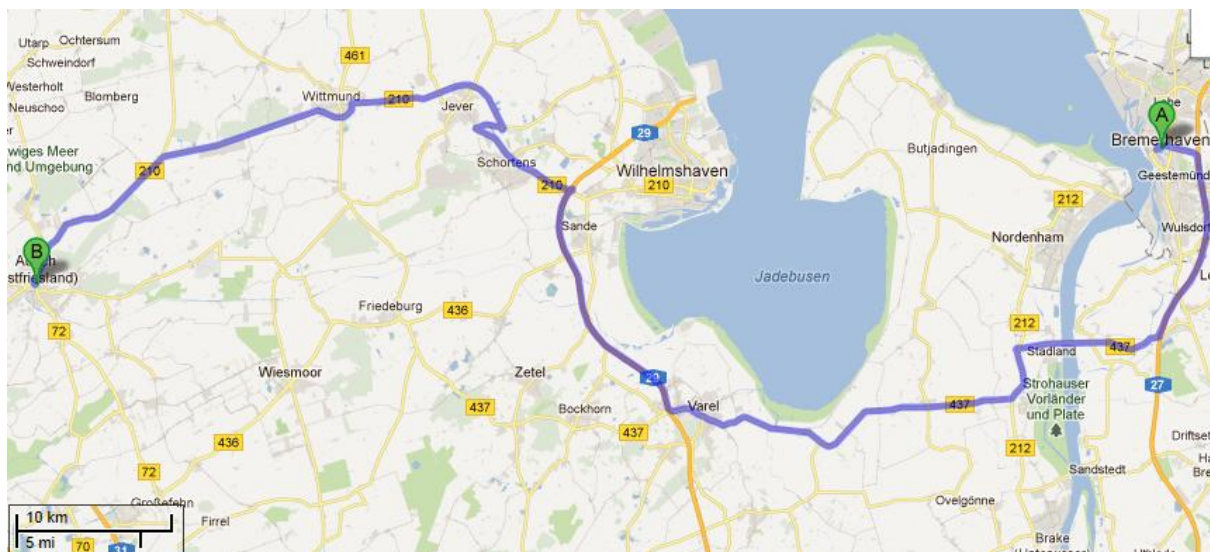
I figur 5.3. kan vi se strekningen hvor det er nødvendig med spesialbiler for å frakte komponentene til havna. Den opptegnede strekningen er på omtrent 80 kilometer, og viser til relativt rette veistrekninger som gjør veitransporten til et mindre omfattende arbeid.

Med et utgangspunkt i Esbjerg havn for begge produsentene, så blir det naturlig at transporten til Norge går videre med skip. Med transport fra samme havn i Danmark vil transportkjedene bli relativt like, uavhengig om Vestas eller SWP blir produsent til utbyggingen i Midt-Norge.

5.2.2. Tysk produksjon

Enercon er en tysk vindmølleprodusent, som installerte sin første vindmølle i Norge i 1986. Et av de nasjonale produksjonsanleggene i Enercon ligger i Aurich, som er hovedkontoret til selskapet (Enercon, 2012), og er produksjonsanlegget som ligger nærmest havna i Bremerhaven. Under datainnsamlingen ble det blant annet opplyst om at Enercon transporterer store deler av sin produksjon i Tyskland fra havna i Bremerhaven, som derfor er antatt å være den aktuelle havna å transportere fra også i dette prosjektet.

Før vindmøllekomponentene kan lastes på et skip i havna i Bremerhaven er det nødvendig å transportere komponentene fra produksjonsanlegget. Aurich ligger omtrent 118 kilometer fra havna i Bremerhaven, der vi kan se strekningen i figur 5.4. Avstanden er noe lengre enn i tilfellet med SWP, som også hadde en så å si rett strekning. Av kartet kan man anta at denne transporten vil by på flere utfordringer, der den blant annet innebærer å krysse en bro. Veistandarden i Tyskland er likevel kjent for sin gode standard, som kan føre til en relativ enkel gjennomføring av transporten.

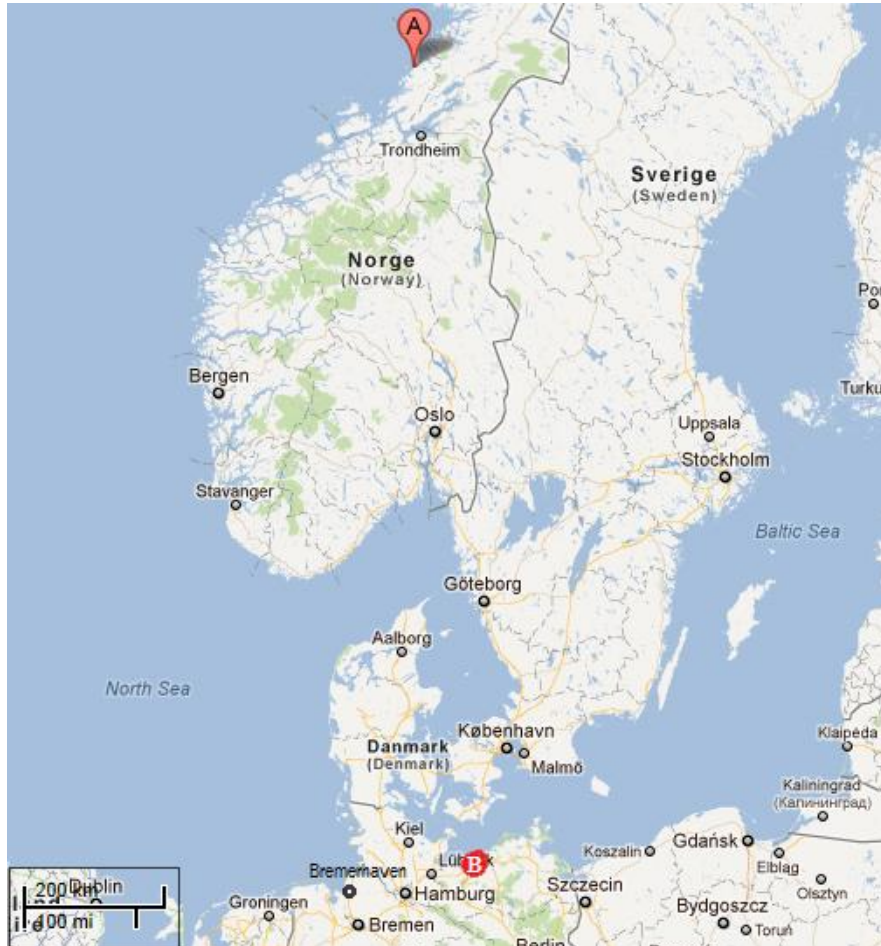


Figur 5.4. Veitransport fra produksjonsanlegget i Aurich (B) til Bremerhaven havn (A)

Kilde: Google Maps, 2012

Når veitransporten er gjennomført, og bilene har ankommet havna i Bremerhaven, så består det neste leddet i transportkjeden naturligvis av sjøtransport. Som vi så av kartet i figur 5.1., side 48, så er ikke sjøtransporten fra havna i Bremerhaven til Fosenhalvøya betydelig lengre enn sjøtransporten fra Esbjerg havn til Fosenhalvøya. Det betyr at dersom Enercon blir produsent for prosjektet, så kan transporten fra Bremerhaven sammenlignes med transporten hvor Vestas eller SWP blir produsenter.

Den siste aktuelle produsenten for prosjektet er Nordex, som er lokalisert i Rostock, nord i Tyskland. Nordex har produksjonsanlegg rett ved havna i Rostock, noe som kan gjøre transporten relativt enkel. Produksjonsfasilitetene ligger 5 kilometer fra havna, slik at spesialbiler vil likevel være nødvendig i forkant av sjøtransporten. I figur 5.5., kan man se hvor Rostock (B) ligger, i forhold til Fosenhalvøya (A) i Norge.



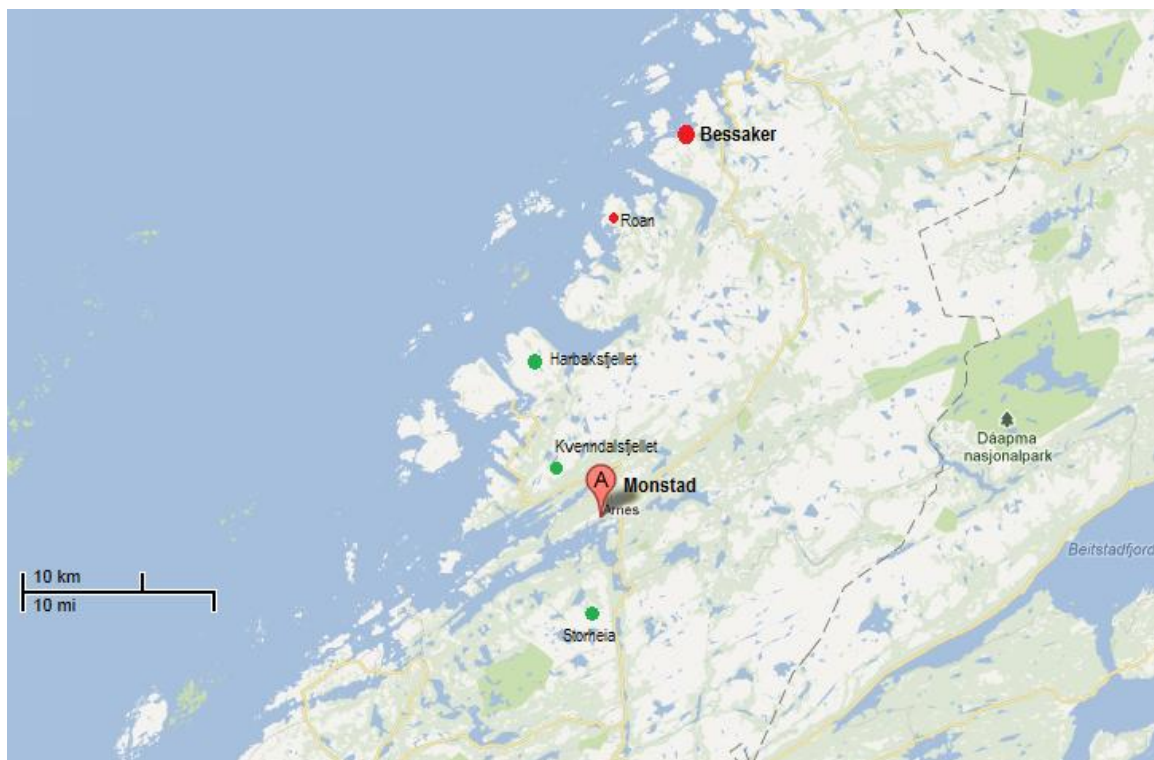
Figur 5.5. Fra Rostock (B) til Roan (A)

Kilde: Google Maps, 2012

Som vi ser av kartet er det ulike transportmuligheter dersom Nordex skulle bli produsent for utbyggingen på Fosenhalvøya. Det første alternativet er å leie inn en aktør med spesialbiler som kan transportere vindmøllekomponentene de 5 kilometerne fra produksjonsanlegget til Rostock havn, og dermed ta det med båt fra havna til Fosen. Alternativ to er å transportere komponentene med spesialbilene til havna i Hamburg, som tilsvarer 194 kilometer med veitransport. Det tredje alternativet er å gjennomføre veitransport til havna i Bremerhaven, som tilsvarer en transport på omtrent 360 kilometer, og deretter transportere komponentene med skip til Norge. Diskusjon rundt hvilke løsning som er mest aktuell vil videre diskuteres i delkapittelene 5.3. og 5.4.

5.2.3. Fra havn til site

Under utbyggingen av Bessakerfjellet vindmøllepark i 2008 ble Monstad kai i Åfjord benyttet, som i forkant av prosjektet ble bygget ut og oppgradert slik at den tilsvarte den størrelsen og standarden som var nødvendig. Monstad kai, som ligger omtrent 60 kilometer fra Roan, er dermed et alternativ for dette prosjektet. I etterkant av utbyggingen av Bessakerfjellet vindmøllepark, startet byggingen av en ny kai på Løaholmen ved Bessaker, i Roan kommune. Arbeidet startet i 2009, og tidlig i 2012 åpnet Bessaker havn og kan nå ta i mot meget store båter (Syltern, 2012a). I vedlegg 6, side 97, ser man også hvordan havnen vil se ut når den er helt ferdig. Det er sagt at Løaholmen har store arealer som skal være tilgjengelig for både lasting, lossing og håndtering av vindmøller (Bessaker, 2012). Figur 5.6. viser hvor Bessaker havn og Monstad kai ligger i forhold til området hvor Roan vindpark skal bygges, der Bessaker havn på Løaholmen ligger nærmest Roan med en avstand på 35 kilometer.



Figur 5.6. Aktuelle havner: Bessaker havn og Monstad kai, og plassering av fremtidige vindparker
Kilde: Google Maps, 2012

Når det gjelder oppbyggingen av Roan vindpark, så vil det altså bety at veitransporten vil være på omtrent 25 kilometer ekstra dersom man finner Monstad kai som den mest aktuelle havnen for lossing. Ved å ta i mot vindmøllekomponentene ved Bessaker havn på Løaholmen,

vil man derimot få kortere veitransport og bedre havnefasiliteter som kan vise seg å føre til en mer effektiv omlastning. Som man kan se av kartet i vedlegg 5, side 96, så viser likevel strekningen mellom Monstad kai i Åfjord en rettere veistrekning, til tross for en lengre avstand. Mens strekningen mellom Bessaker havn og Roan vindpark kan innebære mer utfordringer da den totale veistrekningen er mer svingete. På den annen side innehar jeg ikke kunnskaper om de reelle veiforholdene, da det jeg forholder meg til er kartene som vist i vedlegg 6. Det vil si at strekningen mellom Monstad kai og Roan likevel kan innebære de samme utfordringene som strekningen mellom Bessaker havn og Roan.

Det markerte området i figur 5.7., med svart omriss, viser til området hvor vindmøllene i Roan vindpark skal bygges. Det er ikke kjent hvilke fjell vindmøllene skal settes opp, slik at jeg tar utgangspunkt i området i stedet for spesifikke fjell. Som en del av transportereringen er de tunge lastebilene avhengig av et veinett opp til site som både har tilstrekkelig bæreevne og tilfredsstillende krav til svingradius og kurvatur. Som vi kan se av begge kartene går vei Fv14 langs kysten gjennom hele området, som utgjør en halvsirkel rundt fjellområdene.



