



April 30

Rapport

2012

*Rapporten er utarbeidet av North Rail Solutions i samarbeid med "Jernbanen et transportsystem i utvikling", en del av Ekspertene i Team ved NTNU.*

Frakt av fisk på  
Nordlandsbanen

*Daniel Bjørge*

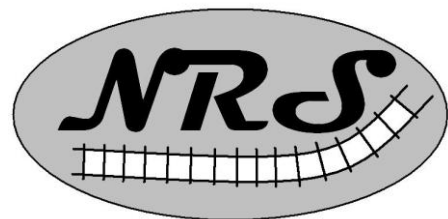
*Erik Sagvolden*

*Mons Ole Dyvik Sellevold*

*Vegard Brun Saga*

*Øystein Haukanes Aasheim*

 **NTNU**  
Norwegian University of  
Science and Technology





## Forord

Denne rapporten er utarbeidet av North Rail Solutions i forbindelse med faget EiT og landsbyen; Jernbanen – Et transportsystem i utvikling.

Rapporten er ment som en kort utredning av frakt av fisk på Nordlandsbanen og anbefalinger knyttet til hva som bør gjøres for å forbedre mulighetene for dette. Det er tidligere blitt publisert enkelte utredninger som omhandler temaet, men frakt av fisk på tog er fortsatt dagsaktuelt da Jernbaneverket i inneværende år skal publisere en rapport om Nordlandsbanen.

Målsetningen for prosjektet har vært og komme med enkelte anbefalinger som bransjen kan dra nytte av, samt skape en kortfattet rapport som informerer om mulighetene for fremtiden. Rapporten blir overlevert skriftlig til oppdragsgiverne ved NTNU og Jernbaneverket.

North Rail Solutions har bestått av Daniel Bjørge, Erik Sagvolden, Mons Ole Dyvik Sellevold, Vegard Brun Saga, og Øystein Haukanes Aasheim. Som veiledere rettes en spesiell takk til landsbyleder Hans Kristian Høidalen og Jernbaneverkets kontaktperson Johan Anton Wikander. Av andre kontaktpersoner nevnes Alf Helge Løhren ved Jernbaneverket og Vibeke Nervik ved NTNU

NTNU 2012

## Sammendrag

North Rail Solutions har med denne fagrapporten utredet situasjonen for fisketransport via Nordlandsbanen. Nordlandsbanen streker seg over 727 km fra Bodø til Trondheim. Lengden på strekningen gir tro på at jernbanen kan være et konkurransedyktig alternativ til frakt på vei.

Fiskeindustrien i Norge er en viktig næring med en eksport på hele 53,8 mrd kr i 2010 og av dette sto havbruksnæringen, ofte referert til som oppdrettsnæringen, for hele 62%. Nordland er det fylket som produserer mest oppdrettsfisk. Selv om oppdrettsanleggene i Nordland er spredd langs hele kysten, er slakteriene hovedsakelig i Helgeland og på Vesterålen, noe som danner utgangspunktet for en sentralisert transport av fisk videre.

Fersk fisk er en vare som hvis pris er sensitiv for endringer i kvaliteten på varen. Fra aktørene blir det oppgitt at følgende kriterier er viktige for valg av transportmetode:

- Fisken kommer frem til rett tid
- Kvaliteten til fisken opprettholdes under frakten
- Prisen for frakt er konkurransedyktig
- Frekvens på avganger

Forsinkelser er et viktig kriterium for aktørene. For å kunne forbedre situasjonen på Nordlandsbanen har vi undersøkt årsakene til dagens forsinkelser og kommet frem til at de er knyttet til trafikkavvikling og materiell sent fra hensettingsspor. Trafikkavvikling innebærer forsinkelser pga. koordinering, trafikkstyring, overbelastet spor eller systemfeil i ruteplanen. Det er også store årstidsvariasjoner ved forsinkelser, der vintermånedene utpeker seg med mer forsinkelser.

Ut ifra kravene som havbruksnæringen stiller til transport av varen, og pga. dagens strukturelle utfordringer på Nordlandsbanen kom vi frem til en rekke mulige tiltak for å gjøre jernbanen til et mer konkurransedyktig alternativ. Av disse tiltakene kom kryssingsspor, dobbeltspor og overvåking av last best ut. Dette ble utredet gjennom en multikriterieanalyse der kriterier og vekt av disse ble valgt ut ifra gruppens problemstilling. Kryssingsspor og dobbeltspor vil bedre kapasiteten, påliteligheten og dermed også fleksibiliteten, mens overvåking gir trygghet i forhold til lastens kvalitet.

## Innholdsfortegnelse

1.	Introduksjon .....	1
1.1	Problemstilling og motivasjon .....	1
1.2	Fremgangsmåte og metoder .....	1
1.3	Avgrensninger.....	1
2.	Dagens situasjon på Nordlandsbanen .....	2
2.1	Geografi og trasé .....	2
2.2	Viktige stopp og terminaler .....	2
2.3	Persontrafikk .....	2
2.4	Godstrafikk .....	3
3.	Dagens situasjon for havbruksnæringen i Nordland .....	3
4.	Krav til transport fra fiskeriindustrien .....	4
4.1	Jernbanens rolle i verdikjeden .....	4
4.2	Verdiskapning .....	5
4.3	Punktlighet og frekvens.....	6
4.4	Beredskap .....	6
4.5	Fremføringshastighet .....	7
4.6	Kvalitetssikring av gods .....	7
4.7	Aktører.....	7
5.	Forsinkelser .....	8
5.1	Forsinkelser fordelt på årsak .....	8
5.2	Forsinkelser fordelt på måneder og år .....	10
6.	Forslag til forbedringer på Nordlandsbanen .....	11
6.1	Overvåkning av last .....	11
6.1.1	Overvåkning av tempertur og posisjon .....	11
6.1.2	Utvidet overvåkning .....	14
6.2	Oppgradering av signalsystem .....	15
6.2.1	Fjernstyring av Nordlandsbanen .....	15
6.2.2	ERTMS på Nordlandsbanen .....	16
6.3	Elektrifisering av Nordlandsbanen .....	18
6.4	Oppgradering av bane .....	18
6.4.1	Generelt om kapasitetsproblemer .....	19
6.4.2	Kapasitetsproblemer på Nordlandsbanen .....	19
7.	Multikriterieanalyse .....	21

8. Miljø og samfunnsnytte.....	24
9. Konklusjon .....	25
10. Videre arbeid .....	26
Kildeliste .....	i

## Figurliste

Figur 1: Transportårer (SiB AS, 2009) .....	3
Figur 2: Verdikjede for oppdrettsfiske .....	4
Figur 3: Punktlighet gods Nordlandsbanen (Jernbaneverket, 2012).....	6
Figur 4: Dimensjoneringshastighet på jernbanestrekninger i Norge (Jernbaneverket, 2012).....	7
Figur 5: Systemskisse.....	12
Figur 6: GSM dekningskart (Telenor ASA, 2012) .....	13
Figur 7: Webgrensesnitt for overvåkning.....	14
Figur 8: Utbredelse av ATC på Nordlandsbanen (Jernbaneverket, 2012) .....	16
Figur 9: ERTMS nivå 2 (Njål Svingheim, Jernbaneverket, 2010).....	17
Figur 10: Kapasitetsutnyttelsen i makstimen (Jernbaneverket, 2012).....	20

## Tabelliste

Tabell 1: Årsaker til forsinkelser for Godstrafikk på Nordlandsbanen (2009-2011) (TIOS, 2012).....	9
Tabell 2: Forsinkelsestimer for Godstrafikk på Nordlandsbanen fordelt på måned og år .....	10
Tabell 3: Resultat fra ANOVA test .....	11
Tabell 4: Ulike implementeringer av overvåkningssystemet (Trailer Trailers, 2005).....	13
Tabell 5: Tiltak for å øke godstransport av fisk på Nordlandsbanen.....	21
Tabell 6: Kriterier for vekting av tiltak.....	22
Tabell 7: Multikriterieanalyse av tiltak .....	23

# 1. Introduksjon

## 1.1 Problemstilling og motivasjon

Denne rapporten tilstreber å besvare problemstillingen: "Hvilke barrierer må overvinnes for å øke transporten av fisk på Nordlandsbanen og hvordan kan dette gjøres". Utarbeidelsen av denne problemstillingen var i svært stor grad inspirert av suksessen til *Arctic Rail Express (ARE)* (Framover.no, 2000), og ikke minst det nyopprettede *North Rail Express (NRE)* (Logistikk ledelse, 2011), som begge frakter store mengder fisk mellom Narvik og Alnabru via Sverige. Det er også per dags dato et sterkt politisk ønske om å flytte mest mulig gods fra vei over på bane (Samferdselsdepartementet, 2009), noe som underbygger motivasjonen for å benytte godstog til frakt av fisk i større grad. Hovedformålet med denne rapporten er derfor å undersøke hva som skal til for at frakt av fisk på Nordlandsbanen skal kunne bli en like stor suksess, og hvordan eventuelle problemer kan løses. For å kunne svare på dette vil rapporten ta for seg både strukturen til havbruksnæringen som er lokalisert i Nordland, og hvordan transporten er organisert i dag. Havbruksnæringen stiller strenge krav til fremføringen av sine produkter, og rapporten tar derfor også for seg hvilke nøkkelutfordringer Nordlandsbanen står ovenfor for å kunne møte disse kravene.

## 1.2 Fremgangsmåte og metoder

Rapporten er stort sett basert på litteratur som er fremskaffet gjennom litteratursøk på internett og universitetsbiblioteket ved NTNU, men inneholder også materiale basert på korrespondanse med fagekspertter og industriaktører. For å kunne evaluere tiltakene som blir drøftet i denne rapporten opp mot gjeldene krav fra havbruksnæringen ble det benyttet en forenklet *multikriterieanalyse* (Wikipedia, 2012). En slik analyse baserer seg på å evaluere en løsning opp mot flere kriterier, og deretter gi løsningen en total poengsum basert på vektning og score på de individuelle vurderingskriteriene.

## 1.3 Avgrensninger

Denne rapporten er begrenset til å omfatte tekniske løsninger og problemer relatert til skinnegang, materiell og framføring av fisk som gods, og vil ikke omfatte aspekter som organisatoriske problemer, godsterminaler og politiske prioriteringer.