Figur 5.7. Området for oppbygging av Roan vindpark på Fosen

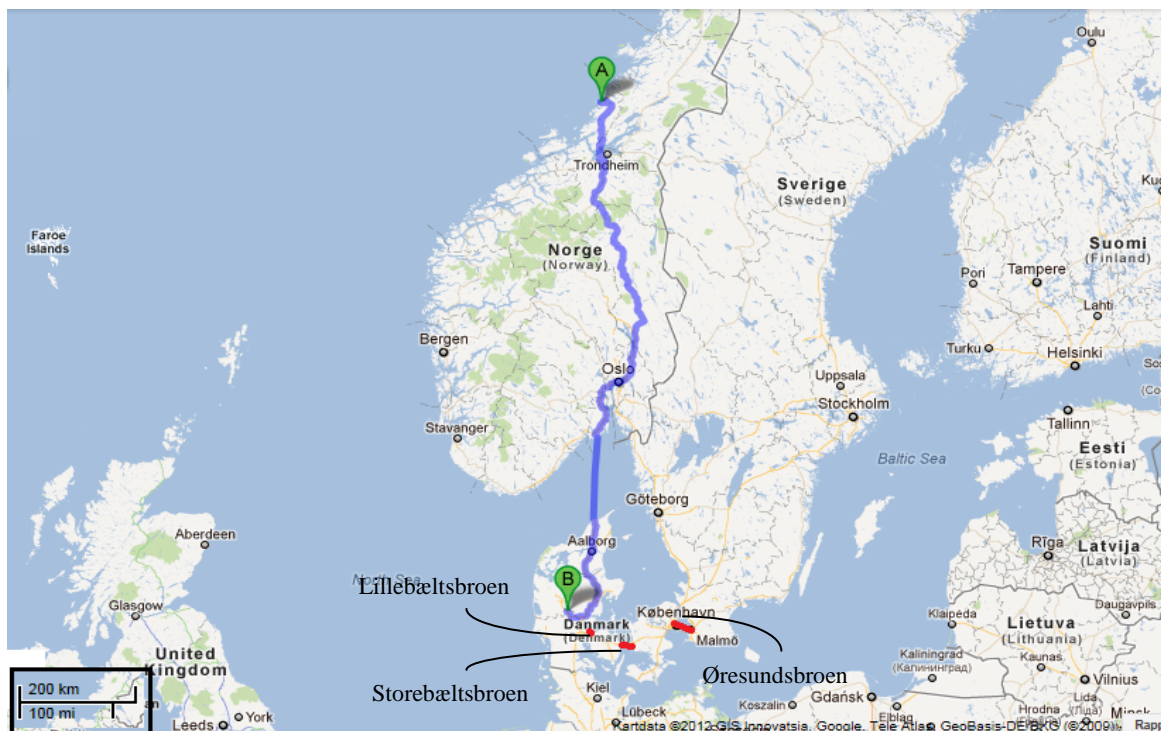
Kilde: Google Maps, 2012

Ved hjelp av annen type kart, som gir et bedre bilde av tilgjengelig infrastruktur, så har jeg i figur 5.7. markert veistrekninger som går inn mot fjellene. Disse veistrekningene er

potensielle deler av ruten for den endelige transportløsningen, og er *innenfor* de markerte områdene med rødt. Det kan vise seg å være nødvendig med flere veier opp til fjellene, og ikke bare én, da de fleste fjellene ikke henger sammen. Videre vil det også være nødvendig å bygge et veinett på site. Når det gjelder de eksisterende veiene inn mot fjellene i Roan, så vil det være et spørsmål om disse veiene er tilgjengelige, og om de har en tilfredsstillende kravene til bæreevne, svingradius og kurvatur. Disse forholdene, og andre forhold som for eksempel størrelser på tunneler og broer, har jeg ikke tilgang på, da det er nødvendig å gjøre observasjoner for å kartlegge de konkrete forholdene. WSS, som sannsynligvis går inn som transportør i oppbyggingen av Roan vindpark, har heller ikke vært på området og gjort observasjoner på dette stadiet.

5.3. Unimodal veitransport

For å finne den optimale løsningen på en transport, så må man vurdere de ulike alternativene man har. Et av alternativene i dette prosjektet er å laste vindmøllekomponentene på lastebiler ved produksjonsanlegget, enten i Nord-Tyskland eller Danmark, og dermed transportere lasten på biler helt frem til site i Roan. Denne løsningen er sjeldent praktisert, spesielt i tilfeller hvor man skal transportere over store avstander med topografiske skiller. Nå skal vi se på hvilke muligheter som eksisterer for å praktisere en unimodal veitransport i dette prosjektet.



Figur 5.8. Veitransport fra Siemens i Danmark til Roan i Norge

Kilde: Google Maps, 2012

5.3.1. Muligheter

Dersom transporten skal gjennomføres uten å krysse sjø, så er et alternativ at ruten går gjennom Danmark, Tyskland, Polen, Litauen, Estland, Russland, Finland, Sverige, og til slutt Norge. Det er med andre ord snakk om lange distanser, som antas å være gjennomførbar i liten grad, både på grunn av tid, bedriftsøkonomiske kostnader, og eksterne effekter som man påfører miljø og samfunn. For å utdype tid, så er det ikke bare snakk om tiden det tar for en lastebil å kjøre denne ruten, men tiden for at alle eksterne forhold som skal legges til rette, samt den lave farten som er nødvendig over flere områder. I tillegg kan man ved gjennomføring av denne ruten komme over politiske barrierer, da man må gjennom en rekke ulike land. Dersom man skal unngå sjøtransport er den andre løsningen å kjøre på veien fra København i Danmark til Malmö i Sverige, og deretter over til Norge. Dette er antageligvis en mer aktuell løsning dersom man skulle praktisert en unimodal veitransportløsning. I tillegg til alle tilpasninger som må til langs ruten, kan det vise seg å være en utfordring å krysse de tre broene i Danmark. For å kunne benytte seg av denne veistrekningen må transporten krysse Lillebæltsbroen, Storebæltsbroen og Øresundsbroen som går fra Danmark til Sverige, som er markert med rødt i kartet i figur 5.8. Her blir det også et spørsmål om bæreevne, og om broene er designet slik at det er mulig for en transport av slike dimensjoner å krysse disse.

Et tredje alternativ er å følge ruten som ville vært naturlig å velge for en vanlig personbil. Da de ulike produsentene ligger nært hverandre, og med et relativt likt utgangspunkt, så anses det som tilstrekkelig å ta for seg en produsent for å illustrere hvordan transporten kan løses. La oss se på transporten dersom SWP blir produsent for prosjektet. I dette tilfellet skal transporten gå på vei fra Brande i Danmark til Roan i Midt-Norge. Av figur 5.8. kan vi se hvordan ruten er, der lastebilene starter med å kjøre på vei fra Brande til Hirtshals, nord for Aalborg i Danmark. Der går transporten videre via ferge eller annen innleid båt, til Larvik. Dermed ville transporten igjen vært på vei, fra Larvik til Trondheim, før bilene igjen når en fergekai nord - vest for Trondheim. Etter fergetransporten er det omtrent 120 kilometer på vei før transporten er gjennomført. Hele transporten er for en personbil estimert til å ta i overkant av 17 timer, noe som er høyst usannsynlig for tung spesialtransport, da det ville tatt mye lengre tid på grunn av alle de foreliggende flaskehalsene. Videre skal vi ta for oss hvilke utfordringer denne ruten kan by på.

5.3.2. utfordringer og kostnader

De store kostnadskomponentene som framkommer under veitransport når man frakter vindmøller, kommer blant annet av krav som følge av regler og restriksjoner for spesialtransport. Dersom en unimodal veitransportløsning skulle vært praktisert ville det resultert i betydelig kostnader for politiskorte, da det er nødvendig med minst to politibiler under slik transport i Norge. En av informantene ga et eksempel på dette, da de i tidligere prosjekter har pleid å kjøre i kolonner med politiskorte, med tre biler samtidig. Det illustrerer det massive behovet for politi, dersom mange vindmøller skal transporteres via vei helt fra Tyskland eller Danmark til Midt-Norge. Informantene påpekte at Danmark for eksempel ikke har like strenge forhold når det kommer til ulike krav under transporten, men hvordan de eksakte forholdene er i Tyskland og Danmark er ukjent. Videre må det mest sannsynlig gjøres endringer langs ruten for at bilene skal komme seg fram, der blant annet bykjerner ofte byr på utfordringer. I tillegg til fysiske flaskehalsar som vegbredde og knappe svinger langs norske veier, så er også veier med tilstrekkelig bæreevne en kritisk faktor for denne type transport. Knappe svinger kan føre til behov for sprenging, som også er med på å øke de totale kostnadene betraktelig. En unimodal veitransport vil sannsynligvis innebære en rute hvor man også må krysse broer, som kan være tidkrevende da det varierer fra bro til bro hva den tåler av vekt. Drivstoff, leiekostnader for bilene og kraner vil også være en av de store kostnadskomponentene. For å unngå stopp som følger av regler for hviletid for sjåføren, så vil den beste løsningen være å ansette to personer per bil, slik at bilen kan gå både natt og dag. Et ytterligere moment er tidskostnadene, da denne transporten vil ta lengre tid enn nødvendig. Tidskostnadene er ikke nødvendigvis en kritisk faktor her, så lenge vindmøllekomponentene er framme til avtalt tidspunkt. Et mer aktuelt spørsmål er i stedet om unimodal veitransport skaper stor usikkerhet for om transportøren kan garantere at lasten er framme til rett tid. Forsinkelser kan fort føre til uheldige konsekvenser for kunden, som blant annet fører til større kostnader for innleide kraner, og risikere økte lagerkostnader da deler av vindmøllen ikke har kommet frem slik at vindmøllene ikke kan monteres.

Jeg har allerede vært inne på noen av utfordringene med transporten, der det for eksempel vil være et omfattende arbeid med å tilpasse den 1 204 kilometer lange strekningen slik at bilene kommer seg frem. I tillegg vil en rute som den illustrert i figur 5.8. kreve at fergene har kapasitet til å transportere flere spesialbiler som både krever en gitt høyde og bredde. Det vil ikke minst være et spørsmål om når tid dette lar seg gjøre, i forhold til andre trafikkforhold, da

personbiler og annen godstrafikk må vente til fergen har transportert alle spesialbilene over til den andre siden av sjøen. Her er vi inne på den eksterne effekten transporten påfører samfunnet, der det i dette tilfellet fører til kødannelser både før og etter fergetransporten, som forårsaker forsinkelser for omgivelsene. Det kan dermed være nødvendig å sette opp en ekstra båt for å frakte lastebilene over sjøen. Dersom dette viser seg å være den beste unimodale transportløsningen, så er man inne på en intermodal transportløsning på grunn av inkludering av ferge eller en annen båt i transporten. Løsningen er dog ikke så effektiv som en intermodal transportløsning kunne vært.

Det er mange utfordringer med en slik løsning, som også antas å øke de totale kostnadene betraktelig. Tap eller skade på vindmøllene er et negativt utfall av eksisterende utfordringer, som er beklagelig både for kunden og transportøren selv. Da det ikke er ansett som nødvendig å laste om under unimodal veitransport, så kan det i seg selv minimere sjansene for tap og skade på lasten, da sjansen for skade øker under omlastning. Likevel fører transportering lags veier til økt sannsynlighet for skade, da slik transport blant annet er utsatt for skade av andre trafikanter. Skulle det oppstå skade er det på den annen side klart hvem som må stå til ansvar ovenfor kunden, som er en av fordelene med å praktisere en unimodal løsning. For å gå tilbake på fordelene med å unngå omlastning, så sparer man isolert sett tid, unngår utgifter for leie av kraner, mannskap, og sveisere i denne sammenheng, i tillegg til å unngå havnekostnader.

5.3.3. Tilgjengelig kapasitet og eksterne kostnader

Når det gjelder tilgjengelig kapasitet, så har lastebiler en betydelig mindre kapasitet enn skip, som resulterer i et stort behov for spesiallagde lastebiler. Som gjort rede for i delkapittel 5.1. så må man ha egne lastebiler for de ulike komponentene, der det kun er vindmøllebladene som kan fraktes mer enn en enhet per lastebil. Dersom for eksempel 50 vindmøller skal fraktes denne distansen, vil det kreves et mangfold av spesialbiler, eller at bilene kjører flere ganger mellom produksjonsanlegg og site. Begge løsningene vil være uheldig, da samfunnet allerede har en negativ innstilling til tungtransport som okkuperer overfylte bykjerner og smale landeveier. Kjøretøyets vekt vil videre føre til vibrasjoner og støy, som er uheldig for lokalsamfunnet, i tillegg til slitasjen tungtransport påfører veinettet. Lastebilene som brukes i dag er likevel langt bedre enn tidligere, da de både er mer energieffektiv og slipper ut vesentlig mindre miljøfarlige gasser. Selv om veitransport er transportløsningen som er antatt å slippe ut mest CO₂-gasser, så er ikke dette noe transportøren kan gjøre noe med, så fremst

nytt utstyr som viser til minst mulig utslipp tas i bruk. Alle de eksterne kostnadene som er nevnt her, gjelder også i intermodale nettverk hvor et eller flere av leddene består av veitransport. Likevel kan graden av de eksterne kostnadene øke betraktelig for en unimodal veitransportløsning over lengre distanser. Med tanke på eksterne kostnader vil det dermed ikke være en optimal løsning.

5.3.4. Service

Vi har sett at unimodal veitransport også representerer fordeler. Vindmølleprodusenten som oppdragsgiver kan velge å forholde seg til en transportør, som gjør kommunikasjon under transporten enklere for begge parter. Dette gir produsenten mulighet til å komme med egne ønsker og oppfordringer, som kan gi en økt trygghetsfølelse for gjennomførelse av transporten. I tillegg kan transportøren sikre en dør-til-dør løsning, da veitransport er den eneste unimodale transportløsningen som er i stand til å levere akkurat det. Det er likevel ikke en egenskap som styrker transporten, da det også er mulig for intermodale løsninger å tilby en slik service til kunden.

En dør-til-dør løsning er et av aspektene innen leveringsservice, der pålitelighet, hurtighet på transporten, og sannsynlighet for skade er ytterligere faktorer som påvirker oppfattet kundeservice. Alle disse har vi vært innom i diskusjonen, der det er stor usikkerhet til påliteligheten på grunn av alle flaskehalsene som foreligger med slikt last. Hurtigheten på transporten er ikke en tilfredsstillende faktor ved ren veitransport, da det antas å ta svært lang tid på grunn av alle antatte problemer og krav fra myndigheter. Tap og skade på gods kan som diskutert ovenfor unngås i større grad, men annen trafikk kan likevel øke sjansene for skade på godset. Kravet kunden stiller er at vindmøllene er framme til avtalt tid, uten skade eller tap, som illustrerer krav til servicenivå. Hvordan transportøren gjennomfører transporten er ikke det viktigste for kunden, men en mindre effektiv transport kan likevel føre til at transportøren sitter igjen med et underskudd. Det kan også føre til at de ikke får transportoppdraget, da de taper anbudsrunder. Dette fordi estimerte kostnader, som bestemmer prisen, er så mye høyere enn hva det nødvendigvis trengte å være dersom man finner en passende transportløsning.

Det største problemet med unimodal veitransport når det kommer til vindmølletransport kan ut fra diskusjonen se ut til å være kostnaden med transporten og tidsperspektivet. Det er flere fordeler med transporten, men innen vindmølletransport vil den totale transporten være så kostbar og kreve så mye tid at det ikke vil være en aktuell løsning for dette prosjektet. Det

handler om å finne en transportløsning som i det meste er bedriftsøkonomisk optimal, som unimodal veitransport ikke har vist seg å være her. Ved å kombinere passende transportmidler til ruta, vil man i større grad være i stand til å utnytte tilgjengelige ressurser, og dermed finne en kostnadseffektiv løsning. For å sette unimodale transportløsninger i perspektiv, skal vi nå ta for oss intermodale transportløsninger.

5.4. En intermodal transportløsning

I delkapittel 5.2. tok vi for oss de ulike rutene ut fra hvem som viser seg å være produsent i utbyggingen av Roan vindpark. Det vi fant var at transporten i utgangspunktet blir svært lik for alle produsentene, både i Nord-Tyskland og Danmark, da de enten var lokalisert ved havnen eller i nærheten. Disse rutene gjenspeiler alle en intermodal transportløsning, der vi ut fra kartene kunne se at tre av transportene vil bestå av tre ledd, der lastebiler representerer første og siste ledd, mens hovedtransporten består av sjøtransport. Dersom Vestas, som har lager på Esbjerg havn, blir produsent vil transportkjeden på den annen side bestå av to ledd, sjø- og veitransport. Gjennom analysekapittelet har jeg til nå kartlagt prosessen for transport av vindmøller, vist til alternative ruter ut fra hvem som ender opp som produsent, kartlagt de to mest aktuelle havnene for ilandføring av vindmøllekomponentene på Fosen og det eksisterende veinettet opp til fjellene, i tillegg til å illustrere hvorfor unimodal veitransport ikke er en god løsning for dette prosjektet. Jeg skal nå ta for meg de framlagte alternativene, og se på hva som er det beste valget, og diskutere hvorfor.

5.4.1. Transportkjeden

Som vi har vært innom til nå, så er det ulike muligheter for transporten i prosjektet. Transporten fra tre av de fire potensielle produsentene vil som sagt bestå av tre ledd, der sjøtransport utgjør hovedtransporten. I kapittel 3 har jeg argumentert sterk for bruk av lekter, da dette er en av de mest energieffektive transportene. Det ser likevel ut til at lekter ikke vil være et alternativ for transporten i dette prosjektet, da ingen av produsentene ligger ved elver der lekter vil være nyttig å bruke. Pretransport og videre transport fra havna vil dermed gjøres av lastebiler. Videre er tog ofte en naturlig del i intermodale nettverk, men for vindmølletransport er ikke tog et aktuelt transportmiddel av praktiske årsaker.

Pretransport

Det første leddet i transportkjeden er, som vi har vært innom, å transportere alle komponentene fra produksjonsanlegg til havna. Da vi har funnet at dette leddet i

transportkjeden består av biltransport, så kan man møte på flere utfordringer siden det er visse krav til veiforholdene på grunn av lastens vekt og størrelse. Fremkommelighet ved biltransport er sagt å være et av transportkjedens mest kritiske ledd, da det er store dimensjoner på kjøretøyene. Lengden på en lastet bil er på omtrent 50 meter, og er fra 150 til 450 tonn tunge. Alle de potensielle produsentene er store aktører på markedet, og på bakgrunn av det antar jeg at veistrekningene mellom produksjonsfasiliteter og havn er en av de minst problemfylte delene av transportkjeden. Dette fordi disse problemene i større grad vil forekomme under transport i øde områder, hvor vindmølleparkene ofte er lokalisert. Siden det ennå ikke er avgjort hvem som skal produsere vindmøllene anser jeg det som lite nyttig å gå dypere inn i transporten fra produksjonsanlegg til havn, men heller gå rett over på hovedtransporten.

Det har vist seg at alle de potensielle produsentene er lokalisert i Danmark og Nord-Tyskland, man ser at sjøtransporten i seg selv ikke blir så ulik fra den ene produsenten til den andre. Spesielt SWP, Enercon og Vestas har nærmest like ruter for sjøtransporten. Nordex som ligger lengre øst, må derimot gjennom Østersjøen, Kattegat og Skagerrak, før skipet når Nordsjøen. Ruten blir dermed noe lengre, og det kan stilles spørsmål om det er mer lønnsomt å kjøre komponentene på biler til Hamburg eller Bremerhaven, og dermed laste komponentene på skip derfra. Ved å frakte komponentene via bil til Hamburg er ikke den eneste muligheten å laste vindmøllekomponentene rett på skip, men en kan også velge å transportere godset et stykke på lekter. Lektene kan seile på elven fra havna i Hamburg og ut til Nordsjøen, hvor de må stanse da de ikke tåler forholdene på havet. Dersom en slik løsning skulle vært praktisert vil det vært nødvendig med et skip med egne kraner, for å laste skipet når lektene når Nordsjøen. Selv om lekter i seg selv er den mest energieffektive transportløsningen, så måtte skipet likevel kommet fra Hamburg, Bremerhaven, eller en annen havn, som betyr at skipet må leies fra der det lå til havn. På grunn av nødvendige kraner på båten vil også båtens leiepris øke betraktelig, da informantene antydte at de sjeldent leier skip med kraner på grunn av den store prisforskjellen. I denne sammenhengen kan man dermed anta at en transportløsning fra Hamburg som inkluderer lekter, ikke vil være en lønnsom løsning. Dersom en transportløsning som inkluderer lekter likevel viser seg å være aktuelt så vil transporten for den fjerde produsenten bestå av fire ledd, med transportmidlene lekter, skip, og lastebil. Om det i det hele tatt lønner seg å transportere vindmøllene med bil til Hamburg eller Bremerhaven er tvilsomt, da samtlige informanter har framstilt sjøtransport som den rimeligste transporten over lengre distanser. Det betyr at selv om hovedtransporten

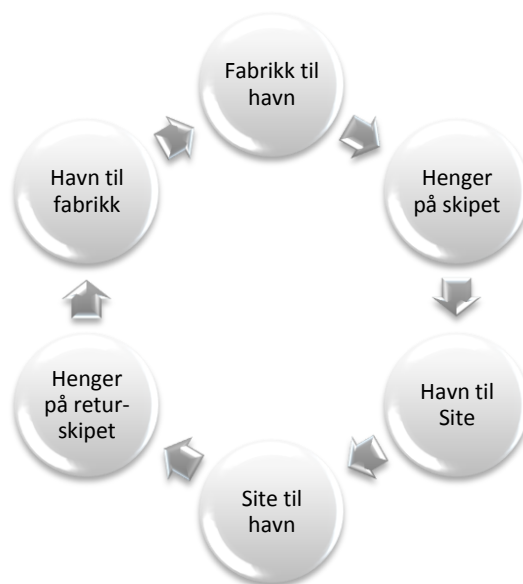
fra havna i Rostock blir lengre enn fra Bremerhaven og Esbjerg, så vil de lavere kostnadene per kilometer for skip vise til betydelige besparelser i forhold til de høye kostnadene per kilometer for veitransport.

Hovedtransport

Da jeg verken vet, eller kan anta hvem som blir produsent for prosjektet, så tar jeg utgangspunkt i de aktuelle havnene for den videre diskusjonen. Siden utbyggingene er antatt å være store for områdene på Fosen, så gjør det store volumet av vindmøller at det vil være mest lønnsomt å seile med skip så langt det lar seg gjøre. Det er sagt at sjøtransporten er det mest forutsigbare leddet i transporten, der det er stormer som kan gi transportørene størst problemer og føre til forsinkelser. Det er imidlertid håndterbart og sjeldent et alvorlig problem, som gjør sjøtransporten til en relativ enkel prosess. At sjøtransport er det mest forutsigbare leddet i vindmølletransport skiller seg ut fra funn gjort for generell godstransport. Som vi så i tabell 3.3., side 27, har Ballou (2004) blant annet funnet sjøtransport som det mest uforutsigbare transportmiddelet når det gjelder transporttiden. Innen vindmølletransport kan forutsigbarheten forsvares av at lastebiler alene ikke kan gi en mer sikker leveringstid, på grunn av alle flaskehalsene som eksisterer ved unimodal veitransport. De store spørsmålene i forhold til sjøtransport kommer i stedet under planleggingen av transporten, der det må bestemmes hvilken båt man skal leie, og om den skal ha egne kraner eller ikke. Valgene skal være tilpasset måten man velger å gjennomføre transporten på.

Når vindmøller fraktes via sjø på store båter i dag, innebærer løsningen som ofte er praktisert å laste de største komponentene som nacellen, huben og tårndelene under dekk, mens bladene sveises fast oppe på dekk. På denne måten får man tre eller flere vindmøller med seg per tur, avhengig av størrelsen på skipet. En annen identifisert mulighet, som ikke er så vanlig å praktisere i dag, er å laste skipet uten kraner, da lastebilene som kommer fra produksjonsanlegget kjører tilhengerne med vindmøllekomponentene rett på båten, og hekter de av før bilene kjører av båten. Når skipet ankommer havna ved vindparken hektes hengerne på bilene, ofte levert av en annen aktør, og trekkes så opp fra havn til site. På denne måten kan man både spare tid, kranutgifter og andre utgifter som knyttes til havneaktiviteter. I tillegg minker man sannsynligheten for skade, da det ble opplyst under datainnsamlingen at eliminering av omlasting gir mindre sannsynlighet for skader. En slik transport kan likevel medføre økte utgifter for en annen kostnadspost på grunn av behovet for mer enn en båt, eller at båten må seile fram og tilbake svært mange ganger. Dette er antatt å være nødvendig da man får plass til færre komponenter per tur. Utgiftene kan i tillegg vise seg å øke da man må

betale for å leie hengerne under hele transporten, og ikke bare for veitransporten. For en tradisjonell hovedtransport, hvor vindmøllekomponentene lastes over på skipet med kraner, så er hengerne bruk til veitransporten inkludert i prisen man betaler til aktørene som står for denne delen i transportkjeden. Dersom hengerne skal være med gjennom hele kjeden er det naturlig å anta at dette vil påvirke de totale kostnadene. Det kan likevel planlegges slik at løsningen blir effektiv, der man for eksempel kan løse det slik at hengerne sirkulerer mellom produksjonsanlegg, sjøtransport, og site. Løsningen er illustrert i figur 5.9. nedenfor. Et ytterligere spørsmål knyttet til denne løsningen er tilgjengelig materiell, der det både er behov for flere spesialhengere, i tillegg til et passende skip.



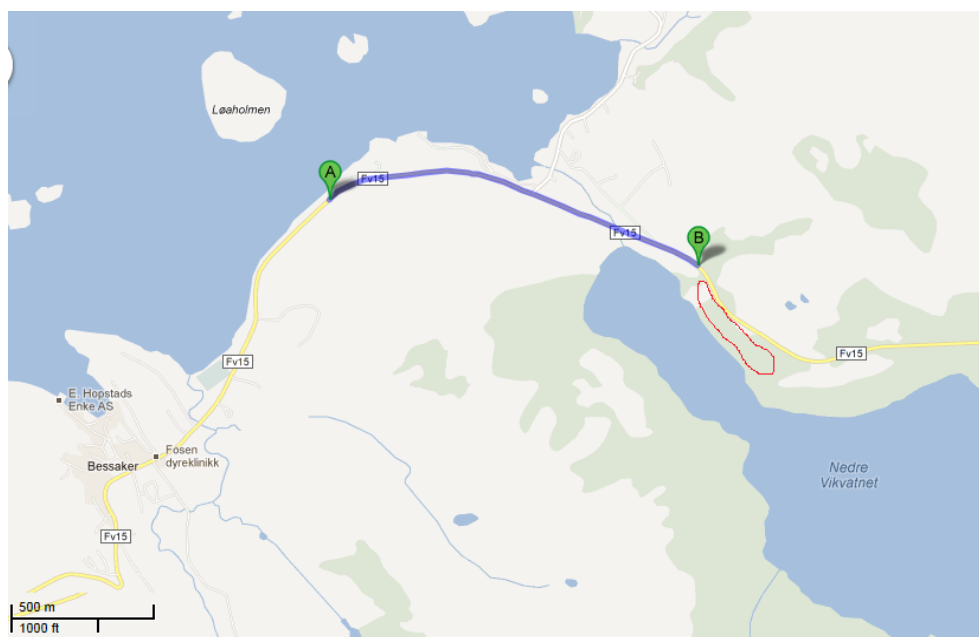
Figur 5.9. Sirkulering av innleide hengere, som brukes gjennom hele transportkjeden

På en annen side er sjøtransport den rimeligste transporten, som uten omlastningskostnader, havneavgifter og lignende, kan bli enda rimeligere. Dermed kan man finne at leiekostnadene for skipene likevel ikke overgår kostnadene som en ”tradisjonell” transport innebærer, i tillegg til effektiviseringen transportøren kan oppleve tidsmessig. Med den tradisjonelle transportløsningen vil det på den annen side være behov for omlastning på havna i Fosen.

Som fremstilt i delkapittel 5.2. er det to aktuelle havner i Fosen, som er Monstad kai i Åfjord og Bessaker havn, der Bessaker havn ble bygd for de fremtidige vindparkene på Fosenhalvøya. Som vi så av kartet i figur 5.6. så er Bessaker havn lokalisert nært området hvor vindparken skal bygges, noe som i tillegg til bedre havneforhold gjør det til det beste alternativet. Viktigheten av å velge den havna som ligger nærmest site ble bekreftet under datainnsamlingen, både med hensyn til bedriftsøkonomiske kostnader og miljø. Sammen med

Bessaker havn vil Monstad kai likevel være et godt alternativ for andre prosjekter som også skal igangsettes de neste årene. I tillegg til Roan ligger det tre andre områder som allerede har fått konsesjon for oppbygging, der alle er lokalisert mellom havnene.

Det er videre nødvendig med en lagringsplass, for mellomlagring av de ulike komponentene. Med hensyn til de store utbyggingene i Midt-Norge de kommende årene, så vil det være fordelaktig å plassere lageret slik at det kan brukes under flere av oppbyggingene. Med de to havnene som de beste alternativene for å ilandføre vindmøllekomponentene, så er et alternativ å bygge lageret mellom havnene og med det spare utgifter. Samtidig kan det vise seg å være mer lønnsomt å ha to lagre, slik at man ikke må frakte vindmøllekomponenter unødvendig mye. For som nevnt tidligere følger transport av vindmøller på vei regler om politieskorte, tilstedeværelse av veivesen, og følgebiler. Derfor anser jeg det som både mer lønnsomt og praktisk å plassere et lager rett ved havna i Bessaker, der det nærmeste området hvor det kan bygges lager er omlag 1,4 kilometer mot vei 715, vist på kartet i figur 5.9.



Figur 5.10. Forslag av plassering av lager for mellomlagring
Kilde: Google Maps, 2012

Området som er markert med rødt har også en vei ned fra vei Fv15, til det potensielle område for et lager. Et annet alternativ er å ta i bruk områder på Løholmen, hvor havna i Bessaker ligger. I vedlegg 6, side 97, kan man se av bilde at det både er lagerbygg som blir satt opp, og ytterligere plass for oppbygging av et ekstra lagerbygg. Dersom Monstad kai benyttes under de andre utbyggingene, så er det et valg de må gjøre i forkant av de prosjektene hvor et nytt lager skal plasseres. I figur 5.6., side 54, kan vi se hvor de neste vindparkene skal bygges, og

hvorfor det vil være upraktisk å plassere et lager midt i mellom havnene, i stedet for å bygge opp to lagre for å sikre effektivitet i prosjektet.

Ettertransport

Uavhengig hvilken havn som blir benyttet for transporten, så vil siste ledd i transportkjeden bestå av lastebil. Hvilken måte man velger å praktisere ved lasting av båtene vil videre bestemme om det skal gjennomføres en omlastning fra skipet til bilene, eller om bilene bare hekter på tilhengerne på Bessaker havn. Dersom valget lander på den noe utradisjonelle metoden, så unngår man behovet for kraner og unngår ikke minst å bruke tid på omlastning. Her hektes hengerne rett på bilene som venter på land, før de kjører opp til site. Dette er sett på som en svært effektiv måte å transportere vindmøller, der transporten opp til Høg-Jæren Energipark er et eksempel på dette. Det at energiparken er Norges nest største vindpark per dags dato, viser til at selv om det er mange vindmøller som skal transporteres så kan det likevel være lønnsomt å gjøre det på denne måten.

Som vi har sett tidligere i kapittelet så antas dagens veinett opp til fjellene i Roan som utilstrekkelig, og det er behov for utbygging for å transportere vindmøllene opp til site. Det er med dette nødvendig med ekstra investeringer i prosjektet. Når det gjelder bygging av infrastruktur på site, så står kraftselskapet selv for disse kostnadene. Angående bygging av nødvendig infrastruktur, som for eksempel her gjelder veinettet, så kan man forhandle med offentlige etater. Når slike store prosjekter skal gjennomføres, der det i dette tilfellet omfatter strømforsyning til hele Midt-Norge, så viser det blant annet til tilrettelegging for videre utvikling og verdiskapning i lokalsamfunn i hele Midt-Norge. Som en del av utbyggingen av Høg-Jæren Energipark besluttet Egersund kommune eksempelvis at de skulle investere i forbedring og tilrettelegging av forholdene i Egersund sentrum. Dette fordi det er planlagt flere utbygginger av vindparker i området, hvor Egersund havn er en aktuell havn for å ilandføre vindmøllene. I tillegg vet vi at som en del av de store utbyggingene i landsdelen, så har allerede Roan kommune gjort store investeringer. For at Bessaker havn skulle bygges investerte kommunen 32 millioner kroner, som har gjort at havna kan ta i mot store skip, som igjen gjør havna aktuell for prosjektet i Roan (Syltern, 2012a).