## 2. Dagens situasjon på Nordlandsbanen

Nordlandsbanen er Norges lengste banestrekning med hele 727 km, nesten 200 km lengre enn Sørlandsbanen, som er Norges nest lengste bane. Fra og med 2008 er det fra Jernbaneverket (JBV) sin side vedtatt at begrepet *Nordlandsbanen* omfatter hele strekningen fra Trondheim i sør til Bodø i nord. Tidligere hørte den sørligste delen av Nordlandsbanen, fra Trondheim til Hell stasjon, til Meråkerbanen. Strekningen er utbygd etappevis, der parsellen fra Trondheim til Hell stod ferdig allerede i 1881, mens hele strekningen frem til Bodø først sto ferdig i 1962. Store deler av banen er bygd av sovjetiske krigsfanger under den andre verdenskrig. Banen er enkeltsporet og ikke elektrifisert, og det finnes per i dag ingen vedtatte planer for elektrifisering. Jernbaneverket konkluderer i konseptvalgutredningen sin for strekningen fra Trondheim til Steinkjer, at det i første omgang vil være mest hensiktsmessig å elektrifisere Nordlandsbanen frem til Steinkjer. Dette prosjektet ligger inne i Nasjonal transportplan for perioden fra 2010 til 2019. (Jernbaneverket & Statens vegvesen, 2011) (Svingheim, 2011).

### 2.1 Geografi og trasé

Fra Trondheim går banen nordover langs østsida av Trondheimsfjorden, og passerer større tettsteder som Stjørdal, Levanger, Verdal og Steinkjer. Nord for Trondheimsfjorden går banen øst for Snåsavatnet før den går over til Namdalen, og følger den til fylkesgrensa til Nordland og inn i regionen Helgeland. I Helgeland er Mosjøen og Mo i Rana største stasjonssteder. Etter Mo i Rana kommer fjellovergangen over Saltfjellet, der Nordlandsbanen passerer polarsirkelen og har sitt høyeste punkt; 680 m.o.h. (Kunnskapsforlagets papirleksikon, 2012). På nordsiden av Saltfjellet entrer banen regionen Salten med Rognan og Fauske som to viktige stopp. Ved Fauske dreier banen mot vest og følger Saltfjorden til Bodø, som er endestasjon for Nordlandsbanen. Nordlandsbanen går stort sett parallelt med E6 mellom Trondheim og Fauske, med noen unntak på strekningen mellom Steinkjer og Formofoss i Grong, og mellom Mosjøen og Bjerke i Hemnes.

### 2.2 Viktige stopp og terminaler

Trondheim er det klart viktigste knutepunktet på Nordlandsbanen, og knytter banen sammen med resten av jernbanenettet i Norge. Nord for Steinkjer er det Mo i Rana, Fauske og Bodø som framstår som de viktigste logistikknutepunktene. Disse har i dag stor aktivitet innenfor godsvirksomhet. Mindre viktige knutepunkt som kan nevnes er Mosjøen og Rognan.

### 2.3 Persontrafikk

Persontrafikken på Nordlandsbanen er generelt ganske lav. Hovedsakelig er det lengst i nord og lengst i sør at man finner de største trafikkb belastningene, noe som har sammenheng med pendling inn og ut av Trondheim og Bodø. Ut fra Bodø går det tre ulike lokaltog til henholdsvis Fauske, Rognan

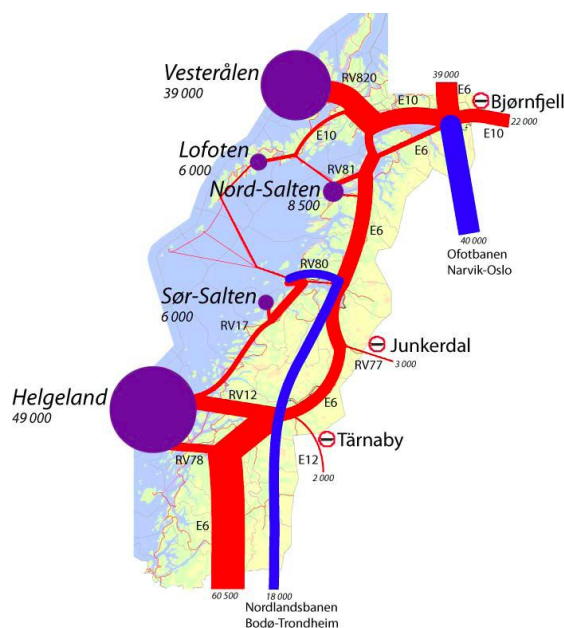
og Mosjøen. Frekvensen på avganger reduseres jo lenger bort fra Bodø man kommer. I sør er det hovedsaklig strekningen mellom Trondheim og Steinkjer som har størst belastning, men det går også et daglig tog mellom Trondheim og Mo i Rana. I tillegg er det to daglige regiontogavganger mellom Trondheim og Bodø (Jernbaneloverket, 2012) (NSB, 2012)

## 2.4 Godstrafikk

Per 2011 kjører CargoNet to daglige avganger med gods mellom Alnabru og Bodø via Trondheim. Dette utgjør 20 000 tonn per år (Jernbaneloverket, 2012). CargoNet opererer med stopp på godsterminalene Mo i Rana, Fauske og Bodø (CargoNet, 2012).

## 3. Dagens situasjon for havbruksnæringen i Nordland

I 2010 eksporterte Norge sjømat for 53,8 mrd. kroner. Av dette sto havbruksnæringen, ofte referert til som oppdrettsnæringen, for 62 %. En tredjedel av denne produksjonen finner sted i Nord-Norge. Nordland er det fylket som produserer mest oppdrettsfisk, og i 2010 ble det produsert 190 000 tonn, mens i Troms ble det produsert 106 000 tonn. I tillegg produseres det noe ørret i fylkene. (Statistisk sentralbyrå, 2009). Det at Nordland er det fylket som produserer mest faller naturlig sammen med at Nordland har flest oppdrettskonsesjoner og flest slakterier for oppdrettsfisk. I år 2000 hadde fylket 135 tillatelser, noe som økte til 165 i 2010. Troms på sin side hadde i 2010 bare 97 konsesjoner. Konsesjonene for oppdrett ligger som for resten av landet jevnt fordelt langs hele kysten, mens slakteriene i større grad er samlet i klustere (Fiskeridirektoratet, 2012). Plasseringen av klusterene er interessante for denne oppgaven fordi de danner utgangspunktet for transporten av varen.



Figur 1: Transportårer (SiB AS, 2009)



I Nordland er det to klustere som skiller seg ut med størst produksjon. Disse ligger i Vesterålen og på Helgeland. Dersom man studerer den transporten som går ut fra disse slakteriene kan man se at det er E6 som er den dominerende åren for transport av fisk fra fylket (Figur 1). Likevel skiller Nordland seg ut fra andre fylker ved at de i større grad enn andre benytter jernbanen i noen grad. Det er to strekninger det er snakk om, den ene er Ofotbanen som går fra Narvik til Alnabru gjennom Sverige, og den andre er Nordlandsbanen. Anslag tyder på at det gikk ca. 40 000 tonn med Ofotbanen og 18 000 tonn med Nordlandsbanen i 2007. Ser man på uttransporteringsårer er det i tillegg til de to jernbanestrekningene og E6, en grenseovergang ved Bjørnfjell og to mindre grenseoverganger til Sverige ved henholdsvis Junkerdal og Tärnaby, men disse står for en marginal del. Majoriteten av fisk fra Nordland går likevel med lastebil (75%) og to tredjedeler av den produserte mengden skal til kontinentet (SiB AS, 2009).

## 4. Krav til transport fra fiskeriindustrien

### 4.1 Jernbanens rolle i verdikjeden

For å kunne gjøre jernbane til et konkurransedyktig alternativ for transport av fersk fisk er det en del krav som må oppfylles. Kravene som stilles går på økonomi, pålitelighet, frekvens og kvalitet. Jernbanen har lavere eksterne kostnader (som omfatter forurensing, støy, trafikk og ulykker med mer) per km enn vogntog (Econa, 2011). Dette er kostnader som for bedriftene kommer i annen rekke dersom de er i konflikt med de direkte kravene som går på varens kvalitet og lønnsomhet.



**Figur 2: Verdikjede for oppdrettsfiske**

I dette kapittelet tar vi for oss transportleddet som en del av verdikjeden. For havbruksnæringen vil verdikjeden typisk se ut som i Figur 2. Fra denne fremstillingen ser vi at transport er en vesentlig del av kjeden, men det er bare i det siste transportleddet hvor jernbanen vil være aktuell. Det er dette transportleddet som tar seg av transport av den ferdige varen til markedet. Det er også bare her det vil være distanser, mengder og infrastruktur til å gjennomføre transport med jernbane. En vanlig måte å løse dette transportleddet på er å samle fisk fra flere eksportører for så å kjøre fulle trailere til en terminal på kontinentet hvor varen sendes videre til den enkelte kjøper. En annen løsning er at kunden organiserer transporten selv.

## 4.2 Verdiskapning

Dersom en vare opplever en verdi eller prisstigning på vei fra produsent til mottaker, snakker man om verdiskapning i transportsektoren. Det kan for eksempel være snakk om at ulike valg av transportløsninger fører til at varen oppnår redusert pris, høyere kvalitet eller at varen leveres raskere. Dette er relevant for fersk fisk fordi den kan være svært avhengig av transporttid sammenlignet med tørrvarer som gruvemalm, maskiner etc. (Larsen, 2003)

Det er ikke kostnaden per kilo som er avgjørende for valg av transportmetode, men i hvilken grad fisken kommer raskt frem, hvilken kvalitet fisken holder og om varen kommer frem til avtalt tid. Grove beregninger viser at man kan se følgende verdireduksjon av varen, som følge av transporttid.

- Ubearbeidet fisk vil kunne ha en reduksjon i pris på 20-25 % etter to dager, og etter tre til fire dager vil verdien kunne være nede i null.
- Prisen på fileter kan synke med 10-15 % etter fem til syv dager

Dette er selvfølgelig avhengig av kravene som stilles av markedene hvor fisken selges. Eksempelvis krever Danmark at fersk ubearbeidet fisk må leveres innen 2 dager fra slaktedato, mens i Frankrike er det akseptabelt med opptil 3-4 dager. (Larsen, 2003)

Ut fra dette ser man at transporttiden er indirekte helt avgjørende for fiskens verdi. Med tidsfølsomheten i bakhodet forstår man at fleksibiliteten i transportløsningen er viktig. Det er helt klart at transportkostnaden per kilo blir høyere dersom man ikke frakter fulle containere. Dette gir lastebiler et fortrinn fordi det vil kreve betydelig mer koordinering å fylle et tog enn en lastebil. Til gjengjeld vil transportkostnaden per kilo være lavere ved bruk av godstog enn ved bruk av vogntog.