5.4.2. utfordringer

Som vi har vært inne på tidligere er det opp til kunden selv om transporten skal koordineres av et eksternt selskap som er en del av transporten, eller om de ønsker å ta på seg rollen selv. I transporten fra Tyskland eller Danmark til Roan er WSS en av de aktuelle transportørene,

hvor de selv ønsker å ta rollen som logistikkoordinator for hele transporten. Det har blitt mer og mer vanlig at produsenten velger å outsource transporten til selskaper som er spesialisert på området, i stedet for å ta på seg ansvaret selv og dermed måtte håndtere uheldige situasjoner. Dette kommer av at produsenten selv ikke sitter på ekspertise innen transport.

Det er flere utfordringer som kommer av intermodale transportkjeder hvor flere enn en aktør er involvert. En av disse utfordringene påvirker også servicen kunden opplever, og det er hvorvidt kommunikasjonen mellom aktørene flyter lett. Man skulle tro at en slik kjede går av seg selv, da alle vet hvilke roller de har i transportkjeden. Så enkelt er det som regel ikke. I prosjekter hvor kunden leier inn en overordnet aktør, som har ansvaret for hele transportkjeden og dermed tar på seg rollen for å holde oversikt, så er det enklere for alle parter da man har én aktør å forholde seg til. En slik løsning kan koste mer for kunden selv, men er likevel verdt det da det ofte reflekterer kvalitet og effektivitet. Viktighet av kommunikasjon kan begrunnes med alle de uheldige situasjoner som kan oppstå dersom en flyt av kommunikasjon ikke eksisterer. Misforståelser bunner ofte i dette, som kan resultere i at transportkjeden ikke blir så effektiv som den har mulighet til å være. Forsinkelser og manglende utstyr er eksempler på hva dårlig kommunikasjon kan resultere i, i tillegg til å ikke være i stand til å gi kunden tilbakemelding på hvor godset befinner seg i transportkjeden. Som logistikkoordinator er det forventet at man til en hver tid har kontakt med de som sitter i førerstolen, og på den måten har kontroll på kjeden. For å sitere en av informantene *"du kan ikke ta på deg et ende-til-ende ansvar, og så miste kontrollen over en bit av transportkjeden. Da har du tapt ovenfor kunden. Du må ha full kontroll hele tiden»*.

Grunnen til at det er så viktig å opprettholde en god kommunikasjon gjennom hele transportkjeden er at alle operasjoner vil flyte letter internt, samtidig som at det er en faktor kunden setter veldig høyt og har høy betalingsvillighet for. De to transportselskapene jeg har vært i kontakt med informerer begge om at de kan tilby kunden teknologiske løsninger for å kunne følge transporten selv, over internett. Dersom kunden tar i bruk en slik løsning er sannsynligheten for økte lagerkostnader minimal, da kunden også kan tilpasse sine aktiviteter til ankomsten av godset. Løsningen er likevel ikke etterspurt av kunder innen vindmølletransport i dag, noe som kanskje kan forklares av transportørens kompetanse og fokus på service.

Servicefaktorer

Alle informantene er enige om at det kunden verdsetter høyest er punktlighet og null skade, der de forventer at lasten kommer fram hel og til rett tid. For at dette skal la seg gjøre er det ikke bare viktig at kommunikasjonen i transportkjeden flyter lett, men også at samtlige transportører stiller med riktig utstyr, både til operasjoner og til mannskap. Dette reflekterer ikke bare sikkerhet, men også seriøsitet, som imidlertid ikke har vist seg å være et problem i norske selskaper. Når det gjelder service, så legger flere aktører mye penger i forarbeidet de gjør for kunden, selv om de ikke ender opp med å få være en del av transporten. Likevel er det en viktig del av servicen, der de gir svar på mange av spørsmålene den potensielle kunden måtte ha, og er sett på som en nødvendig kostnad. Som en overordnet koordinator er det også viktig at kunden har troverdighet til selskapet, da de sitter med det overordnede ansvaret for at vindmøllekomponentene faktisk kommer fram, som er en kritisk del i oppbyggingen av en vindpark. WWS er et godt eksempel på dette, der de ved flere anledninger har opplevd at de har mer kunnskap om godset som skal fraktes enn kunden selv, og på den måten kan dele og bruke sin erfaring for å få godset trygt fram. At transportøren kan gjenspeile kvalitet og service er ikke bare viktig for framkomsten av godset, men gir også et bilde både for kunden og andre transportører i kjeden for hvordan transportkjeden vil fungere med selskapet som deltaker eller som koordinator for hele kjeden.

Det er sett på som en ulempe for kraftleverandøren å koordinere transportkjeden selv, da en transportkjede bestående av fire til fem aktører fort kan føre til dårlig samspill, som kan gi store utfordringer. Typiske utfordringer som kommer av dårlig samspill er forsinkelser, eller at transporten stopper opp, og det blir dermed spørsmål om skyld og ansvar. En av informantene poengterte viktigheten av at det i det minste er en aktør som koordinerer lasting, sjøtransport og lossing. Skjærer disse aktivitetene seg i forhold til tidsskjemaet, så kan båten bli liggende lengre enn avtalt i havna, som kan føre til en økning i kostnadene på minst 80 000 kroner per dag. Slike ting er svært uheldig, og reflekterer viktigheten av samspillet mellom aktørene i transportkjeden. For å unngå skade på godset er det ikke bare viktig at ting fungerer mellom aktørene, men at alle leddene i transportkjeden er godt planlagt. Sikring av lasten er en av de viktige aktivitetene som må planlegges godt, der sikringen er et av hovedmomentene som avgjør sjansene for skade. Da dette utføres ulikt for de ulike transportmidlene og fra aktør til aktør, så er en viktig rutine å kontrollere lasten før hver omlastning, da en ny aktør overtar ansvaret for godset. Med slike kontroller lager man et ryddig system, som øker sjansen for å vite når og hvor skaden skjedde og hvem som står ansvarlig. I tillegg til kontroll

er som sagt planleggingen viktig, der utforming av dokumenter og avtaler er en del av prosessen. Da værforhold kan føre til forsinkelser, så er det et av forbeholdene som tas med i papirene. Slik fraskriver transportøren seg ansvaret for forsinkelser som kan oppstå på grunn av værforhold, og andre naturgitte flaskehalsar.

Et eksempel på hvordan forsinkelser i et ledd påvirker det neste i en transportkjede, kan illustreres gjennom det som skjedde da skipet fra Danmark ble forsinket med vindmøllene som skulle fraktes opp til Høg-Jæren i Rogaland. På grunn av det dårlige været ble det forsinkelser i sjøtransporten, som gjorde at avtaler som var gjort fra Egersund havn og opp til site måtte endres. De fikk problemer i forhold til politi og kjøretillatelsen, der de endte med å kjøre en og en bil per natt i stedet for å kjøre i kolonne. Dette resulterte i at kostnadene for politi og vegvesen ble like høy som kostnaden for de resterende leddene i transportkjeden, noe som er svært uheldig.

Sikring mot skade - forsikring

Da det alltid er en risiko for at uheldige forhold kan oppstå, så er det nødvendig å forsikre godset, og jo høyere verdi godset har desto større krav antas å bli stilt til transportaktørens forsikringsavtaler. Det er som regel kraftleverandøren som inngår forsikringen selv, noe som er sagt å gjøre det enklere for transportøren. Men det kommer likevel an på forsikringsarrangementet. Det kreves at den som forvolder skaden må ta ansvar for skaden, og stå til rette for det. I mange forsikringsarrangementer betales en eventuell skade av kunden selv, som kontakter kjedens overordnede koordinator, som igjen går på aktøren som forvoldte skaden. Det viser til fordelene for kunden at det er en overordnet aktør som har det totale ansvaret for transportkjeden, da kunden på en enklere måte får erstatning for skadene på godset. Selv om det lettere kan la seg rydde opp i ved å ha en overordnet logistikkoordinator, så vil forsikringssummene øke ved skade, som i seg selv er uheldig. Under vindmølletransport viser en av informantene til at den største kostnaden ved skade er skader på materiell, der en skadet vinge for eksempel må produseres om igjen. Selv om det alene kan føre til store forsinkelser, så lar slike problemer seg ofte løse, da man kan låne deler av den siste vindmøllen som skal monteres. På denne måten kan man likevel unngå forsinkelser som kommer av skade. Forsikringssummer per vindmølle varierer på samme måte som forsikringsarrangementer. For å illustrere hvor slike forsikringssummer ligger, så forsikret for

eksempel SWP hver vindmølle i et nylig prosjekt for €5 millioner². Det framstiller verdien på vindmøllene som nå skal fraktes til Roan.

Flaskehalsar

Som det har fremkommet flere steder i analysen, så innebærer transport av vindmøller mange fysiske flaskehalsar. Størrelsen på disse utfordringene varierer som sagt fra prosjekt til prosjekt, men selv om disse varierer så er det likevel like utfordringer transportørene står ovenfor under transport av vindmøller. Eksempler på slike flaskehalsar er broer, tunneller, kraftledninger, og kvalitet på veier og havner som skal benyttes under transporten. Da lasten er av store dimensjoner så kan kraftledninger og tunneller med for liten klaring hindre transporten å komme seg vidare. Broer med dårlig bæreevne kan likeså hindre transporten å komme seg over, og det samme gjelder veier med for dårlig bæreevne. I tillegg kan mangel på havner med tilstrekkelig kapasitet som i tillegg er for grunne, føre til problemer. I dette prosjektet vet vi at en av de kritiske fasilitetene er tilgjengelig, som for eksempel er havna i Bessaker. Den største fysiske flaskehalsen jeg har kommet fram til for prosjektet på Roan er veinettet opp til fjellområdene, hvor vindmøllene skal monteres. På vei Fv14, som vi i figur 5.7. kunne se utgjør en halvsirkel rundt Roan, har det vidare vist seg å være en bro. Vei Fv14 tilsvarer smale veier, slik at broens bæreevne og kapasitet kan antas å være begrenset, og dermed by på utfordringer dersom transporten må gå på syd-vest siden av Roan. Man kan anta at det eksisterer flere forhold langs ruten som man må ta hensyn til i planleggingen, men for at man skal kunne presentere en fullstendig framstilling av de reelle problemene i transporten til Roan er det nødvendig å gjennomføre observasjoner i området. Naturgitte flaskehalsar byr også på utfordringer, der årstider kan stå for disse. Vintersesongen medfører som regel is og snø i Norge, som gjør det vanskelig for tungtransport å dra vindmøllene opp bratte stigninger. I tillegg kan vær og vindforhold påvirke arbeidet, der de for eksempel opplevde for sterk vind under deler av transporten opp til Høg-Jæren, som hindret at vindmølledelelene kunne løftes av trailerne til planlagt tid.

Vidare skal vi ta for oss kostnadsbildet for transporten i dette prosjektet, der vi også ser på forskjellen mellom de bedriftsøkonomiske kostnadene for unimodal transport og bedriftsøkonomiske kostnader for intermodal transport. I tillegg skal diskusjonen ta for seg de eksterne kostnadene i transporten.

² €5 millioner ≈ 38 millioner NOK

5.4.3. Kostnadsbildet

Gjennom kapitlet har vi fått innsikt i hovedaktivitetene, i tillegg til de mindre aktivitetene som er med på å danne transportkjeden. Alle disse aktivitetene bærer med seg en kostnad, der forarbeidet transportaktører gjør er utgangspunktet for prisestimeringen på prosjektet. I tillegg til transportmidlene lastebil, skip, og deretter lastebil, så er eventuelle behov for utbygging av vei, fjerning av skilter og midtrabatter, politieskorte og lignende, en del av priskalkylen som transportøren konkurrerer med. Noe som ikke er en del av priskalkylene er de eksterne kostnadene. Disse kostnadene er også en del av det totale bildet, men har begrenset prioritering da bedriftsøkonomiske kostnader og effektivitet kommer først. Grunnen er at transportørene konkurrerer på pris, da prisen er det viktigste for produsenten i beslutningen om hvem som skal være transportleverandør i prosjektet. Likevel kan man ut fra innsamlet data se at disse forholdene ofte har en sammenheng, da det mest kostnadseffektive alternativet for transport av vindmøller viser seg å være det mest miljø- og samfunnsvennlige alternativet i flere prosjekter. Når det gjelder de bedriftsøkonomiske kostnadene så har jeg ikke hatt tilgang på reelle tall, slik at jeg opererer med kostnadsstørrelser innhentet gjennom datainnsamlingen.

Når man ser på kostnadsbildet til transport av vindmøller så får man raskt et innblikk i hvor kostbar transporten faktisk er. Det kan likevel argumenteres med at transportereringen av vindmøllekomponentene er en del av investeringen i fornybar energi i Norge, Europa, og resten av verden. Informantene opplyste om at hvert ledd i transportkjeden blir vurdert hver for seg i prisestimeringen, før man ser på det totale kostnadsbilde og setter en pris. Lastebil er det leddet i transportkjeden som har minst kapasitet, og er det mest kostbare leddet per kilometer av de to transportmidlene i transportkjeden. For å rangere kostnadskomponentene som hovedsaklig inngår i biltransporten, så er transporten på traileren ansett som det dyreste, der blant annet diesel og olje utgjør kostnadsposten. Dermed kommer politieskorten, utgiftene for tilstedeværelse av vegvesenet, etterfulgt av de to følgebilene som kreves, og til slutt terminal og omlastningskostnadene. Når bilene er en del av transporten, så legger en av informantene til at *"de bilene som brukes går i noen måneder, og koster 12 000 kr dagen"*.

Sjøtransporten er noe dyrere per dag, da skipene som brukes under transport av vindmøller koster i overkant av 100 000 kr dagen. Kostnaden varierer med hvor lang avstanden er, og om skipet har egne kraner eller ikke. Denne prisen gjenspeiler skip hvor den "tradisjonelle" måten

er tatt i bruk, hvor skipet lastes med vindmøllekomponentene av kraner. Dersom den mer utradisjonelle metoden brukes for dette prosjektet, hvor vindmøllekomponentene festet på tilhengerne kjøres inn på båten, så er det spørsmål om man kan bruke den samme type båten, og må kanskje forholde seg til andre kostnadsstørrelser. Da den sistnevnte metoden er brukt i tidligere prosjekter så antar jeg likevel at de potensielle kostnadsstørrelsene ikke er så store at det vil bli en ulønnsom løsning, men at det heller avgjøres på bakgrunn av hva som er mest effektiv å gjøre. Til tross for at skip har en høyere kostnad per dag per transportmiddel, så er skip det rimeligste alternativet over lengre distanser. Dette på bakgrunn av skipets kapasitet som tilsvarer kapasiteten til mange trailere, som Europa Kommisjonen (2001) bekreftet gjennom sitt eksempel i kapittel 3. I tillegg til størst kapasitet, så ha skip også lettere fremkommelighet uten for mange eksterne utfordringer. Angående kostnadene for sjøtransport så tilsvarer drivstoff $\frac{3}{4}$ av den de totale kostnadene for skipet, og sammen med dagsraten for leie av skipet utgjør det de største kostnadskomponentene. I tillegg kommer blant annet havne- og omlastningskostnadene, som i noen tilfeller beregnes som en del av dette leddet i transportkjeden.