Fra foregående avsnitt ser vi at det er i redusert transporttid at en eventuell verdiøkning kan oppstå. Dette vil trolig være vanskelig å oppnå på vei. Her ligger kanskje muligheten for jernbanen dersom man finner effektive koordineringsløsninger, slik at man oppnår et lønnsomt volum. Dette må skje over flere ledd, både ved slaktning og innhentning til terminal eller knutepunkt. Man ser altså at tidsgevinsten fort blir borte dersom omlastning/koordinering av store mengder fisk ikke fungerer tilfredsstillende. Dette viser også at det må være en viss avstand før det vil være noen tidsgevinst ved å bruke tog.

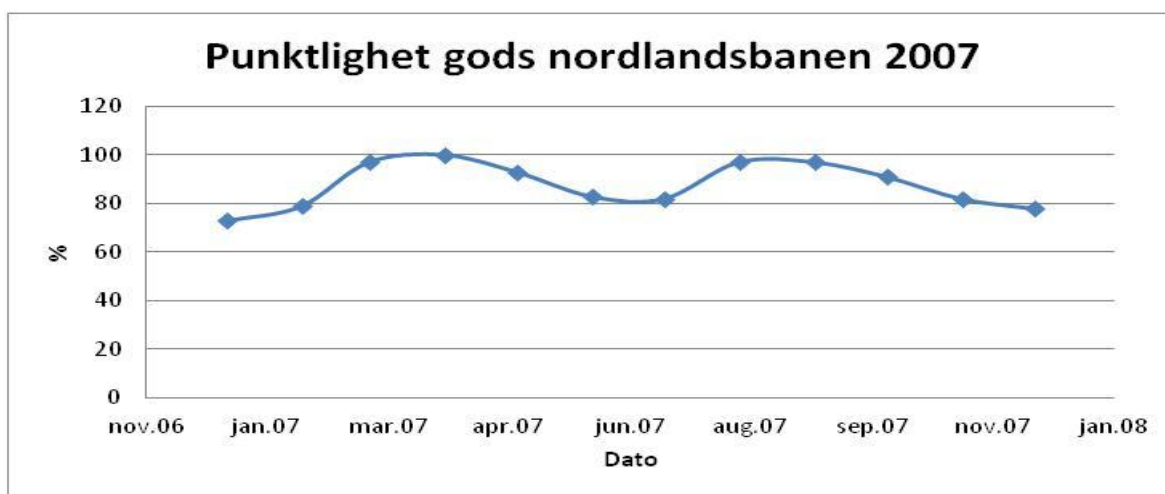
Private fiskeribedrifter er avhengig av lønnsomhet i alt de gjør, og valg av transportmetode er intet unntak. Ingen kommer til å velge transport per jernbane av idealistiske årsaker, jernbanen må derfor være konkurransedyktig på pris sammenlignet med vogntog for at fiskeribedrifter skal vurdere jernbane som et alternativ til veitransport.

### 4.3 Punktlighet og frekvens

Det sies at "ingen har det så travelt som en død laks", og selv om fisk har en relativt god holdbarhet på ca. 2 uker fra slakting til siste salgsdato, må togene være klar for avgang ved behov. (Ryg, 2010)

Dette gir utfordringer for jernbanen, som har sin styrke i å frakte store volumer fremfor hyppige avganger med små volumer. For at jernbanen skal kunne være et godt alternativ for transport av fersk fisk kreves det med andre ord et betydelig koordineringsarbeid mellom fiskeribedriftene og godstransportørene, og siden det i mange tilfeller er langt mellom fiskemottakene/slakteriene og nærmeste jernbanestrekning er dette en betydelig barriere for å kunne realisere målet om å flytte mer av transporten av fersk fisk over på bane.

Minst like viktig som at godstogenes avganger er synkronisert med fiskeribedriftenes produksjon er at toget faktisk kommer frem til avtalt tid, dette gjelder spesielt dersom fisken skal lastes om til vogntog på et senere tidspunkt. Eventuelle forsinkelser vil propagere gjennom transportkjeden og skape problemer. Marine Harvest, som er en stor aktør innen produksjon av fersk fisk krever en leveringspresisjon på 98 % (Ryg, 2010), og dersom man sammenligner dette kravet med punktligheten på godstrafikken på Nordlandsbanen Figur 3 er det tydelig at jernbanen har en vei å gå for å oppnå dette kravet.



Figur 3: Punktlighet gods Nordlandsbanen (Jernbaneverket, 2012)

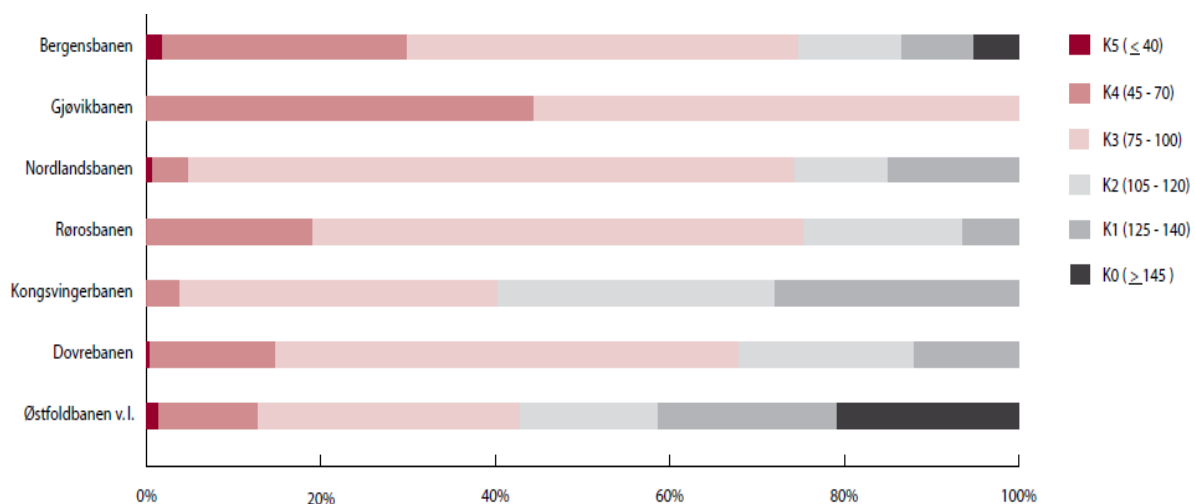
### 4.4 Beredskap

Et viktig moment i alle transportsystemer er å kunne håndtere uforutsette hendelser som reduserer fremkommeligheten, eksempel på slike hendelser kan være flom, ras, storm etc. Hvis et tog blir stående pga. slike hendelser er det ikke bare å velge en omvei slik som man gjerne kan med vogntog,

og for å sikre at lasten ikke går tapt må det finnes prosedyrer og nødløsninger slik at man kan sikre at lasten kommer frem selv ved uforutsette hendelser.

#### 4.5 Fremføringshastighet

Som nevnt tidligere har fersk fisk begrenset holdbarhet, og jernbanen må i tillegg til punktlighet også kunne konkurrere på transporttid. Dette betyr at jernbanen bør holde en minst like god gjennomsnittshastighet som vogntog. Transporttiden er såpass viktig at den blir sett på som en av de viktigste årsakene til at ARE toget mellom Narvik og Alnabru har vært en suksess. (Ryg, 2010)



Figur 4: Dimensjoneringshastighet på jernbanestrekninger i Norge (Jernbaneverket, 2012)

Figur 4 viser hva slags hastighet Nordlandsbanen er dimensjonert for, og til tross for enkelte trege partier er stort sett hele banen dimensjonert for 75 km/t og mer.

#### 4.6 Kvalitetssikring av gods

I motsetning til mange andre varer er fersk fisk en vare som ikke bare er tidskritisk, men som også krever kjøling under transport. Vogntog har gode løsninger på dette i dag, og jernbanen må kunne levere et like godt produkt for at fiskeribedriftene skal føle seg sikre på at fisken holder høy kvalitet ved ankomst. Jernbanen må også tilby effektive overvåkningssystemer for å sikre at fisken holder forsvarlig temperatur under hele transporten, *”Denne overvåkingen er en forutsetning for å sende ferskvarer og frossen mat med tog”* (Bårdstu, 2011).

#### 4.7 Aktører

Gjennom korrespondanse med logistikksjef i Marine Harvest Norge, Ivar Raugstad, har vi fått kartlagt at det ikke bare er regularitet som er en utfordring for jernbanen. Ivar Raugstad sa følgende om deres erfaringer med frakt av fisk på bane:

*” Kvaliteten på fremføring er vi rimelig fornøyd med. Utfordring med banetransport er at det er en lang kjede med mange aktører som nødvendigvis ikke deler samme holdninger til logistikk og presisjon.”*

Han påpeker dermed at lange og kompliserte kjeder av aktører og ansvarsforhold gjør jernbanen til et mindre attraktivt transportmiddel enn vogntog. For at jernbanen skal være konkurransedyktig er dette også en utfordring som bør løses. Ivar Raugstad understreket også at kvaliteten på fremføringen må være på plass for at jernbanen skal kunne benyttes, og presiserte at deres transportvolum med tog tilsvarte en til to trailere om dagen i 2011, mens avtalen for 2012 er redusert til tilsvarende en trailer om dagen. Dette utgjør da mellom 20 og 40 tonn om dagen, og hvis man sammenligner dette med den totale frakten av fisk på Nordlandsbanen, som i 2007 var 18 000 tonn, er Marine Harvest en betydelig bruker av jernbanen. (Raugstad, 2012)

*Mainstream Norge* er et utmerket eksempel på en aktør i havbruksnæringen som virkelig har satset på jernbanen som sin transportform. De har siden oppstarten i 2011 benyttet DB Schenker sitt NRE-tog, som går på strekningen fra Narvik til Alnabru via Sverige. De fremhever at tilbudet både er pålitelig og konkurransedyktig på pris, og ikke minst at tilbudet er upåvirket av vinterstengte veier. *Mainstream* påpeker også at de leverer i snitt 18-20 tonn produkt til hver kunde, og at toget derfor er en fordel med tanke på store volumer . Tidmessig er også NRE-toget konkurransedyktig, og tilbakelegger strekningen mellom Narvik og Alnabru (1960 km) på 26 timer i snitt. Til sammenligning vil et vogntog som kjører strekningen med en snitthastighet på 60 km/t bruke nærmere 33 timer. (Eriksen, 2012)

## 5. Forsinkelser

### 5.1 Forsinkelser fordelt på årsak

Forsinkelser er et viktig krav som bedrifter stiller til transport av varer. Det er mange årsaker til forsinkelser på jernbanen, og for å minske disse tallene er det viktig å vite hvor det er mest effektivt å sette inn tiltak. Punktligheten til godstrafikken har utover 2000-tallet hatt en positiv utvikling med en punktlighet på ca. 90 % på det meste (Wist, 2012).

JBV samler inn informasjon om årsak og konsekvens av alle forsinkelser fordelt på måneder og år i en database kalt trafikkinformasjon og oppfølgingssystem (TIOS). Informasjonen fra denne databasen sammen med et utkast til utviklingsplan for Nordlandsbanen (Jernbaneverket, 2012) blir nedenfor brukt i en analyse for å finne de viktigste truslene til punktlighet for godstrafikk på Nordlandsbanen. Tall på forsinkelser for godstrafikken fra 2009 til 2011 kommer fra TIOS database, i analysen kommer

kun årsaker som står for mer enn 1 % av de totale forsinkelsene til å bli tatt med, dvs. at "forsinkelser fra utlandet", "tele og transmisjonsfeil" og "elkraft/kontaktledningsanlegg" ikke er tatt med i beregningene (TIOS, 2012).

Tabell 1 viser forsinkelser for godstrafikk på Nordlandsbanen fordelt på ulike årsakskoder. De ulike årsakene er ranket fra en-ti etter hvor stor andel av forsinkelser de har forårsaket i forhold til andre årsaker.

**Tabell 1: Årsaker til forsinkelser for Godstrafikk på Nordlandsbanen (2009-2011) (TIOS, 2012)**

Årsakskode	Beskrivelse	Timer	Ranking
Bane	Problemer på banen pga av dårlig vedlikehold og uforutsette hendelser på banen.	213	3
Feil ved materiell	Feil på tog, vogner og lignende.	223	3
Manglende personell	Tidstap pga. personalmangel eller personalbytte.	57	1
Materiell med feil sperrer sporet	Tidstap fordi tog ikke kommer fordi spor er sperret av tog med materialfeil.	37	1
Materiell sent fra hensettingsspor	Avgang blir forsinket fordi tog ikke blir klart til avgang i tide.	645	10
Planforutsetninger endret	Bruk av annet materiell enn forutsatt, noe som gjør at toget kjører for sakte.	109	2
Planlagt vedlikeholdsarbeid	Tog holdes tilbake eller blir innstilt pga. vedlikeholdsarbeid.	59	1
Sikringsanlegg, signalanlegg, fjernstyring	Feil på signalanlegg og/eller teknisk utstyr.	73	1
Stasjonsopphold	Forsinkelser knyttet til korrespondanse, skifting og godsbehandling.	147	2
Trafikkavvikling	Forsinkelser pga koordinering, trafikkstyring, overbelastet spor eller systemfeil i ruteplanen.	556	9
Uhell	Påkjørsel av person, kjøretøy, dyr eller ting.	50	1
Uønsket hendelse	Andre årsaker som, som brann langs linjen eller ulovlig ferdsel i sporet.	53	1
Ytre forhold	Ekstremvær, ras, flom eller andre årsaker som gjør at risikoen for å benytte sporet er for stor.	83	2

Her kommer det tydelig frem at de to årsakene ”Materiell sent fra hensettingsspor” og ”Trafikkavvikling” skiller seg ut og forårsaket over halvparten av alle forsinkelsene. Resten av forsinkelsene er ganske jevnt fordelt utover de andre årsakene.

Når en studerer mer hva de ulike årsakene innebærer står materiell, teknikk og koordinering frem som viktige områder. Eksterne forhold som objekter i sporet og værforhold har en til dels liten påvirkning.

Forsinkelser som skyldes trafikkstyring, overbelastet infrastrukturkapasitet, vente på sporplass, kjøkjøring og systemfeil i ruteplanen går under kategorien trafikkavvikling. Dette påvirkes både av kapasiteten på linjene, ruteplanlegging og koordinering av tog. Materiell sent fra hensettingsspor er forsinkelser som skyldes at tog ikke blir klare til avgang i tide. Dette skyldes at toget blir lastet og gjort klart til avgang for sent. Dette er et spesielt stort problem innenfor godstrafikk og prosentvis er det tre ganger så mange forsinkelser som er forårsaket av dette for godstog sammenlignet med snittet for alle tog (TIOS, 2012). I tillegg påvirker tog som blir forsinket ved avgang punktligheten til andre tog ved at tidsskjemaer blir forandret noe som gjør at andre tog også må vente.

## 5.2 Forsinkelser fordelt på måneder og år

TIOS database gir også tall på forsinkelser fordelt på måneder og år. Tabell 2 viser tallene fra de siste tre årene. Det er en tydelig forskjell mellom forsinkelsestimer både for år og måneder. For å kontrollere om denne forskjellen er signifikant eller en naturlig variasjon blir det gjort en toveis ANOVA test.

**Tabell 2: Forsinkelsestimer for Godstrafikk på Nordlandsbanen fordelt på måned og år**

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Sum
<b>2009</b>	108	114	70	29	48	64	43	80	54	55	38	96	799
<b>2010</b>	119	118	162	57	39	45	31	33	30	42	84	84	845
<b>2011</b>	82	84	103	78	55	46	24	47	52	50	36	30	687
<b>Sum</b>	309	316	335	164	143	156	98	160	137	147	158	209	2331

Testen blir gjort i statistikkprogrammet R og Tabell 3 viser resultatene fra testen. Hypotesen som blir testet er.

$H_0$ : Snitt antall forsinkelser for alle måneder/år er den samme.

$H_1$ : Snitt antall forsinkelser for minst to måneder/år er ikke den samme

**Tabell 3: Resultat fra ANOVA test**

Analysis of Variance Table						
Unit	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Month	11	23531.6	2139.24	3.9575	0.002931	**
Year	2	1098.4	549.22	1.016	0.378398	
Residuals	22	11892.2	540.55			
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

P-verdiene viser at det er en signifikant forskjell på forsinkelser mellom ulike måneder (p-verdi på 0,0029), men den gir ikke grunnlag til å trekke den samme konklusjonen mellom ulike år (p-verdi på 0,3784). Signifikansnivå er her satt til 5 %.

Dette viser at tiltakene som settes inn burde ha høyere prioritet for enkelte måneder. De mest kritiske månedene er januar, februar og mars.

(Walpole, et al., 2012)

## 6. Forslag til forbedringer på Nordlandsbanen

For å finne gode løsninger til å forbedre Nordlandsbanen slik at den kan være attraktiv for frakt av fisk er det mye som kan gjøres. Videre følger en beskrivelse av ulike oppgraderinger, som kan bidra til å forbedre dagens situasjon for transport av fisk på Nordlandsbanen.

### 6.1 Overvåkning av last

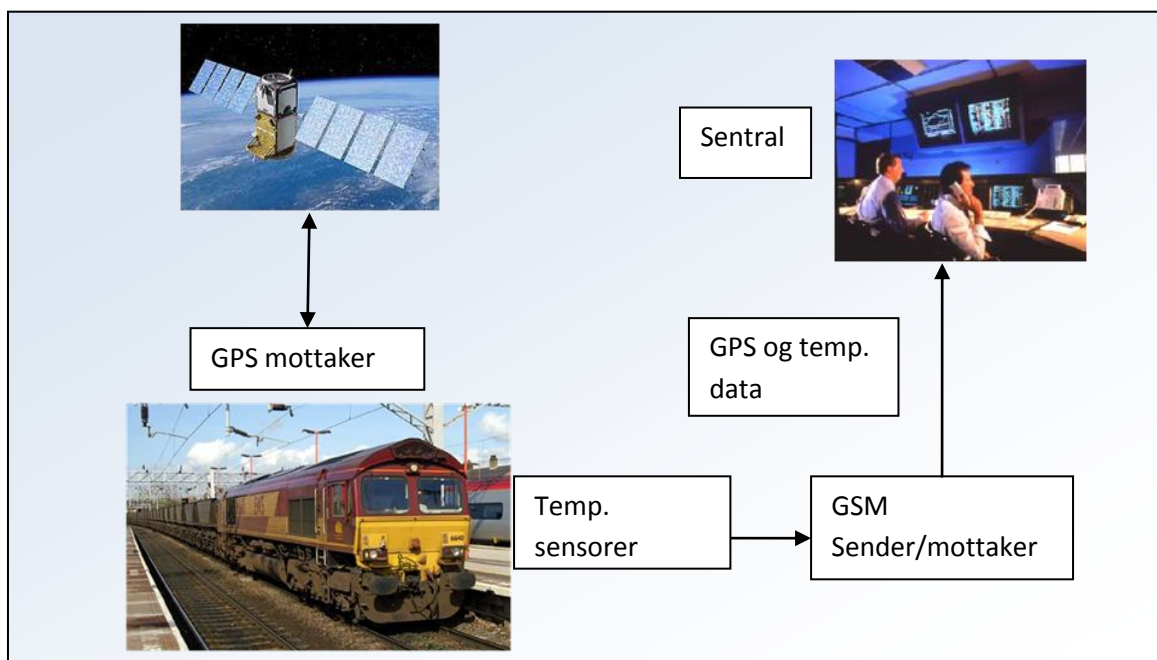
#### 6.1.1 Overvåkning av tempertur og posisjon

For å gjøre jernbanen til et mer attraktivt valg for transport av fisk er det viktig å etablere systemer som sikrer at fisken er av ypperste kvalitet hele veien frem til bestemmelsesstedet. En nøkkelt teknologi for å sikre nettopp dette er overvåkning av temperatur i containere underveis. De fleste aktører innen godstransport per vogntog tilbyr i dag dette som en del av sin produktportefølje, og som eksempler kan man nevne *Bring Frigo* (Posten Norge A/S, 2012) og *Schenker termo* (DB Schenker, 2012). Mesteparten av alle matvarer som fraktes med vogntog benytter i dag en eller annen variant av denne teknologien. Det er imidlertid en del forskjeller mellom å implementere denne teknologien på vogntog og godstog, og man er i større grad avhengig av en fjernstyrt og sentralisert overvåkning på godstog. Grunnen til dette er at i motsetning til vogntog kan ikke lokføreren bare stoppe toget for å kontrollere at alt er som det skal, og et godstog kan fort inneholde mange ulike containere med ulike temperaturspesifikasjoner for ulike varer. Alt dette bidrar til å