Kranene utgjør videre en del av transportkjeden, hvor omlastning er en av aktivitetene. Når de enorme vindmøllekomponentene fraktes på transportmidler er det behov for kraner for hver gang komponentene skal lastes på, losses av transportmidler, eller flyttes fra et transportmiddel til et annet. Det betyr at det er nødvendig med kraner på lagerområdet, ved laste- og lossehavnene, og på site. Det er ofte behov for både en hjelpekran og en hovedkran under heisingen. Det er i tillegg behov for kraner på installasjonssted, men siden ansvaret til transportøren ender ved site, så er ikke dette en del av transportkostnadene. Leieprisen for en hovedkran i den dimensjon som er nødvendig for å løfte de enorme komponentene ligger på langt over 100 000 kroner per prosjekt, selv om den er mobil eller ikke. Disse kostnadene kan reduseres dersom man velger metoden presentert tidligere i kapittelet, hvor man kjører tilhengerne på båten i stedet for å losse fra bilene over til båten. Dette kan vise seg å være en mer kostnadseffektiv transportløsning, som også viser til mindre total transporttid i forhold til antall kilometer. Under transporten fra Esbjerg til Høg-Jæren sparte de for eksempel to dager per vindmølle ved å unngå lasting og lossing.

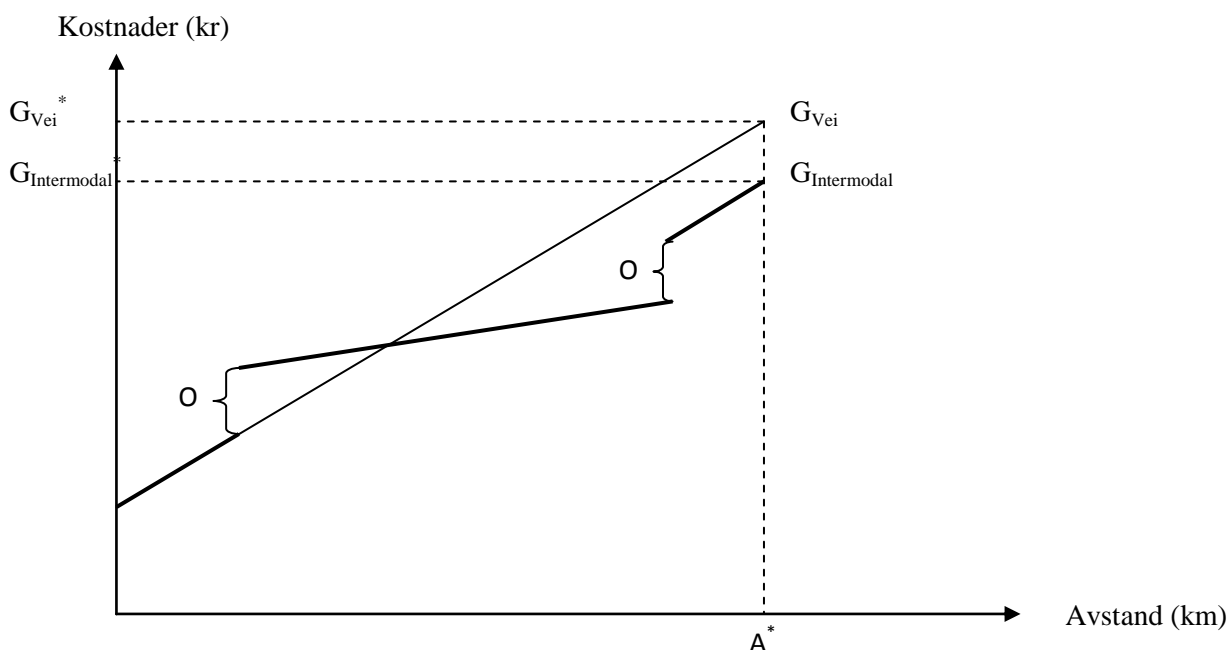
For å minimalisere den totale kostnaden så er det ikke bare transportløsningen som kan spille inn, men også mindre tiltak som kan vise til en mer kostnadseffektiv transportkjede. Det første overordnede tiltaket for å sikre seg minst mulig uforutsette kostnader, som flere av intervjupersonene påpekte, er god planlegging. For å illustrere hva som kan ligge i god

planlegging, kan vi ta for oss et eksempel innen sjøtransport. Dersom kapteinen av båten øker farten slik at skipet ankommer havna etter 29 dager i stedet for 31 dager, så forbrenner skipet mer drivstoff som både koster og forurenses mer, og har to dager ekstra hvor skipet ligger og venter i havna. Dermed øker havneknadene, i tillegg til kostnadene for drivstoff. God planlegging innebærer dermed at skipet ikke kjører fortere enn hva det må, for å blant annet redusere drivstofforbruket, og at transporten planlegges etter været. I tillegg kan man velge den korteste ruten hvor det er mulig å gjennomføre transporten, der man for eksempel kan legge ruten slik at man bruker minst mulig landevei, siden bruken av skip er funnet som mer kostnadseffektivt.

Et videre tiltak for å minimalisere kostnadene er å effektivisere omlastningen når man ankommer lossehavn. Hvis man har fire lastebiler og åtte store komponenter som skal omlastes, så er et eksempel på hvordan man kan gjøre dette å laste alle de fire bilene før de kjører opp til site. Når bilene kommer tilbake til havna, settes kranene i gang, og de fire bilene lastes opp igjen. På den måten blir kranene og mannskapet frigjort i mellomtiden. Siden kranene ikke går hele dagen så sparer man kostnader, i tillegg til at man effektiviserer kjøringen med politiet. Når det gjelder politietskorten så er det også mye å spare her ved å kjøre så mange biler som mulig samtidig fra havna til site, da dette som nevnt tidligere er en av de store kostnadskomponentene i transportkjeden.

For å få et bilde av de totale kostnadene som den ”tradisjonelle” vindmølletransporten innebærer i forhold til kostnadene som kommer av den unimodale veitransportløsningen, så viser figur 5.11. til en forenklet illustrasjon av forholdet. Som vi ser av figuren vil en unimodal veitransportløsning føre til en større total kostnad, da transporten koster mer med hensyn til avstanden mellom Nord-Tyskland eller Danmark og Midt-Norge. Til tross for at jeg ikke har tilgang på spesifikke kostnader, så har totalbilde med de største kostnadskomponentene for de ulike leddene gitt meg et grunnlag til å vise forholdene mellom transportløsningene gjennom denne illustrasjonen. Vi kan dermed se at selv om en intermodal løsning, som består av transportmidlene bil og båt, innebærer omlastning (O), så vil den ende opp med lavere totale kostnader enn den unimodale transportløsningen. Dette viser til en motsatt fremstilling fra figur 3.2., side 21, som illustrerer forholdet for generell godstransport. Der kan man se at de totale kostnadene for intermodal transport øker på grunn av omlastnings-, havne- og tidskostnader for båtene. Dette gjør dermed unimodal veitransport til en mer effektiv løsning både i forhold til tid og kostnader, dersom hovedtransporten ikke går over en viss distanse i den intermodale transportløsningen. I tillegg vil konstantleddet for

generell godstransport være lavere enn for transport av vindmøller, på grunn av nødvendig forarbeidet i forkant av prosjekter. For transport av vindmøller anses en intermodal løsning derimot som mer kostnadseffektiv, da tilgjengelige ressurser utnyttes på en bedre måte. Her blir altså tilgjengelige havner og sjøtransport tatt i bruk så langt det lar seg gjøre.



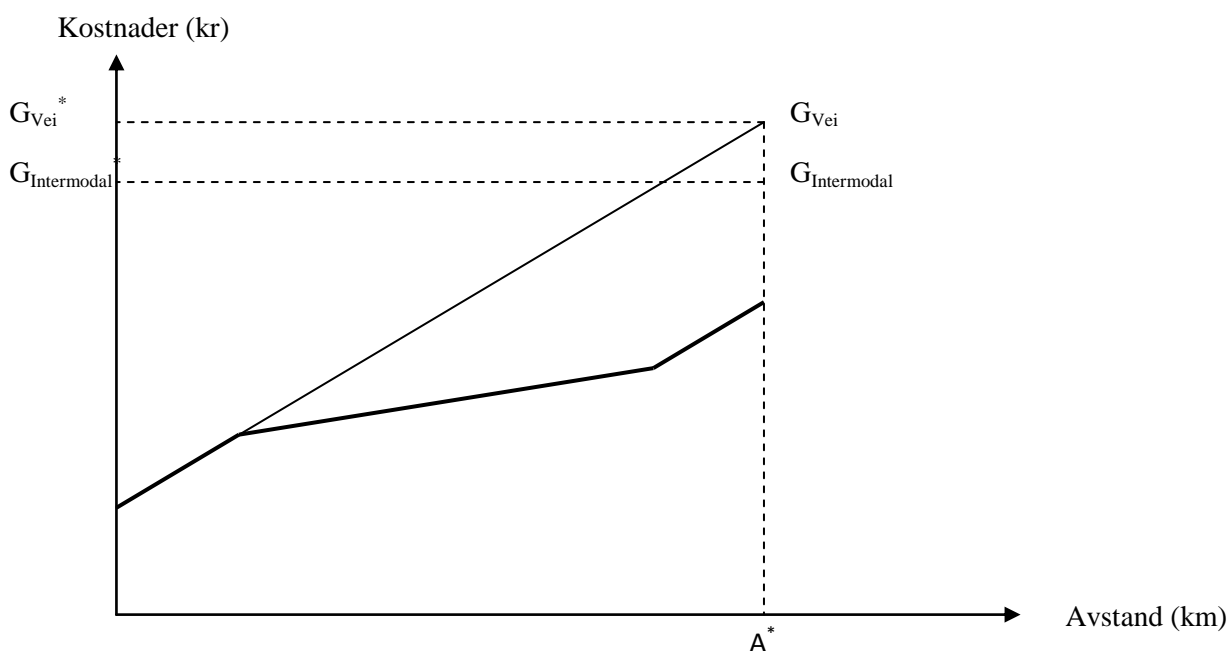
Figur 5.11. Unimodal veitransport versus intermodal transport med omlastning

I tillegg til at en unimodal veitransportløsning for dette prosjektet ikke vil være å utnytte tilgjengelige ressurser, så er hovedgrunnene til at løsningen er antatt å bli mer kostbar alle forholdene som må legges til rette i forkant av transporterering langs hele veistrekningen, fra produksjonsanlegg til site. Samtidig pålegger det norske regelverket aktøren å leie inn politi for eskorte, vegvesen og følgebiler, som er med på å påvirke kostnadsbildet til den unimodale veitransportløsningen. Disse forholdene resulterer dermed med at kurven for unimodal veitransport blir brattere. De ulike og kostbare forholdene som eksisterer under spesialtransport kan dermed antas å være grunnen til at figur 3.2, side 21, ikke kan representere vindmølletransport.

Tar vi videre for oss figur 5.12., så illustrerer den forskjellen på kostnadsbilde for en unimodal og en intermodal transportløsning, dersom omlastning mellom lastebilene og skipet unngås ($O = 0$). Fra diskusjonen i kapittel 3 ble det påvist at laste- og lossekostnader per tonn, og per forsendelse, er med på å bestemme størrelsene på kostnadene knyttet til omlastning (Grønland, 2011). Å unngå omlastning viser dermed til store besparelser for vindmølletransport, da komponentene er av betydelig størrelse og vekt. Ved å unngå

omlastning sparer man som sagt omtrent to dager per vindmølle, som bekreftes av en av informantene som opplyser om at "... det tar omtrent en dag for lasting og en dag for lossing". Når en stor vindpark skal settes opp betyr det dermed at det er store tidsbesparelser å hente.

Den unimodale veitransportløsningen viser til de samme kostnadene i figur 5.12., mens den intermodale løsningen viser altså til lavere totale kostnader. Figuren illustrerer i grove trekk hvordan en intermodal transportløsning uten behov for omlastning påvirker kostnadsbilde, der forskjellen på de totale kostnadene for de to løsningene øker. Ved å velge løsningen der vindmøllekomponentene er festet på tilhengerne under hele transporten eliminerer man omlastningskostnadene, som først og fremst innebærer kostnadene for kranarbeidet. Kostnadene per kilometer er imidlertid noe høyere sammenlignet med vanlige transport med skip, siden hengerne må leies under hele transporten. Det vil dermed føre til en brattere kurve for sjøtransporten i grafen, som tilsvarer hovedtransporten.



Figur 5.12. Unimodal veitransport versus intermodal transport uten omlastning

Kostnadsbildet illustrert i figur 5.12. kan likevel være misvisende da det kan være behov for flere skip, da vi vet fra eksempelet med Høg-Jæren Energipark at båten tok én vindmølle per tur i stedet for tre. I dette prosjektet holdt det med et skip, da transporten var mellom Esbjerg i Danmark og havna i Egersund i Norge. Siden avstanden mellom for eksempel Esbjerg og Bessaker havn er noe lengre vil det dermed være et spørsmål om én båt vil være tilstrekkelig,

og på den måten påvirke totalkostnadene for transporten. Videre vil forholdene i de to ulike intermodale løsningene stille spørsmålstegn til hvilke av disse som er mest lønnsom, da man må forholde seg til store omlastningskostnader i den tradisjonelle løsningen, mens man i den utradisjonelle løsningen får en brattere kurve for hovedtransporten da det er nødvendig å leie hengere for hele transportkjeden. Den totale effekten kan da virke usikker, men mer nøyaktige beregninger med hensyn til det spesifikke prosjektet vil sannsynligvis raskt kartlegge forholdene.

Eksterne kostnader

I tillegg til de bedriftsøkonomiske kostnadene er de eksterne kostnadene med på å representere kostnadsbilde. Det har vist seg at kjøperne av transport av vindmøller ikke har betalingsvillighet for mer miljøvennlige løsninger, i motsetning til mange andre bransjer. Dette er noe merkelig, da vindenergi er en grønn bransje. Innen vindmølletransport er det altså pris, kvalitet og leveringstid som enda er styrende. Siden kunders preferanser styrer transportløsninger, så sier aktørene at de ikke er villig til å prise seg ut av konkurranser for å gjøre transporten ”grønnere”. Likevel antar noen av informantene at kunder innen vindmølleindustrien vil bli mer bevisst på de eksterne effektene transporten har på miljø og samfunn, basert på interessen hos kunder i andre bransjer. Andre var på den andre siden skeptisk til om kundene vil endre innstillingen, da de mente at det ikke er innen prosjektlogistikk miljøbesparelsene ligger. Dette fordi det innen prosjektlogistikk ofte er snakk om bare en transport med stor last, over korte avstander. Til tross for at kundene av transporten ikke er bevisst på disse forholdene, så tar transportørene hensyn til samfunnet rundt i den grad det er mulig. Veitransporten planlegges i særlig grad, da man må unngå å skape kø og dermed skape forsinkelser for omgivelsene. Veitransporten legges dermed til tider når det er lite transport på veiene. Dersom bilene kjører i områder hvor ferger går, så er det for eksempel viktig å være bevisst på å ikke legge transporten på veiene i det ferger legger i land, for å unngå å skape kø for fergetrafikken. Da transport av vindmøllekomponentene er svært tung transport som skaper en del støy og vibrasjoner, så har det vist seg at transportørene også tar dette i betraktning. På grunn av støy og vibrasjoner legges veitransporten til tider som ikke påvirker lokalbefolkningen i stor grad. Informanten forklarte at *”når vi kjører på natta så prøver vi å legge det opp slik at vi kjører tidlig- sent på kvelden. Det betyr før folk har lagt seg, og når folk begynner å stå opp.”* På denne måten tar transportøren både hensyn til lokalbefolkningen om natten, samtidig som de unngår å skape kø i tider hvor det er mye trafikk på veiene.