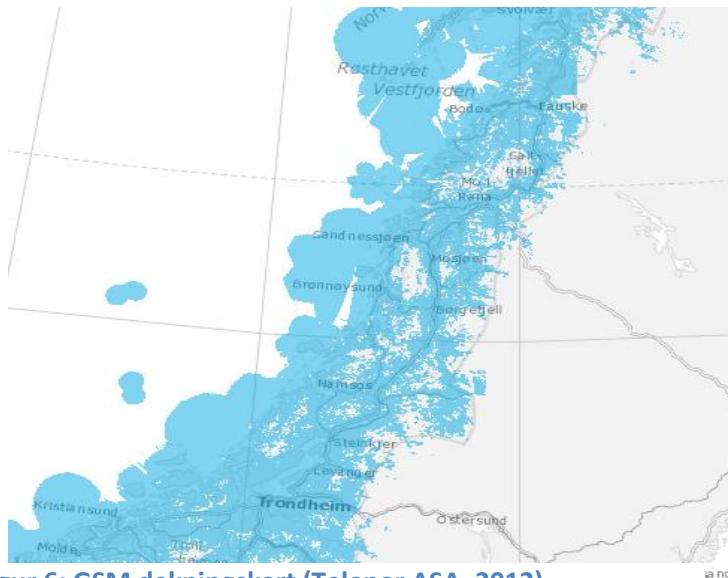
gjøre overvåkningen til en mer omfattende jobb som ikke bør belastes de som fører toget, og det er derfor viktig at ansvaret for denne oppgaven kan påføres en sentral.

Det å kunne overvåke temperaturen under frakt av tempererte varer blir nevnt som en av fortutsetningene for suksessen til DB Schenker sitt ARE-tog, som frakter store volumer av fersk fisk mellom Narvik og Alnabru (Bårdstu, 2011). For å gjøre Nordlandsbanen mer attraktiv bør denne teknologien også være standard tilbud til alle aktører som ønsker å frakte fersk fisk på strekningen. I tillegg til temperaturovervåking kan også posisjonsovervåking ved hjelp av GPS være gunstig som et tillegg til jernbanens eget posisjoneringssystem. Informasjon om godstogets posisjon og hastighet kan være av interesse for både kunde og transportør, og kan inkluderes i en sporingstjeneste som kan tilbys av godstransportøren. Figur 5 viser en grov skisse av konseptet for teknologien.



**Figur 5: Systemskisse**

Som Figur 5 viser kan man kombinere temperatur og posisjonsovervåking i et og samme system, alle data blir lastet opp til en sentral via GSM nettet, som dermed har full oversikt over alle tog i drift. Dersom det oppstår avvik kan sentralen ta kontakt med det aktuelle toget, som da må ta de nødvendige grepene ved neste stoppested. Det kan imidlertid også være andre utfordringer knyttet til å implementere denne teknologien på Nordlandsbanen, og et vesentlig problem som må tas i betraktning er mangel på GSM og GPS dekning i enkelte områder, og da spesielt i områder med mye tunneller. Figur 6 viser hvordan dekningen til Telenor er fra Bodø til Trondheim.



**Figur 6: GSM dekningskart (Telenor ASA, 2012)**

Figur 6 tar ikke hensyn til tunneller og lokale forhold som tett vegetasjon, og kan dermed ses på som optimistisk. Problemet med manglende dekning kan imidlertid løses ved å mellomlagre alle målinger i perioder hvor tilgangen til GSM-nettet er dårlig, og deretter sende dem så snart nettet blir tilgjengelig. Dette vil da kreve at systemet implementeres med et lite mellomlager som dimensjoneres etter hvor lenge det er tenkelig at systemet vil måtte operere uten tilgang til GSM-nettet. På denne måten sikrer man kontinuerlige data til tross for at de ikke kan sendes øyeblikkelig. Slike data vil være verdifull informasjon for både kunden og transportøren, og vil kunne gi økt visshet om at integriteten til lasten bli ivaretatt under transporten.

Systemet kan implementeres på mange ulike måter, og som eksempel på kommersielle løsninger er det i Tabell 4 er det listet opp fire alternativer som tilbys av det amerikanske firmaet Trailer Trailers (Trailer Trailers, 2005).

**Tabell 4: Ulike implementeringer av overvåkningssystemet (Trailer Trailers, 2005)**

Alternativ	Beskrivelse
<b>Alternativ A</b>	Tidsmerkede data med temperaturavlesninger, og posisjonsdata
<b>Alternativ B</b>	Kun tidsmerkede temperaturavlesninger
<b>Alternativ C</b>	Opptil 64 trådløse sensorer i en vogn, med og uten GPS data.
<b>Alternativ D</b>	Langtidslogging av temperaturdata som lastes opp så snart et nettverk er tilgjengelig.

Som Tabell 4 viser kan teknologien tilpasses etter behov, og både antall målepunkter og overføringsmetode kan varieres.

For å gjøre dataene tilgjengelig for kunden kan denne tjenesten også kombineres med ordinære springstjenester, som for eksempel Posten tilbyr på alle pakkeforsendelser (Posten Norge A/S, 2012). Kunden vil da kunne logge seg inn å hente ut status, temperatur og posisjon på sine containere, dette vil gi kunden mulighet til å overvåke sin egen last, noe som kan bidra til å skape økt tillit mellom kunde og transportør. Ikke minst vil denne informasjonsutvekslingen kunne bidra til å forhindre eller eventuelt løse erstatningssaker hvor kvaliteten på lasten forringes underveis.

### 6.1.2 Utvidet overvåkning

Ved kun å overvåke temperatur og posisjon for temperert gods får man i realiteten liten informasjon om den faktiske tilstanden til varen som fraktes, og man er nødt til å stole på at dersom temperaturen er innenfor forhåndssette grenser er også godset i god stand. For fisk er det kort avstand mellom topp kvalitet og avfall, og ved å overvåke fordervelsesprosessen i fisken underveis vil man kunne si mer om hvordan tilstanden egentlig er. En slik fjernovervåkning av utviklingen av skadelige bakterier i en container vil kunne gi kundene enda mer visshet om at fisken holder den forventede kvaliteten, og vil kunne åpne opp muligheter for å prioritere godstog basert på tilstanden til lasten. Et slikt overvåkningskonsept vil være spesielt nyttig for transport over lengre avstander, hvor transporttiden presses opp mot grenseverdiene. Det finnes tilsynelatende ingen kommersielle implementeringer av denne typen overvåkning per dags dato, men det gjøres mye forskning på området, deriblant utvikling av sensorer for å måle den hygieniske kvaliteten i drikkevann (Ingunn Dale Samset, u.d.). Dersom jernbanen blir den første aktøren som tilbyr en slik overvåkning, vil det kunne gi dem et betydelig konkurransefortrinn fremfor vogntog.

En slik utvidet overvåkning vil kunne integreres med dagens teknologi for overvåkning av temperatur, og en eventuell måling av bakteriekonsentrasjon vil kunne sendes sammen med de andre målingene som et ordinært flyttall. Ved å gjøre alle disse dataene tilgjengelige for kunden gjennom et felles webgrensesnitt vil man kunne gi kunden full oversikt over eget gods. Funksjonaliteten kan illustreres ved hjelp av UML (Universal Modelling Language) notasjonen i Figur 7.



Figur 7: Webgrensesnitt for overvåkning

Samlet sett utgjør overvåkning av last en viktig støtteteknologi for at jernbanen skal være et konkurransedyktig alternativ, og kan med fordel være integrert i transportproduktene til alle aktører som opererer på Nordlandsbanen.

## 6.2 Oppgradering av signalsystem

### 6.2.1 Fjernstyring av Nordlandsbanen

Som beskrevet innledningsvis stiller havbruksnæringen strenge krav til presisjonen på fremføringen av fersk fisk, og som eksempel krever Marine Harvest en leveringspresisjon på 98 % (Ryg, 2010). For å kunne oppnå en så høy leveringspresisjon er man avhengig av en presis og pålitelig trafikkavvikling, og sentralt i trafikkavviklingen står jernbanens systemer for signal og trafikkontroll.

Fjernstyring, Centralized Traffic Control (CTC), er en effektiv måte å betjene stasjoner og strekninger på, når det kommer til styring av signalanlegg, kryssinger og ekspedering av tog (Jernbaneverket, 2011). I dag er det bare strekningen mellom Trondheim og Mosjøen som har fjernstyring på Nordlandsbanen. Dette medfører at strekningen mellom Mosjøen og Bodø blir styrt manuelt, noe som i praksis betyr at stasjonene er bemannet. Denne strekningen har blitt planlagt med CTC lenge, og er nå under anlegg. (Svingheim, 2010)

Av JBV blir det trukket frem at fullføring av fjernstyringsutbyggingen helt frem til Bodø vil være en svært viktig faktor i oppgraderingen av Nordlandsbanen (Wikander, 2012). Dette vil medføre økt sikkerhet, bedre punktlighet, økt kapasitet og større driftssikkerhet. Tollpost estimerer at fjernstyring av hele Nordlandsbanen vil medføre en bruksøkning på hele 30 % for deres selskap (Antonsen, 2009).

Figur 8 viser dagens utbredelse av automatisk trafikkavvikling (ATC) på Nordlandsbanen, som er en videreutvikling av CTC.