Selv om dagens utstyr er mer miljøvennlig enn tidligere, så er dieseldrevne kraner og biler fremdeles ikke ansett som miljøvennlige løsninger. Likevel er disse de eneste alternativene for utstyret som er kritisk for gjennomføring av transporten i dag. Til tross for et mindre godt utgangspunkt, så gjør dagens transportører ulike tiltak både for å minimalisere kostnadene og for å skåne miljøet. Havna velges blant annet ut fra hvor nært den ligger site, nytt utstyr som forurensner mindre og innebærer mindre risiko for mekaniske problemer tas i bruk, i tillegg til å stoppe bilene når de ikke er i bruk for å unngå tomgang som forurensner unødvendig. Når det gjelder priskonkurransen i forkant av transportoppdragene, så har det vist seg å være ulønnsomt for transportaktørene å leie inn båter som går på et mer miljøvennlig drivstoff, da de i de fleste tilfeller priser seg ut av konkurransen med et slikt fokus. Det bekrefter hvordan kundenes preferanser styrer miljøfokus i næringen, der en av informantene kommenterer: *”hard konkurranse på pris gjør at det i dag ikke er så mye plass for miljøvennlig tonnasje”*.

Som informantene sier, så er det ventet at kjøperne i fremtiden vil etterspørre miljøvennlige løsninger i større grad enn i dag. På bakgrunn av denne antagelsen er det viktig å være et steg foran, der Wilh. Wilhelmsen for eksempel har begynt å gjøre studier på hvordan en kan redusere karbonutslipp under sjøtransport. I tillegg kan det være aktuelt å bruke miljøvennlige løsninger som et argument innen salg, og med det endre kundens holdninger. Da en mer miljøvennlig løsning ikke krever mer enn at båten har en lavere hastighet, og dermed bruke lengre tid, så er det ikke urimelige forslag. Ved lavere hastighet reduseres ikke bare CO₂-utslippet, men i tillegg reduseres drivstoffkostnadene, som er en av de største kostnadskomponentene. Tiltaket avhenger også av godsets tidskostnad, men innen vindmølletransport har tidskostnaden vist seg å være relativ lav, så lenge godset når frem innen avtalt tid. I tillegg til lavere hastighet for skipet, er mer bruk av lekter et miljøtiltak. Viktigheten av mer miljøfokus innen vindmølletransport henger sammen med det økende fokuset på verdensbasis, der også vindmølleindustrien bør bidra til å nå de satte målene. Med utgangspunkt i dagens utstyr er det dermed viktig å fortsette med intermodale transportløsninger, der sammensettingen av transportmidlene som utgjør transportkjeden også vurderes ut fra hva som skåner miljøet mest. Det faktum at de miljøvennlige alternativene for transport av vindmøller ofte er den mest kostnadseffektive løsningen, er et godt utgangspunkt.

5.7. En optimal transportløsning

Nå har vi vært innom tre ulike transportløsninger for transporten av vindmøller til Roan. Først ble den unimodale transporten på vei presentert i delkapittel 5.3., og som det framkom der er dette verken en kostnadseffektiv eller enkel gjennomførbar transport. Den tilfredsstillter heller ikke de typiske kravene fra kunden, som er leveringstid, pris og kvalitet, da løsningen vil ta lang tid, være svært kostbar, og ha en økt sannsynlighet for skade på grunn av omgivelsene på veien. Den er dermed mindre ideell. I tillegg viser funn fra tidligere forskning på utslipp fra tungtransport, sammen med uheldige konsekvenser som kø, støy og vibrasjoner, at de eksterne kostnadene vil ligge på et høyt nivå dersom en unimodal veitransportløsning velges som transportløsning.

Når det gjelder den intermodale transportløsningen, så har det i dette kapittelet fremkommet to ulike løsninger. Begge transportløsningene består av transportmidlene lastebil og skip, der spesialbilene står for pretransport og videre transport etter sjøtransporten. Forskjellen er, som vi har vært inne på, omlastningen. I den tradisjonelle løsningen lastes vindmøllekomponentene over fra lastebilene til skipet med kraner på lastehavna, og losses av skipet med kraner ved lossehavna. Forskjellen på disse to løsningene er at det her brukes kraner, da det er behov for omlastning, mens den andre løsningen ikke har behov for det ekstra utstyret. Fordelen som er funnet for denne type transport er at skipet kan lastes med flere vindmøllekomponenter, som kan vise til en mer effektiv løsning. Samtidig krever omlastning mye lengre tid, hvor man som nevnt tidligere vil spare to dager per vindmølle ved å unngå omlastning. En vindmølle består av 10 komponenter, som kan bekrefte hvorfor de kan spare så mye tid ved å unngå omlastning. I tillegg til spart tid vil transportøren minke sannsynligheten for skade, da omlastning er en av aktivitetene som øker sannsynligheten for at skade eller tap skal oppstå. Under kan vi se et bilde som illustrerer intermodal vindmølletransport, hvor omlastning er en del av transportkjeden.



Figur 5.13. Håndtering av vindturbiner ved havna i Rostock i Tyskland

Kilde: Rostock-Port, 2012

Den andre mulige løsningen for intermodal vindmølletransport er å leie en båt hvor tilhengerne til bilene kan kjøres rett på båten, slik at man unngår omlastingen både ved lastehavn og lossehavn. Dette er med på å kutte kostnadene, i tillegg til å være et tidsbesparende tiltak. Dette kan bekreftes av informanten fra forstudien som fortalte at han anså det som en bedre løsning både med tanke på tid og kostnader, hvis man har rett utstyr og kapasitet. Han poengterte imidlertid at transportløsningen også er avhengig av hvor lang seiletiden er. Den siste faktoren er den som i så fall vil bestemme om løsningen er en passende løsning for transporten til Roan. I tillegg trenger man nok store arealer i en riktig vinkel for at man skal være i stand til å hekte på hengerne på bilene, og dra de ut fra skipet. Da det er sagt at Bessaker havn har nok kapasitet til håndtering av vindmøller, så anser jeg ikke det som et problem for dette prosjektet. Under ser vi et bilde fra transporten opp til Høg-Jæren Energipark, hvor vindmøllekomponentene ble transportert på hengere og dratt i land av bilene.



Figur 5.14. Vindmøllekomponentene blir dratt i land i Egersund havn
Kilde: Zero, 2012

Når det gjelder de eksterne kostnadene som forårsakes av den intermodale transportkjeden, så kommer altså disse av veitransport og sjøtransport. Som diskutert i kapittel 3, så har både tungtransport på veiene og sjøtransport utslipp som har uheldig effekt på miljø og samfunn. Som vi har vært inne på er det likevel ikke løsninger i dag som gjør at man kan unngå disse i veldig stor grad, som betyr at det handler mer om hvordan man setter sammen en transportkjede. Kapittel 3 viser også til funn fra forskjellige studier, som viser motstridende resultater i forhold til om det er veitransport eller skip som er miljøverstingene innen transport. Tar man forbehold om tilgjengelig kapasitet, så vil skip vise til et mer heldig utfall, der utslippene kan deles på utnyttet kapasitet. Dette kommer også av at skip beveger seg i havområdet, og vil dermed i mindre grad skape støy eller vibrasjoner som vil ha innvirkning på lokalsamfunn. I tillegg lager ikke skip kø i trafikken, som tungtransport kan forårsake på veiene. Dermed kan det se ut til at skip totalt kommer bedre ut når det kommer til eksterne kostnader.

Tabell 5.1. Fremstilling av de ulike transportløsningene

	Unimodal veitransport	Intermodal løsning med omlastning	Intermodal løsning uten omlastning
Hovedtransport	Lastebiler	Skip	Skip
Kostnader	Høyest	Middels	Lavere
Tid	Lengst	Middels	Minst
Sannsynlighet for skade	Middels	Middels	Middels - liten
Miljø/ samfunn	Høyest	Middels	Middels

En sammenstilling av konsekvensene for de tre transportløsningene er presentert i tabell 5.1. ovenfor. Tabellen viser til at en intermodal kjede hvor sjøtransport er hovedleddet i transportkjeden kommer best ut her, og er en bedre løsning basert på både de bedriftsøkonomiske og eksterne kostnadene. Når det gjelder hvilke av de to intermodale transportløsningene som er den mest optimale løsningen, så vil observasjoner og mer nøyaktige kostnadsberegninger gi et bedre bilde på tidsperspektivet og totale bedriftsøkonomiske kostnader, som sammen med den ”enkleste” ruten avgjør hvilke løsning transportøren går for.

5.8. Oppsummering

Transportkjeden for vindmølletransport består som regel av spesialbiler og skip, og i noen tilfeller lekter. Tog er derimot ikke aktuelt av praktiske årsaker. For dette prosjektet har det imidlertid vist seg at heller ikke lekter vil bli en naturlig del av transportkjeden. Transporten skal gå fra Nord-Tyskland eller Danmark til Norge, der det per i dag ikke er bestemt hvem som skal være produsenter for utbyggingen av Roan vindpark. Enercon, Nordex, SWP og Vestas er potensielle produsenter, der transportkjeden vil innebære omtrent lik transportløsning uavhengig av hvem som blir produsent. I tillegg til å produsere vindmøllene har den aktuelle produsenten for prosjektet også ansvar for transporten, der de kan velge å koordinere den selv, eller å outsource tjenesten. Transportøren som eventuelt blir valgt som en overordnet logistikkoordinator må dermed forholde seg til produsenten.

For dette prosjektet har man tre overordnede transportløsninger, der den ene løsningen er en unimodal veitransportløsning. Jeg har identifisert tre alternativer, der alle viser til større utfordringer enn fordeler, som vil resultere i svært høye kostnader og kreve mye tid. Dette kommer blant annet av transportens dimensjoner, nødvendig tilrettelegging av veistrekningen i forkant av transporten, bilenes begrenset kapasitet, og på grunn av regler og restriksjoner. I tillegg vil ren veitransport føre til en stor belastning på lokalsamfunnet og miljøet, da det spesielt vil føre til uheldige konsekvenser som støy og dannelse av kø.

De to andre transportløsningene er intermodale løsninger som består av pretransport, hovedtransport og ettertransportering. Da de potensielle produsentene er store aktører på markedet, så er det antatt at transporten fra produksjonsanlegg til havna ikke vil by på store problemer. Det er tre aktuelle havner i Tyskland og en i Danmark, der de ulike rutene ikke avviker stort fra hverandre. Fra havnene vil alle rutene videre gå med skip, der jeg har identifisert to alternativer for sjøtransporten. Løsningen som tradisjonelt sett er brukt er å laste vindmøllekomponentene på skipet og feste disse, for så å losse komponentene av skipet på havna ved site. Det andre alternativet innebærer kort sagt å "parkere" tilhengerne med vindmøllekomponentene festet på seg, inne i båten, for så å hekte de av bilene slik at hengerne er med under hele transporten. Løsningen gjør at man unngår lasting og lossing, da biler ved lossehavna kobler på hengerne og drar de opp til site. Med denne løsningen vil ikke båten kunne frakte like mange vindmøller på samme turen, men må enten seile flere turer eller leie flere skip.

Det er identifisert to havner som er antatt å ha tilstrekkelig kapasitet for ilandføring av vindmøllene; Bessaker havn og Monstad kai. Bessaker havn ligger nærmest Roan, og har størst kapasitet, som gjør at den anses som det beste alternativet for denne ruten. Det er funnet flere veier som kan benyttes opp mot fjellområdene hvor Roan vindpark skal bygges. Det er likevel antatt å være behov for utbygging av veinettet, der observasjon på området er nødvendig for å kartlegge de virkelige forholdene i området.

Det er flere utfordringer med en intermodal kjede, da det ofte er mange aktører involvert. Produsenten, som ikke er ekspert på transport, kan enten koordinere transporten selv, eller leie inn en aktør som tar på seg denne rollen. Ved å ansette en ekstern koordinator fraskriver produsenten seg mye av ansvaret, der det antageligvis er en erfaren transportør som koordinerer transportkjeden. Oversikt og kommunikasjon innad i transportkjeden er en utfordring i intermodal nettverk. Uheldige forhold påvirker servicenivået, da kunden krever at

koordinatoren har fullstendig oversikt til enhver tid, og kan levere til rett tid uten tap eller skader. Mangel på kommunikasjon kan føre til mangel på utstyr, forsinkelser eller at transportmidler er for tidlig ute. Slike forhold kan føre til stor økning i de totale bedriftsøkonomiske kostnadene for reisen, i tillegg til økt utslipp av miljøfarlige gasser.

Lastebilene er transportmiddelene i transportkjeden som har minst kapasitet, og er dermed det mest kostbare leddet per kilometer. For sjøtransport varierer kostnadene etter hvilke type skip med hvilket utstyr man leier. Selv om prisen for leie av skip er større enn per lastebil, så har skipet større kapasitet i tillegg til å være en mer effektiv løsning for dette prosjektet. Begge alternativene for intermodal transport utnytter tilgjengelige ressurser på en bedre måte, og er dermed mer kostnadseffektive. I tillegg til kostnader så kommer de intermodale løsningene best ut basert på tid, sannsynlighet for skade, og med hensyn til miljø og lokalsamfunn. For den ”utradisjonelle” intermodale løsningen eliminerer man omlastningskostnadene, men må likevel leie hengere for hele transporten. Det vil si at man sparer tid og eliminerer omlastningskostnader, men kostnadene for sjøtransporten øker, som betyr at den totale effekten er usikker. Hvilke av de to løsningene som er mest aktuell for transport av vindmøller til Roan er imidlertid avhengig av mer nøyaktige kostnadsberegninger og observasjoner.

Alle informantene påpekte at god planlegging er alfa og omega for å kunne minimalisere kostnadene, da god planlegging fører til at transportørene kan unngå problemer i større grad, og med det unngå ekstra kostnader. Kostnadsbilde for den totale transporten inkluderer også de eksterne kostnadene, der transportørene spesielt legger til rette for å unngå kø, støy og vibrasjoner. Utslipp av giftige gasser er på den andre siden ikke noe transportørene kan håndtere, så lenge de benytter seg av moderne utstyr. Til tross for at det eksisterer andre alternativer, så har ikke kunder innen vindmølleindustrien betalingsvillighet for grønne løsninger. Pris, kvalitet og leveringstid styrer transportløsningen, da kundene setter disse faktorene høyest. Selv om det eksisterer mer miljøvennlige løsninger, så kan man ut fra informantenes uttalelser se at de mest kostnadseffektive løsningene ofte er de mest miljøvennlige av de ulike alternativene for transportløsning.

6. Avslutning

I denne masteroppgaven har jeg forsøkt å gi et bidrag til forskningen innen spesialtransport, hvor det har vist seg å eksistere få studier. Formålet med denne oppgaven har i hovedsak vært å se på hvilke muligheter en kan benytte seg av for gjennomføring av vindmølletransport, og utfordringer knyttet til disse, samt gi en oversikt over både sentrale bedriftsøkonomiske og eksterne kostnadskomponenter som kommer av transportløsningene. Problemstillingene for denne studien lyder som følger:

Hvilke transportmuligheter finnes for frakt av vindmøller fra produsent til vindmøllepark, og hvilke kostnadskomponenter er knyttet mot disse?

Tar transportører hensyn til eksterne kostnader som forekommer under vindmølletransporten?

Studien tar for seg en planlagt utbygging på Fosenhalvøya i Midt-Norge, med levering av vindmøller fra Danmark eller Tyskland. Informasjonen er innhentet ved dybdeintervju av sentrale aktører og personer.