**Figur 8: Utbredelse av ATC på Nordlandsbanen (Jernbaneverket, 2012)**

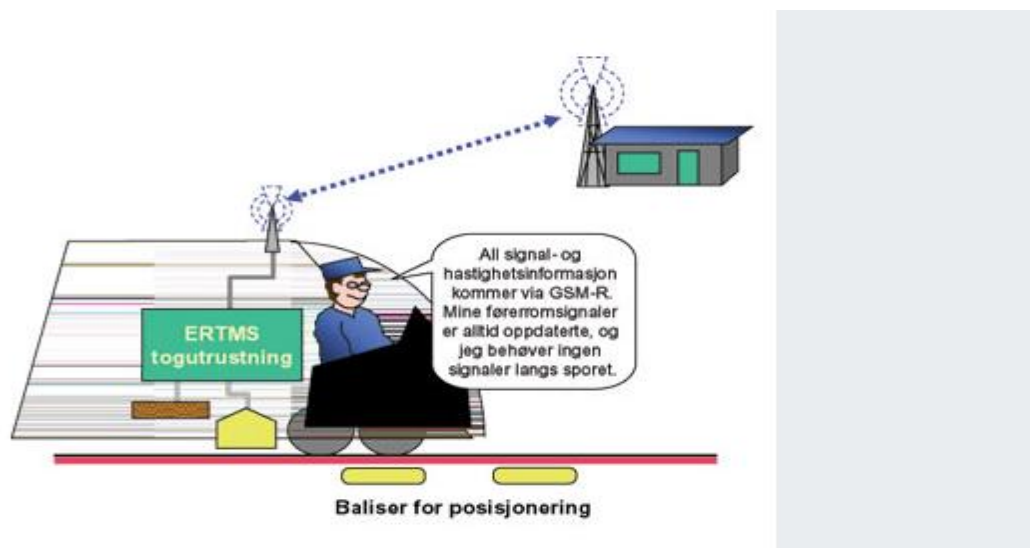
Figur 8 viser som kjent at parsellen mellom Bodø og Mosjøen er uten fjernstyring og sentralisert trafikkontroll. ATC systemet som benyttes påvirker ikke bare punktligheten og kapasiteten på strekningen, men dikterer dessuten også hastigheten som kan benyttes. Som eksempel har DATC en øvre hastighetsgrense på 130 km/h (Jernbaneverket, 2012). En oppgradering av signalsystemet vil dermed kunne både øke kapasiteten og presisjonen, men samtidig også bidra til at jernbanen oppnår konkurransedyktige fremføringshastigheter.

### 6.2.2 ERTMS på Nordlandsbanen

I jernbaneverkets signalstrategi er det deres klare anbefaling at fremtidens signalsystem i Norge skal baseres på den europeiske standarden ERTMS (European Rail Transport Management System) (Njål Svingheim, Jernbaneverket, 2010). ERTMS har som mål å standardisere trafikkavviklingen i Europa, og dermed erstatte dagens landsspesifikke systemer. Dette vil gjøre det lettere å drive internasjonal jernbanetransport, men vil også redusere kostnadene ved implementering og vedlikehold. Hovedsakelig fordi det vil være flere tilbydere av utstyr og reservedeler, noe som vil presse prisene ned.

ERTMS fungerer ved at all informasjon om trafikken kommuniseres via GSM-R, som er jernbanens eget GSM-nett for kommunikasjon, istedenfor via fysiske lyssignaler. I Norge er det jernbaneverket

sin anbefaling at utbyggingen skjer trinnvis, og hele utbyggingen er estimert til å koste mellom 15 og 20 mrd. kroner (Trond Gram, Teknisk Ukeblad, 2009). Figur 9 illustrerer hvordan jernbaneanverket ser for seg at systemet implementeres i første omgang, en såkalt nivå 2 implementering.



**Figur 9: ERTMS nivå 2 (Njål Svingheim, Jernbaneanverket, 2010)**

Som Figur 9 viser vil det fortsatt brukes fysiske baliser for posisjonering, men informasjon om hastighet og signaler vil bli sendt via GSM-R. Dette nivået vil ikke gi de store kapasitetsforbedringene siden man fortsatt trenger en statisk avstand mellom togene, dog kortere enn dagens avstand, men systemet vil kunne redusere antall signalfeil med hele 80 % (Trond Gram, Teknisk Ukeblad, 2009). Først ved ERTMS nivå 3 vil man kunne ha dynamiske avstander mellom togene, slik at kapasiteten kan økes betydelig. Alle tog vil da ha en dynamisk sone foran og bak, som hele tiden tilpasser seg hastigheten og posisjonen til andre tog foran og bak i sporet. Ettersom det er forventet at hele utbyggingen vil ta minst 20 år (Trond Gram, Teknisk Ukeblad, 2009), vil det nok gå en stund før dette systemet er operativt på Nordlandsbanen. Når det først kommer vil det kunne gi et betydelig løft for regulariteten til godstrafikken på Nordlandsbanen ettersom en betydelig andel av togforsinkelsene skyldes feil i trafikkavviklingen (se kapittel 5 Forsinkelser).

Alt i alt vil en oppgradering av signalsystemet på Nordlandsbanen være en investering som vil kunne øke både presisjonen, hastigheten og kapasiteten på trafikken, noe som vil gjøre jernbanen til et mer attraktivt transportmiddel for havbruksnæringen. Det er imidlertid snakk om betydelige investeringer, og det er grunn til å tro at Nordlandsbanen ikke er førsteprioritet under utbyggingen, noe som gjør at ventetiden kan bli lang.

### 6.3 Elektrifisering av Nordlandsbanen

Nordlandsbanen er som nevnt ikke elektrifisert. Dette medfører at alle tog på strekningen mellom Trondheim og Bodø blir drevet av diesellokomotiv. Det finnes planer om å fullføre elektrifiseringen av Trønderbanen, som overlapper Nordlandsbanen mellom Trondheim og Steinkjer. Elektrifisering av parsellen mellom Trondheim og Steinkjer, sammen med andre utbedringer av denne banestrekningen, vil effektivisere person og godstransporten mellom disse to stedene.

Etter korrespondanse med Johan Anton Wikander i JBV kommer det frem at JBV ikke tror elektrifisering av Nordlandsbanen, utover det som er planlagt frem til Steinkjer, vil være nødvendig for å kunne satse på denne banen. Elektrifisering mellom Trondheim og Steinkjer vil ikke få mange nevneverdige konsekvenser for trafikken på Nordlandsbanen; gods- og persontrafikk vil fortsatt gå med diesellokomotiv frem til Trondheim. Godstog som skal videre fra Trondheim må derfor bytte til elektrisk lokomotiv her, slik de gjør i dag. Bytting av lokomotiv i Steinkjer er ikke ønskelig, da denne prosessen tar litt tid og krever litt plass. Da er det bedre å foreta denne byttinga ved en godsterminal i Trondheimsområdet der plassen er god, og toget skal ha et lengre stopp for lasting uansett. For persontrafikken sin del går det per i dag ingen direkte togforbindelser mellom Bodø og steder sør for Trondheim, og lokomotivbytte er derfor ikke nødvendig. Bytting av lokomotiv i Steinkjer for persontog virker heller ikke som en god løsning da noen av lokomotivene er lokomotiv kombinert med passasjervogn, og dermed ville det medføre at passasjerer må bytte vogn.

Vogner som krever strømforsyning (for eksempel kjølevogner til fisketransport) vil uansett få tilstrekkelig strømforsyning selv med diesellokomotiv. Hovedproblemstillingen ved fortsatt drift med diesellokomotiv på Nordlandsbanen er at driften er dyrere for operatøren enn om den hadde vært elektrifisert. På en annen side er utbyggingskostnadene for JBV, om de skulle elektrifisere hele Nordlandsbanen, på ca. 3 mrd. (Statsmelding, 2008) En annen ulempe med dieseldrift er den forurensningen den medfører i forhold til et elektrisk drevet lokomotiv. Til gjengjeld er et diesellokomotiv mindre utsatt for ytre påvirkninger som kan medføre stans. Et elektrisk drevet tog er avhengig av stabil strømforsyning, og at det ikke oppstår feil på det elektriske anlegget, noe som ofte skjer ved dårlig vær. Sånn sett kan det tenkes at et dieseldrevet tog faktisk kan være mer pålitelig på Nordlandsbanen enn et elektrisk tog ville vært. Det er ingen begrensinger på trekkeevnen til et diesellokomotiv kontra elektrisk-lokomotiv. Begrensingene er i begge tilfeller dominert av stigning på traseen.

### 6.4 Oppgradering av bane

Nordlandsbanen har i dag en rekke strukturelle utfordringer, knyttet til blant annet enkeltspor, kurvatur og trasé. Dette går ut over kjøretid, kapasitet og togfølgetid.



### 6.4.1 Generelt om kapasitetsproblemer

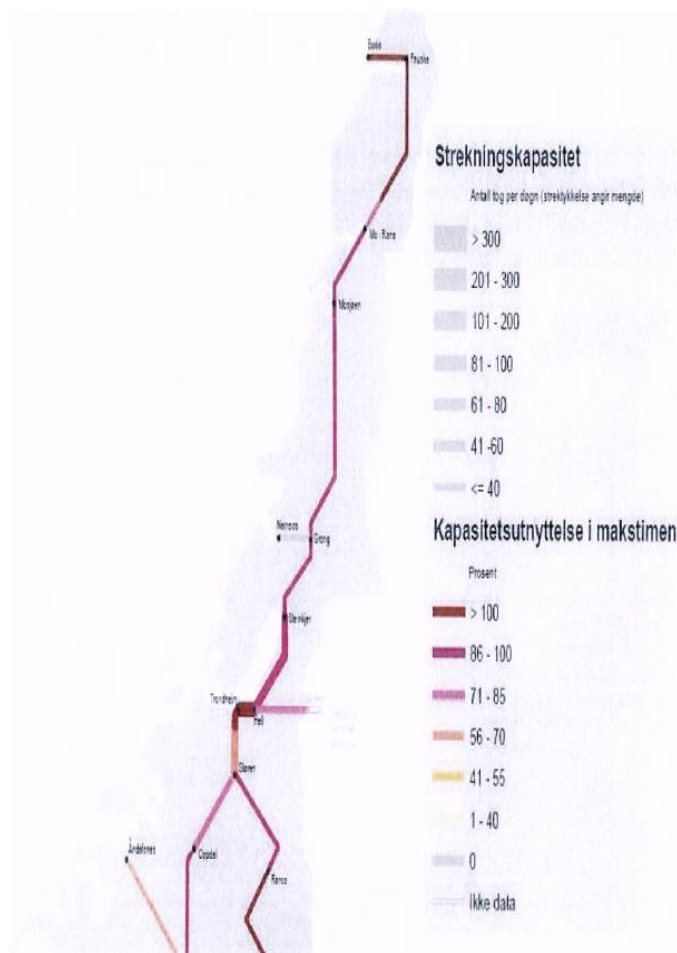
Kapasiteten til en jernbanestrekning begrenses av mange ulike faktorer, men det viktigste er:

- Minste dimensjonerende togfølgetid
- Kjøretidsforskjeller på trafikken kan også være med på å begrense kapasiteten
- Antall elementer i traseen, flere elementer øker risikoen for følgetidsforsinkelser
- Ruteplaner(dette kommer ikke til å tas opp i denne rapporten)

Noen løsninger for å øke kapasiteten er å bygge nye kryssingsspor eller dobbeltspor. Der det er lange strekningsavsnitt med enkeltspor vil det lønne seg å bygge kryssingsspor så lenge togfølgetiden er høyere en ca. 7 minutt. Dersom togfølgetiden allerede er nede i om lag sju minutter, vil ifølge gevinsten med kryssingsspor falle bort og dobbeltspor er det eneste aktuelle strukturelle tiltaket. (Jernbaneverket, 2012)

### 6.4.2 Kapasitetsproblemer på Nordlandsbanen

Kapasiteten er per i dag sprengt på flere strekninger på Nordlandsbanen. Figur 10 viser med grå skygge kapasiteten i antall tog per døgn som trafikkerer strekningene og med ulik grad av rødfarge kapasitetsutnyttelsen i makstimen. Som illustrert er kapasitetsproblemene størst nærmest Trondheim og ved Bodø, men over stort sett hele strekningen er kapasitetsutnyttelsen på over 75 %.





**Figur 10: Kapasitetsutnyttelsen i makstimen (Jernbaneverket, 2012)**

JBV deler inn Nordlandsbanen i fire delstrekninger, som har ulike strukturelle utfordringer og ulik mengde persontransport. Dette avsnittet er i stor grad basert på rapporten Utviklingsplan for Nordlandsbanen av JBV, og vil belyse kapasitetsproblemene på de fire ulike strekningene.

- Strekningen mellom Trondheim og Stjørdal regnes som et eget segment da trafikkgrunlaget synker vesentlig nord for Stjørdal og på grunn av at knutepunktet mellom Nordlandsbanen og Meråkerbanen ligger på Hell. Strekningen er på 35 km og har en minste togfølgetid på sju min. For å kunne forbedre denne situasjonen bør en dobbeltsporparsell mellom Hell og Stjørdal vurderes. Det argumenteres også for at ettersom trafikken mellom Trondheim og Hell er høy, det er et heterogent linjekonsept og kjøretidene er heterogene, bør dobbeltspor bygges på hele strekningen.
- Strekningen mellom Stjørdal og Steinkjer er på 92 km og har en minste togfølgetid på åtte min. Strekningene Levanger-Bergsgrav og Røra-Mære har lavest kapasitet på delstrekningen med 65 tog totalt for begge retninger. Utbedringer som er sett på som et aktuelt for denne strekningen er en forlengelse av kryssingsspor for godstog til 600 meter, og det er også anbefalt at det bør bygges samtidig innkjør. Situasjonen ved Forbordsfjellet gjør at en tunnel blir anbefalt av JBV, da dagens trasé har en stigning ca. 17 prosent. Tunnelen vil gi en kjøretidsreduksjon på ni minutter for alle tog fra Trondheim med destinasjon nord for Stjørdal samt øke tillatt vekt på godstog.
- Strekningen mellom Steinkjer og Rognan er det klart lengste segmentet, men også strekningen med minst persontrafikk. Godstransporten blir dermed dimensjonerende på denne strekningen. Strekningen er på 522 km og minste togfølgetid ligger på 20 min, dette kommer av store avstander mellom kryssingssporene. Aktuelle tiltak på denne strekningen er kryssingsspor og hastighetsforbedrende tiltak.
- Strekningen mellom Rognan og Bodø er preget av en vesentlig høyere persontrafikk enn den foregående strekningen. Lengden er på 81 km og minste togfølgetid ligger på 20 min, dette kommer av store avstander mellom kryssingssporene. De største kapasitetsproblemene finnes ved Saltenpendelen mellom Fauske og Oteråga, der kapasiteten er helt nede i 25 tog per døgn. JBV mener hastighetsforbedringer i form av kurvetilpassing i kombinasjon med nye kryssingsspor kan heve kapasiteten til et "akseptabelt" nivå. Kryssingsspor ved Oteråga bør forlenges med tanke på godstransport samt utbedres med samtidig innkjør ifølge JBV. På strekningen mellom

Fauske og Bodø bør kryssingsspor for godstog forlenges til 600 meter, og det bør også bygges samtidig innkjør.

(Jernbaneverket, 2012)

## 7. Multikriterieanalyse

For å oppfylle de kravene som kreves av havbruksnæringen for transport av fersk fisk, og kunne gjøre Nordlandsbanen konkurransedyktig oppsummeres de mulige oppgraderingene i ulike tiltak. I de foregående kapitlene er det tatt opp ulike utfordringer for Nordlandsbanen disse går blant annet ut på:

- Forsinkelser for godstrafikk
- Delvis sprengt kapasitet
- Tekniske løsninger for trafikkavvikling og kontroll av last
- Utslitt materiell
- Banen har mange "omveier" fordi den følger terrenget

Ut i fra de undersøkelsene som er gjort av North Rail Solutions er det derfor satt opp en rekke tiltak som skal forbedre situasjonen for enten en eller flere av disse utfordringene og derfor bidra til å øke godstransporten av fisk på Nordlandsbanen. Disse er listet i Tabell 5. For deretter å kunne evaluere hvilke tiltak som burde prioriteres benyttes en multikriterieanalyse (Wikipedia, 2012).

**Tabell 5: Tiltak for å øke godstransport av fisk på Nordlandsbanen**

a	Oppgradering av signalsystem til ERTMS	b	Overvåkning av last
c	Vedlikehold av bane	d	Nytt materiell
e	Elektrifisering	f	Ekstra ressurser for vinterdrift
g	Nye kryssingsspor	h	Forlengelse av kryssingsspor
i	Samtidig innkjør	j	Dobbeltsporparseller
k	Nye traseer og tuneller	l	Fjernstyring

Den baserer seg på ulike kriterier som er satt opp med utgangspunkt i de kravene som havbruksnæringen har til transport av fisk og blir vektet ut i fra hvilken grad de bidrar til å forbedre muligheten for transport av fisk på bane. De valgte kriteriene er beskrevet i Tabell 6.

**Tabell 6: Kriterier for vekting av tiltak**

<b>Kriterier</b>	<b>Forklaring</b>
Kostnad	Pris for å sette i gang tiltak
Pålitlighet	Positiv innvirkning på å få frem varene til avtalt tid
Miljø	Positiv eller negativ innvirkning på miljøet
Kapasitet	Øker fraktekapasiteten
Gjennomførbarhet	Kompleksitet og tidsbruk for å gjennomføre tiltak
Samfunnsnytte	Positive ringvirkninger for samfunnet
Forenkling av systemer	Tiltaket gjør det enklere å bruke godstransport
Tidsbesparelse	Frakttiden blir redusert
Kvalitetssikring av fisk	Kvaliteten på fisken blir bedre ivaretatt under transport
Fleksibilitet og sårbarhet	Minsker sansynligheten for problemer eller øker muligheten til å løse dem

Hvert tiltak får deretter en score på hvert kriterium fra en til fem, noe som vil si at vært tiltak kan få en maks poengsum på 30 poeng for hvert kriterium. Poengsummen blir deretter summert over alle kriteriene for å finne det beste tiltaket. Dette er gjort i Tabell 7. Vurderingene er gjort med bakgrunn fra undersøkelsene i denne rapporten, ekspertuttalelser og diskusjoner. Det er viktig å legge merke til at vurderingene tar utgangspunkt i dagens situasjon, og har som mål å forbedre forholdene så fort som mulig.

Tabell 7: Multikriterieanalyse av tiltak

Kriterier	Vekting (1-3)	Score (1-5)																							
		Tiltak a		b		c		d		e		f		g		h		i		j		k		l	
Kostnad	3	3	9	5	15	3	9	2	6	1	3	3	9	3	9	4	12	3	9	1	3	1	3	4	12
Pålitelighet	3	3	9	1	3	4	12	3	9	1	3	5	15	3	9	1	3	1	3	4	12	2	6	3	9
Miljø	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	4	4	3	3	2	2	1	1	3	3
Kapasitet	2	3	6	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	4	8	3	6	3	6	5	10	2	4	3	6
Gjennomførbarhet	2	3	6	5	10	3	6	5	10	2	4	3	6	4	8	4	8	4	8	2	4	3	6	4	8
Samfunnsnytte	1	3	3	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1
Tidsbesparelse	2	3	6	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	4	8	1	2	3	6	4	8	5	10	3	6
Kvalitet på fisk	3	1	3	5	15	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Fleksibilitet og sårbarhet	2	1	2	2	4	3	6	3	6	1	2	3	6	3	6	1	2	1	2	4	8	3	6	1	2
<b>Sum</b>			<b>47</b>		<b>55</b>		<b>45</b>		<b>42</b>		<b>24</b>		<b>46</b>		<b>56</b>		<b>41</b>		<b>41</b>		<b>53</b>		<b>40</b>		<b>50</b>

Multikriterieanalysen viser at de tre tiltakene som scoret best ut i fra de valgte kriteriene er:

- Flere kryssingsspor
- Bedre overvåkning av lasten
- Flere dobbeltsporsparceller

Disse tre skilte seg klart ut fra de andre tiltakene. Elektrifisering er det eneste tiltaket som skilte seg veldig ut i negativ retning, og dette tiltaket vil derfor bidra veldig lite til å øke godstransporten av fisk.

Nye kryssingsspor scoret best fordi den gjorde det bra på de fleste kriteriene. Dobbeltsporsparceller gjorde det også bra på mange av de samme punktene som kryssingsspor, men var litt dyrere å iverksette. Noen av hovedgrunnene til at disse tiltakene scoret spesielt bra var at de er svært kapasitetsforbedrende, øker påliteligheten og er tidsbesparende. For transport av fisk på Nordlandsbanen er kapasitet en flaskehals som går ut over blant annet påliteligheten, og derfor burde tiltakende bli implementert der kapasiteten er et problem.

Tiltaket kryssingsspor anbefales å iverksettes der togfølgetiden er høy. De strekningene som først burde prioriteres er derfor strekningen mellom Steinkjer og Rognan. Deretter kan Saltenpendelen mellom Fauske og Oteråga vurderes. Dobbeltsporsparcell vil være gunstig på strekningen der

kapasiteten er sprengt og togfølgetiden allerede er relativt lav, for eksempel mellom Trondheim og Hell.