I dette kapittelet skal jeg besvare problemstillingene ved å trekke en konklusjon basert på mine funn. Videre vil jeg se på betydningen av disse funnene, både for myndigheter, transportører og kunder, og til slutt forslå hva videre forskning kan innebære.

6.1. Konklusjon

Da en unimodal veitransportløsning har vist seg å være en uaktuell løsning for vindmølletransport over lengre distanser, så er de aktuelle identifiserte løsningene intermodale transportnettverk. Transportløsningen som praktiseres varierer fra prosjekt til prosjekt, der distanse og topografi har vist seg å være avgjørende for hva som er den optimale løsningen. For dette prosjektet har jeg identifisert to muligheter for gjennomføringen av transporten. Begge løsningene er ansett som kostnadseffektive, så fremst samspillet i nettverket fungerer, der den utradisjonelle løsningen har effektivisert transporten betraktelig i tidligere prosjekter.

Ut fra studien fant jeg at veitransport er det dyreste leddet per tonnkilometer, på grunn av de mange flaskehalsene, mens skip viste seg å være det rimeligste og mest forutsigbare leddet i transportkjeden. Begge leddene innebærer store kostnader, der dagspris for leie av bilene, krav om tilstedeværelse av politi, vegvesen og følgebiler, samt tilrettelegging av veistrekninger, utgjør store deler av kostnadene for veitransport. De største kostnadskomponentene for sjøtransporten har vist seg å være dagsprisen for å leie skipet, kraner, terminalkostnader, og drivstoff som alene utgjør $\frac{3}{4}$ deler av de totale kostnadene for sjøtransporten.

Når det gjelder første del av problemstillingen, så kan jeg fra funnene gjort i denne studien dermed konkludere med at pre- og ettertransporten enten består av lastebil eller lekter, mens hovedtransporten som regel består av sjøtransport. Det er likevel to alternativer for gjennomføringen av sjøtransporten, der man kan eliminere omlastningskostnadene og spare tid, eller velge å inkludere omlastning og dermed utnytte mer av skipets kapasitet. For å eliminere omlastningskostnaden kan man unngå lasting og lossing ved havn, ved å ”parkere” hengeren med vindmøllekomponentene inne i båten. På den måten hekter bilene hengerne av inne i båten ved lastehavn, og hekter hengerne på igjen ved lossehavn, hvor en aktør stiller med biler for å dra tilhengerne av båten og opp til site. Den andre løsningen innebærer å laste og losse båten med kraner, som er den mest brukte transportløsningen for vindmølletransport i dag. Transport av vindmøller forblir en dyr transport på grunn av lastens verdi og dimensjoner, men kostnadene kan likevel minimaliseres med god planlegging. Til tross for at det ikke er innen prosjektlogistikk de store miljøbesparelsene kan hentes, og at løsningene som er mest kostnadseffektivt også viser seg å være de mer miljøvennlige løsningene, så kan fremdeles endring i industriens holdninger bidra til mindre utslipp.

Hva angår den andre delen av problemstillingen, så er de eksterne kostnadene også en del av det totale kostnadsbildet. Gjennom studien har jeg kartlagt i hvilken grad disse vurderes under planleggingen av transporten. Transportørene benytter seg av moderne utstyr, og det viser seg at de gjennom god planlegging skåner lokalsamfunn for uheldige påvirkninger som støy og dannelse av kø. De gjør derimot ikke store tiltak for å minimalisere utslipp av giftige gasser, da slike løsninger er kostbare. Det er funnet at etterspørselen for miljøvennlige transportløsninger er lav i denne bransjen, som betyr at kunder ikke har betalingsvillighet for slike løsninger, og det fører til at det ikke lønner seg for transportørene å kjøre miljøvennlig tonnasje. I dag vil en miljøvennlig løsning føre til at transportøren priser seg ut av konkurransen, som fører til at både transportøren og miljøet taper på det.

Norske myndigheter er positivt innstilt til satsingen på elektrisk kraft fra vindmøller, og legger økonomisk til rette for denne utviklingen. Samtidig innebærer den norske transportplanen offensiv miljøpolitikk for transportsektoren, med vekt på å redusere skadelig utslipp fra transport. Det er dermed et paradoks at transport av det miljøvennlige konseptet som vindmøller er, ikke har krav om miljøvennlig profitt. Ut fra disse forholdene kan dermed en bevisstgjøring av industriens holdninger til transporteringen av vindmøller, som er identifisert i denne studien, føre til at myndighetene oppfordrer til miljøvennlig transport. Den økonomiske tilretteleggingen for industrien kan med dette også innebærer kutt i avgiftene for drivstoff med lavere innhold av svovel. På denne måten vil vindmølletransport også være med å bidra til myndighetenes mål, samtidig som kraftselskapene kan tilby en totalpakke hvor hvert ledd prosessen reflekterer en grønnere løsning.

Den utradisjonelle løsningen for hovedtransporten som er presentert i denne studien, er en løsning som har potensial for ytterligere effektivisering av dagens transportløsning. Siden transporten kan redusere både kostnader og tid, så betyr det at transportøren selv kan få en bedre fortjeneste eller være i stand til å posisjonere seg bedre, da de i større grad kan konkurrere på pris. Siden løsningen har vist til mindre tidsbruk på den totale transporten, så kan transportøren videre øke antall prosjekter per kvartal, som også gir selskapet mulighet til å oppnå en større total inntjening på slike prosjekter. En utfordring som følger løsningen er å utvikle en logistikk-løsning for tilhengerne som er med under hele transporten, slik at dette ikke hindrer potensiell effektivisering.

6.2. Kritiske betraktninger og videre forskning

Vindmølletransport er en kritisk del av utvikling og oppbygging av vindparker, der denne studien tar tak i et område som det per i dag er gjort lite forskning på. Studien har likevel noen svakheter, som jeg var inne på i kapittel 4. Ved å basere undersøkelsen på en forstudie og et case, begrenses mulighetene for generalisering. Selv om målet her var å gå i dybden på hvordan vindmølletransport går for seg, og ikke generalisering, så viste de potensielle rutene fra Nord-Tyskland og Danmark til så like transporter at studien ikke har tatt for seg en diskusjon rundt ulike scenarioer. Dersom rutene hadde representert svært ulike avstander, hvor det også hadde blitt naturlig for en av transportkjedene å ta for seg lekter, så hadde studien vist et mer helhetlig bilde av vindmølletransport. Likevel har studien tatt for seg transportmidlene som ofte blir brukt for å transportere vindmøllekomponenter. Observasjoner på området ville videre gjort studien mer utfyllende, men siden dette er et prosjekt i

planleggingsfasen så er det i stedet gjort forutsetninger om ulike deler av transporten. I forkant av et faktisk valg av transportløsning vil man måtte besøke området og observere forhold som veistandard, lagringsforhold og havnefasiliteter.

For videre studier vil det være aktuelt å sette seg inn i de reelle tallene for hvert ledd i transportkjeden, slik at man kan gå inn i bransjen og se hvilke tiltak som kan gjøres for å effektivisere transporten ytterligere. Ved å analysere operasjonene og de kostnadene dette medfører, kan man finne flere alternativer for ruten, og dermed bidra med viktige funn til bransjen. I tillegg vil det være aktuelt å gå dypere inn i samspillet mellom aktører i intermodale transportnettverk, for å identifisere hva som kan forbedres, og hva som er suksessfaktorene for en velfungerende transportkjede.

Referanseliste

- Ballou, R. (2004), "*Business logistics: supply chain management*", 5. utgave, Pearson Prentice Hall.
- Bessaker, 2012. <http://www.bessaker.no/gammel/havn>, hentet 4.5.2012
- Bjørnland, D. og Lægreid, L. (2001), "Logistikk-kostnader i et langsiktig perspektiv", Forskningsrapport nr. 10, Handelshøgskolen BI, Sandvika.
- Borger, D. B. & Proost, S. (2001). "*Reforming Transport Pricing in the European Union*", MPG Books Ltd, Bodmin, Cornwall.
- Braekers, K., Janssens, G. K. og Caris A. (2009). "Review on the comparison of external costs of intermodal transport and unimodal transport", *Transportation Research Institute, Proceedings of the BIVIC-GIBET Transportation Research Day 2009*, Hassel University, pp. 875-890.
- Brooks, M. R. og Fraser, G. (2001), "Maritime Logistics", in Brewer A. M., Button K.J., og Hensher D.A. (eds.), *Handbook of Logistics and supply-chain management*, 1. Utgave, Elsevier Science Ltd, pp. 419-430.
- Creswell, J. W. (2009). "*Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*", 3. utgave, SAGE Publications, Inc.
- Dalen, M. (2011), "*Intervju som forskningsmetode – en kvalitativ tilnærming*", 2. utgave, Universitetsforlaget.
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R. og Jackson, P. (2008). "*Management research*", 3. utgave, SAGE publications Ltd
- Enercon, 2012. <http://www.enercon.de/en-en/85.htm>, hentet 24.4.2012
- Esbjerg havn, 2012. <http://www.portesbjerg.dk/da/information--presse--arkiv--2007--vestas-valgte-esbjerg.aspx>, hentet 3.5.2012
- European Commission (2001). "European transport policy for 2010: time to decide", EU COM (2001) 370 final, Brussels.
- Flodèn, J. (2007). "Modelling Intermodal Freight Transport – The potential of Combined Transport in Sweden". BAS Publishing, School of Business, Economics and Law, Göteborg University.
- Forkenbrock, D. J. (2001). "Comparison of external costs of rail and truck freight transportation". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35, 4, pp. 321-337
- Gamesacorp, 2012. <http://www.gamesacorp.com/en/gamesaen/>, hentet 24.4.2012

- Ghauri, P. og Grønhaug, K. (2010), ”*Research Methods in Business Studies*”, 4. utgave, British Library Cataloguing-in-Publication Data
- Google Maps, 2012. <http://maps.google.no/maps?hl=no&tab=w1>, hentet 18.5.2012
- Gomm, R., Hammersley M. og Foster, P. (2000), ”*Case Study Method*”, 1. utgave, SAGE Publications Ltd
- Grønland, S. E. (2011), ”Kostnadsmodeller for transport og logistikk”, TØI rapport nr. 1127, Oslo.
- Grønmo, S. (1985), ”Forholdet mellom kvalitative og kvantitative tilnæringer i samfunnsforskningen”, i Dale, B., Jones, M. og Martinussen, W. (eds), *Metode på tvers*, Trondheim: Tapir.
- Holme, I. M. og Solvang, B. K. (1996). ”*Metodevalg og metodebruk*”, 3. utgave, TANO AS.
- Holtskog, S. og K. Rypdal (1997), ”Energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge”, rapporter 97/7, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Janic, M. (2007). ”Modelling the full costs of an intermodal and road freight transport network”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12, 1, pp. 33-44.
- Jørgensen, F., Mathisen, T. A. og Solvoll, G. (2010), ”Elbil eller konvensjonell bil? Økonomiske analyser”, SIB rapport nr. 2, Handelshøgskolen i Bodø.
- Kreutzberger, E., Macharis, C., Veerecken, L. og Woxenius, J. (2003). *Is intermodal freight transport more environmental friendly than all-road freight transport? A review*. NECTAR Conference No 7, Umeå, Sweden, 13.06.2003 - 15.06.2003.
- Kvale, S. (1997), ”*Det kvalitative forskningsintervju*”, 1. utgave, Ad Gyldendal AS
- Langli, J. C. og Tellefsen, J. T. (2010), ”*Årsregnskapet*”, 9. utgave, Gyldendal Akademisk AS.
- Lowe, D. (2005), ”*Intermodal Freight Transport*”, 1. utgave, Elsevier Butterworth – Heinemann.
- Mason, J. (2002), ”*Qualitative Researching*”, 2. utgave, SAGE Publications Ltd.
- Mathisen, T. A., Nerdal, S., Solvoll, G., Jørgensen, F. og Hanssen, T. E. S. (2009), ”Ferskfisktransporter fra Norge til kontinentet. Transportstrømmer og utfordringer ved bruk av intermodale transportopplegg”, SIB rapport nr. 2, Handelshøgskolen i Bodø.
- Miola, A., Paccagnan, V., Mannino, I., Massarutto, A., Perujo, A. og Turvani M. (2009), ”External costs of transportation. Case study: maritime transport”, European Communities, Luxembourg.

Moccia, J. og Arapogianni, A. (2012), "Green Growth – the impact of wind energy on jobs and the economy", European Wind Energy Association – Report.

Nerdal, Stig (2011), Forelesning om intermodale transportsystem, 5.10.2011, Bodø.

OECD (1997). "Road Transport Research – Outlook 2000", OECD, Paris.

Our-Energy, 2012. http://www.our-energy.com/videos/eu_20_percent_of_renewable_energy_by_2020.html, hentet 2.5.2012

Premius, H. og Konings, R. (2001), "Dynamics and Spatial Patterns of Intermodal Freight Transport Networks", in Brewer A. M., Button K.J., og Hensher D.A. (eds.), *Handbook of Logistics and supply-chain management*, 1. Utgave, Elsevier Science Ltd, pp. 481-498.

Regjeringen, 2012. <http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/dok/regpubl/prop/2011-2012/prop-1-ls-20112012/4/11.html?id=658552>, hentet 2.3.2012

Rostock-Port, 2012. <http://www.rostock-port.de/en/news/press/photo-downloads.html>, hentet 9.5.2012

Saunders, M., Lewis, P. og Thornhill, A. (2000), "*Research Methods for Business Students*", 2. utgave, Pearson Education Limited.

Science. How Stuff Works, 2012. <http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/wind-power2.htm>, hentet 14.5.2012

Siemens, 2012.

http://www.nwe.siemens.com/windpower/jobs/about_us/pages/about_windpower.aspx, hentet 16.5.2012

Stake, R. E. (2000), "Case studies", in Denzin N. K. og Lincoln, Y. S. (Eds.), *Handbook of qualitative research*, 2. utgave, Thousand Oaks, Calif.: Sage, pp.435-453.

Syltern, 2012.

a: <http://www.syltern.no/P1252.htm>, hentet 7.5.2012

b: <http://www.syltern.no/P1252S3.htm>, hentet 7.5.2012

Talley, W. K. (2001), "Costing Theory and Processes", in Brewer A. M., Button K.J., og Hensher D.A. (eds.), *Handbook of Logistics and supply-chain management*, 1. Utgave, Elsevier Science Ltd, pp. 313-323.

Toutain, J. E. W., Taarneby, G. og Selvig, E. (2008), "Energiforbruk og utslipp fra innenlandsk transport", rapporter 2008/49, Statistisk Sentralbyrå, Oslo.

TRB, (1998). "Policy options for intermodal freight transportation", Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC.

Vindkraft, 2012, <http://vindkraft.no/offshore-vindkraft.aspx>, hentet 25.4.2012

Wilhelmsen, 2012.

a:<http://www.wilhelmsen.com/about/Pages/Aboutus.aspx>, hentet 2.5.2012

b:http://www.wilhelmsen.com/services/maritime/companies/buss/BUSS_About/Pages/AboutBarwilUnitor.aspx, hentet 2.5.2012

Wilhelmsen Ships Service (2011), ”Windmill Market Analysis Europe 2011”, upublisert power point resentation.

Windcluster Mid-Norway (2012) ”Forstudie onshore vind Midt-Norge – sammendrag”, upublisert power point presentasjon.

WSS, 2012a. Møte med informanter fra Wilhelmsen Ships Service, 27.3.2012.

Zero, 2012, <http://www.zero.no/fornybar-energi/naa-kommer-vindmoellene-til-jaeren>, hentet 9.5.2012

Vedlegg

Vedlegg 1: Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for lastebiler etter nyttelast

Tabell: Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for lastebiler etter nyttelast. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg.

Kilde: Toutain et al., 2008

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
5-11 tonn								
1994	3,170	0,189	0,166	1,400	40,671	4,539	18,961	3,512
1998	3,170	0,154	0,175	0,800	32,436	3,692	13,266	2,243
2004	3,170	0,116	0,184	0,060	23,194	2,920	7,421	0,984
Over 11 tonn								
1994	3,170	0,181	0,108	1,400	38,895	4,352	20,451	3,597
1998	3,170	0,149	0,114	0,800	31,071	3,575	12,581	2,098
2004	3,170	0,113	0,119	0,060	22,535	2,886	6,249	0,861

Vedlegg 2: Utslipp til luft per tonnkilometer



Figur: Utslipp til luft per tonnkm fra innenlandsk godstransport. CO₂ – ekvivalenter per tonnkm. g/tkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004 i prosent.

Kilde: Toutain et al., 2008

Vedlegg 3: Kostnadskomponenter - ulike transportmidler

Tabell: Spesifisering av eksterne kostnadskomponenter for ulike transportmidler

Kilde: Miola et al. 2009; Maibach et al., 2007

Cost component	Road	Rail	Air	Water
Costs of scarce Infrastructure	Individual transport is causing collective congestion, concentrated on bottlenecks and peak times.	Scheduled transport is causing scarcities (slot allocation) and delays (operative deficits).	See Rail.	If there is no slot allocation in ports/channels, congestion is individual.
Accident costs	Level of externality depends on the treatment of individual self accidents (individual or collective risk) insurance covers compensation of victims (excluding value of life).	Difference between driver (operator) and victims. Insurance is covering parts of compensation of victims (excluding value of life).	See Rail.	No major issue.
Air pollution costs	Roads and living areas are close together.	The use of diesel and electricity should be distinguished.	Air pollutants in higher areas have to be considered.	Air pollutants in harbour areas are complicated to allocate.
Noise	Roads and living areas are close together.	Rail noise is usually considered as less annoying than other modes (rail bonus). But this depends on the time of day and the frequency of trains.	Airport noise is more complex than other modes (depending on movements and noise max. level and time of day).	No major issue.
Climate change	All GHG relevant.	All GHG relevant, considering use of diesel and electricity production.	All GHG relevant (Air pollutants in higher areas to be considered).	All GHG relevant.
Nature and landscape	Differentiation between historic network and motorways extension.	Differentiation between historic network and extension of high speed network.	No major issue.	New inland waterways channel relevant.

Vedlegg 4: Vindmølletransport - verdikjeden

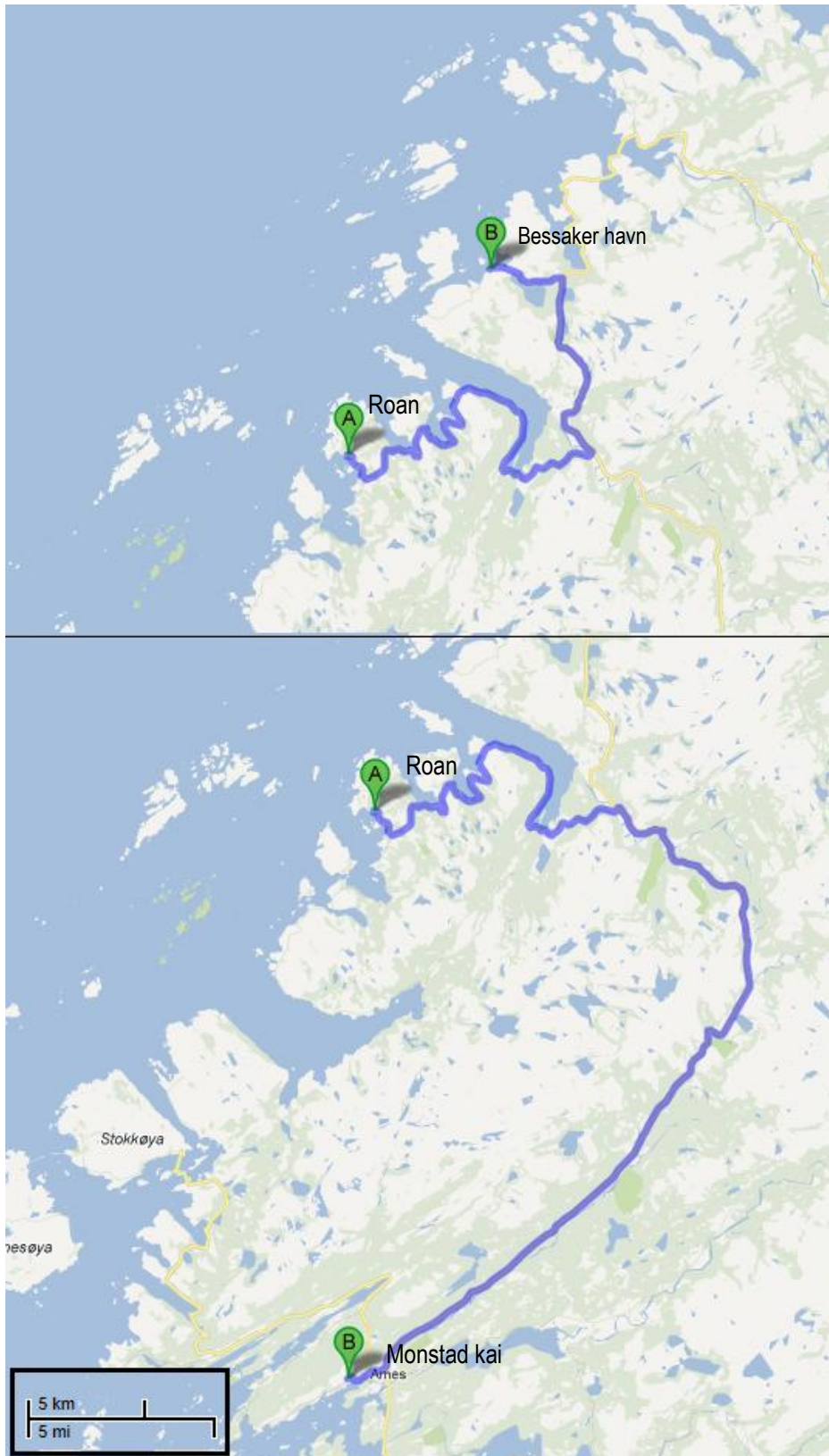
Fra fabrikk til skip



Fra skip til site



Vedlegg 5: Bessaker havn – Roan, Monstad kai – Roan

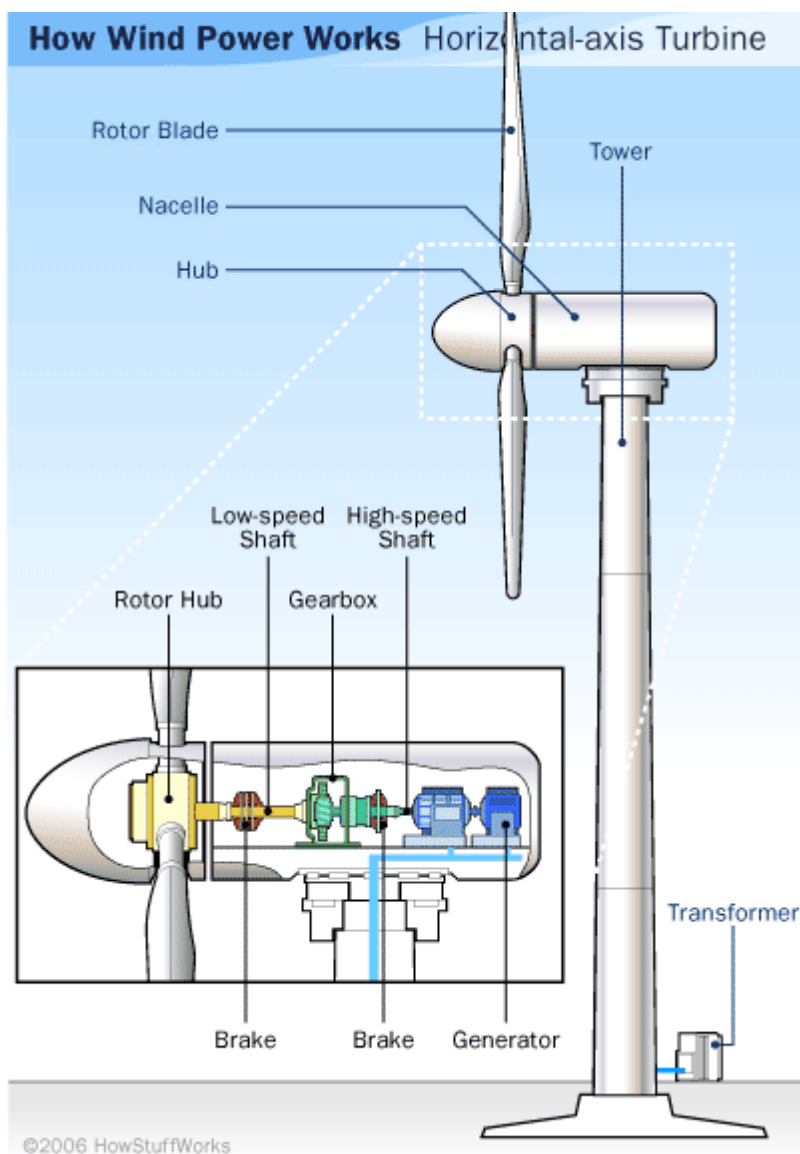


Vedlegg 6: Framtidstegning av Bessaker havn på Løaholmen



Figur: Bessaker havn
Kilde: Syltern, 2012b

Vedlegg 7: Vindmøllekomponenter



Figur: Vindmøllens ulike komponenter

Kilde: Science. How Stuff Works, 2012

Vedlegg 8: Intervjuguide transportør

Denne intervjuguiden ble sendt til intervjupersonene i forkant av intervjuene.

Intervjuguide

Navn og tittel

Ansvarsområde og oppgaver på jobb, og innen vindkraft.

Oversikt over bransjen

- Hvor stor er denne bransjen, både nasjonalt og internasjonalt?
- Hvor er den typiske geografiske plasseringen av vindparker – nasjonalt og internasjonalt?
- Antall produsenter på markedet, og geografisk plassering?
- Er det vanlig at en aktør tar hele transportkjeden? Hvis ja, leies det inn underleverandører av transport?

Bedriftsøkonomiske kostnader er knyttet til transport av vindmøller

- Hvilke kostnader framkommer ved bruk av de ulike transportmidlene? (skip, lekter, lastebil)
- Hvilke transportmidler benyttet under transporten er de mest kostbare per kilometer? Kan du rangere disse etter kostnader per km?
- Med nødvendig utstyr for omlastning, hvor stor er terminalkostnader?
- Hvilke faktorer avgjør ruten?
- Hvilke tiltak iverksetter dere for å minimalisere kostnadene?
- Transporterer dere monteringsutstyr til vindparkene? Gir det ekstra kostnader for dere?

Viktigheten av ulike servicefaktorer

- Hva legger dere i service, og hvilke faktorer opplever dere at kunder har betalingsvillighet for?
- Legger dere inn ekstra tid for å sikre at dere leverer tidsnok?
Fører dette til økte lagerkostnader eller lignende dersom dere leverer for tidlig?

Utfordringer ved vindmølletransport

- Er det stor forskjell på problemer opplevd ved sjøtransport (skip og lekter) og ved lastebil?
- Hvordan påvirker disse problemene kostnadene under transport og omlastning?
- Når dere er en av flere aktører i en transportkjede, hvordan fordeles ansvar mellom aktørene? (Tap, skade, forsinkelser) Hva er størrelsen på slike kostnader?

Eksterne kostnader knyttet til vindmølletransport

- Hvor stor rolle har miljøspørsmål og hensyn til samfunn i deres transportoppdrag?
- Hvordan kombinerer dere miljøhensyn og leveringsservice?

Er det noen andre forhold ved transport av vindmøller som dere mener bør komme frem?

Vedlegg 9: Intervjuguide

Denne intervjuguiden ble brukt av intervjuer under datainnsamlingen.

Intervjuguide

Intervjuobjektet:

Navn og tittel

Ansvarsområde og oppgaver på jobb

Ansvarsområde innen vindkraft

Bransjen:

- Hvor stor er denne bransjen, både nasjonalt og internasjonalt?
Omsetning, antall aktører, antall vindmøllerparker
- Hvor er den typiske geografiske plasseringen av vindparkene i Norge? (land, kyst, sjø)
Er det ofte samme plassering internasjonalt?
- Hvor produseres vindmøllene? Finnes det mange produsenter?
- Er det vanlig at en aktør tar hele transportkjeden?
Tar ansvaret for hele verdikjeden for kunden?
Dersom man har en slik ansvarsrolle, leier dere da inn undertransportører til roller dere ikke kan dekke?
Eller er det mer vanlig at flere aktører er involvert?
- Vil tap eller skader øke forsikringssummer i stor grad?
- Hvilke ledd i transportkjeden anser du å være den mest kritiske? Hvorfor?

Hvilke bedriftsøkonomiske kostnader er knyttet til transport av vindmøller, og hvor store er disse?

- Hvilke kostnader framkommer ved bruk av de ulike transportmidlene (skip, leker, lastebil)
- Hvilke transportmidler benyttet under transporten er de mest kostbare per kilometer?
Kan du rangere disse etter kostnader per km?
- Hvor stor er terminalkostnader, med nødvendig utstyr for omlastning?
Trenger dere spesialutstyr? Er disse lett tilgjengelige? Høye leiekostnader?
Hva er kostnaden for selve omlastningen?
Hvor lang tid tar en slik omlastning?
- Hvilke faktorer avgjør ruten?
Er det relativt enkelt å få ruten godkjent? Hvem tar denne avgjørelsen?
- Hvilke tiltak iverksetter dere for å minimalisere kostnadene?
- Er det dere som transporterer monteringsutstyr til vindparkene? Er det noen utfordringer med disse? Ekstra kostnader?

Hvor stort fokus har dere på service?

- Hva legger dere i service, og hvilke faktorer opplever dere at kundene har betalingsvillighet for og ikke?
- Vil de ekstra kostnadene høy service medfører likevel lønne seg?

- Legger dere inn ekstra tid for å sikre at dere leverer tidsnok?
Fører dette til økte lagerkostnader eller lignende dersom dere leverer for tidlig?
- Hvor viktige er kostnader i forhold til regularitet?
For kunder, hva er de viktigste faktorene for valg transportaktør og hvordan dere gjennomfører transporten?
Hva er de viktigste faktorene for kunden, ved valg av transportør og gjennomføring av transporten?

Hvilke problemer og utfordringer kan og vil oppstå under vindmølletransport?

- Er det stor forskjell på problemer opplevd ved sjøtransport (skip og lekter) og ved lastebil?
- Er noen turbinkomponenter vanskeligere å transportere enn andre? Hvorfor?
- Hvordan påvirker disse problemene kostnadene under transport og omlastning?
- Når det gjelder skadekostnader, hva kan størrelsen være, hvordan håndteres disse, hva gjør dere for å unngå skade?
- Når dere er en av flere aktører i en transportkjede, hvordan fordeles ansvar mellom aktørene?
Tap, skade, forsinkelser.
- Hva med kommunikasjon mellom aktørene, og kommunikasjon mellom alle aktørene og kunden (Eks, hvor er godset).

Eksterne kostnader

- Hvor stor rolle har miljøspørsmål og hensyn til samfunn i deres transportoppdrag?
Transportørens synspunkt.
Kundens synspunkt.
- Hvordan kombinerer dere miljøhensyn og leveringsservice?

Er det noen andre forhold ved transport av vindmøller som dere mener bør komme frem?