Overvåkning av last scoret høyt fordi det var det eneste tiltaket som bidro til å opprettholde kvaliteten til fisken under transport, i tillegg til at det ga større fleksibilitet for aktørene. Det finnes allerede mye teknologi på dette område som brukes innenfor transport av matvarer. Denne teknologien har blant annet hatt stor suksess ved fisketransport på ARE-toget. At kvaliteten på fisken opprettholdes er viktig og ved å overvåke fisken under transporten og samtidig dele informasjonen har kunden mulighet til å kontrollere at transporten holder de nødvendige kravene som stilles. Dette gjelder både overvåkning av temperatur og posisjon. Kundene vil også kunne presentere disse dataene til sine kunder igjen som et slags kvalitetsbevis.

Kostnaden for et slikt tiltak er relativt liten sammenlignet med andre tiltak, og har en høy gjennomførbarhet fordi teknologien allerede finnes. For å ha bedre kontroll på kvaliteten av fisken kan overvåkingen utvides til å også omfatte bakterieutviklingen. Dette er sannsynligvis et mer kostbart tiltak, men kan ha store fordeler for å ha kontroll på forråtnelsesprosessen som igjen gjør at tiltak kan settes inn om kvaliteten på fisken minsker mer enn antatt.

Overvåkning sammen med tiltakene nye kryssingsspor og dobbeltsporparseller kan gi store bidrag for å tilfredsstille de kravene som havbruksnæringen stiller, og burde ut i fra multikriterieanalysen være det første som blir vurdert. Totalt sett er dette gode tiltak som kan bidra til å gi godstransport på bane konkurransefordeler. Videre kan det være nødvendig å se på hvordan fjernstyring og ERTMS signalstyring kan bidra for å utnytte kapasiteten videre. Disse tiltakene har blitt rangert som nummer fire og fem.

## **8. Miljø og samfunnsnytte**

I SIB rapport nr. 2 2009 kommer det frem at overføring av fisketransport fra veg til bane kan redusere de årlige eksterne kostnadene med 42 % på landsbasis. Videre er det estimert at om all fisk som i dag fraktes ut av landet på vogntog hadde benyttet jernbane til Alnabru, ville det medføre en reduksjon i transportarbeidet for vogntog på hele 80 %. (SiB AS, 2009) Trafikk mellom slakteri og nærmeste godsterminal vil fremdeles måtte foregå med vogntog, noe som ikke bedrer trafikktrygghet og miljø lokalt.

Det er på de lange transportetappene, mellom sentrale godsterminaler, at overføring fra veg til bane vil få et positivt utslag på de eksterne kostnadene. For det konkrete tilfellet med Nordland betyr dette at det er på E6 vogntogtrafikken vil bli redusert. Dette vil være gunstig for trafikktryggheten

ved at antall vogntog blir redusert. Lokalmiljøet langs E6 vil oppleve en forbedring ved at utslippene av NO<sub>x</sub>, sot og støy blir redusert. Globalt vil CO<sub>2</sub>-utslippene bli noe redusert, men ikke så mye som kanskje forventet. Dette fordi at Nordlandsbanen kjørers med diesellokomotiv.

## 9. Konklusjon

Det er mange barrierer som finnes for at Nordlandsbanen skal kunne være konkurransedyktige på frakt av fisk. Frakt på vei har mange fordeler sammenlignet med transport på bane i form av et enkelt system, med høy fleksibilitet og høy pålitelighet. De viktigste kravene som fiskeriindustrien stiller til frakt av fisk er:

- Fisken kommer frem til rett tid
- Kvaliteten til fisken opprettholdes under frakten
- Prisen for frakt er konkurransedyktig

Forsinkelser har derfor vært et stort problem med frakt av fisk, der dette får konsekvenser for å få frem varen til rett tid, noe som også kan forringe kvaliteten. Selv om potensialet og kapasiteten til toget gjør at de kan være konkurransedyktige på pris, hjelper dette lite når det ikke er mulig å tilfredsstille de andre kravene. Per dags dato blir ca 75 % av all fisk fra Nordland fraktet på vei.

For at godstransport av fisk på bane skal kunne konkurrere mot lastebiler, og ta over markedsandeler, er det noen forbedringer som trengs. De kravene som havbruksnæringen stiller danner utgangspunkt for en multikriterieanalyse. Ut i fra de kravene og tiltakene som ble vektet mot hverandre i analysen var de tiltakene som fikk høyest score:

- Flere kryssingsspor
- Bedre overvåkning av lasten
- Flere dobbeltsporsparceller

Dette betyr at disse tiltakene burde bli prioritert høyest for at transport av fisk på bane skal øke på en så effektiv måte som mulig. De undersøkelsene som er gjort viser også hvor og hvorfor disse tiltakene burde bli implementert. Kryssingsspor burde bli bygd ut der togfølgetiden er lang, noe som i praksis betyr fra Steinkjer og nordover. Det vil føre til økt kapasitet og pålitelighet. Overvåkning av last er gunstig for å ha kontroll på kvaliteten og posisjonen til fisken underveis, og skape større trygghet gjennom frakten. Dobbeltsporsparceller har mye av den samme effekten som kryssingsspor, men burde i stedet bli innført der kapasiteten er sprengt og det allerede går mange tog. Dette kan for eksempel være mellom Trondheim og Stjørdal eller Bodø og Fauske.

## 10. Videre arbeid

Det er viktig å legge merke til de avgrensningene som er satt i denne rapporten, og at disse tiltakene kun er evaluert i forhold til transport av fisk. For at disse tiltakene skal kunne bli iverksatt gjenstår det fortsatt en del arbeid. Det er snakk om store kostnader for å få til de ønskede forbedringene og det krever en politisk vilje i tillegg til at alle aktører må samarbeide. For at det skal være mulig å få til dette kan videre arbeid gå dypere inn i effekten av disse tiltakene, det gjelder både bedriftsøkonomiskeffekt, miljøeffekt, og ringvirkninger tiltakene kan ha for lokalsamfunn langs Nordlandsbanen.

Det kan også være interessant å gjøre tilsvarende analyse av transport av annen type gods og persontrafikk på bane. Det vil kunne vise hvilke tiltak som best kan forbedre transport på bane generelt, og hvilke tiltak som eventuelt gir felles nytte. Deretter vil det være nødvendig å finne ut hvor og hvordan disse tiltakene kan iverksettes best mulig.

## Kildeliste

Antonsen, J., 2009. *Nordland fylkeskommune*. [Internett]

Available at: <http://www.nfk.no/artikkel.aspx?MId1=0&AId=11832&Back=1>  
[Funnet 18 april 2012].

Bårdstu, A., 2011. Mer fisk tar toget. *Jernbanemagasinet*, Issue 1, pp. 23-27.

CargoNet, 2012. *Tidstabell Norge*. [Internett]

Available at: <http://cargonet.no/no/Tjenester--terminalnett/Tidtabell/>  
[Accessed 14 mars 2012].

DB Schenker, 2012. *Schenker Termo*. [Internett]

Available at: <http://www.schenker.no/products/termo/>  
[Funnet 22 Feb 2012].

Econa, 2011. *Foreslår kalde tog til europa*. [Internett]

Available at: <http://www.magma.no/foreslar-kalde-tog-til-europa>  
[Funnet Februar 2012].

Eriksen, K., 2012. Jubler for laksetoget. *Moderne Transport*, Februar, p. 10.

Fiskeridirektoratet, 2012. [Internett]

Available at: [kart.fiskeridir.no/default.aspx?gui=1&lang=2#](http://kart.fiskeridir.no/default.aspx?gui=1&lang=2#)  
[Funnet 01 04 2012].

Framover.no, 2000. *Laangt tog til Narvik*. [Internett]

Available at: [http://www.fremover.no/lokale\\_nyheter/article283838.ece](http://www.fremover.no/lokale_nyheter/article283838.ece)  
[Funnet 2012].

Ingunn Dale Samset, L. F. H. o. J. D. B. C. S. A., u.d. *Utvikling av sensor for overvåking av vannbehandlingsprosesser og hygienisk kvalitet av drikkevann*. [Internett]

Available at: <http://www.fhi.no/dav/72BDCB23170B435BB465264C9E102891.pdf>  
[Funnet 14 03 2012].

Jernbaneverket & Statens vegvesen, 2011. *Konseptvalgutredning for transportløsning veg/bane Trondheim - Steinkjer*, s.l.: s.n.

Jernbaneverket, 2011. *Ordforklaringer - Jernbaneverket*. [Internett]

Available at: <http://www.jernbaneverket.no/no/Jernbanen/Jernbanedrift---eit-komplisert-samspel/Ordforklaringer/>  
[Funnet 18 april 2012].

Jernbaneverket, 2012. *Jernbanestatistikk*. [Internett]

Available at: <http://www.jernbaneverket.no/no/Jernbanen/Jernbanen-i-tall/>  
[Funnet Februar 2012].

Jernbaneverket, 2012. *Utviklingsplan for Nordlandsbanen, prosjektnr. 760765*, s.l.: Jernbaneverket.



Kunnskapsforlaget papirleksikon, 2012. *Store norske leksikon*. [Internett]

Available at: <http://snl.no/Nordlandsbanen>

[Accessed 22 Februar 2012].

Larsen, I. K., 2003. *Verdiskapning ved Fisketransporter*. [Internett]

Available at: <https://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%D8I%20rapporter/2003/651-2003/651-2003-el.pdf>

[Funnet Mars 2012].

Logistikk ledelse, 2011. *Vil øke konkurransekraften for nordnorsk næringsliv*. [Internett]

Available at: <http://www.logistikk-ledelse.no/2011/tr/tr0101.htm>

[Funnet 2012].

Njål Svingheim, Jernbaneverket, 2010. *Signalsystem*. [Internett]

Available at: <http://www.jernbaneverket.no/no/Jernbanen/Jernbanedrift---eit-komplisert-samspel/Jernbaneverket-satser-pa-ny-teknologi-for-signalanlegg/>

[Funnet 22 Feb 2012].

NSB, 2012. *Rutetabeller*. [Internett]

Available at: <https://www.nsb.no/rutetider/last-ned-rutetabeller-article37627-4325.html>

[Accessed 14 mars 2012].

Posten Norge A/S, 2012. *Bring Frigo*. [Internett]

Available at: <http://www.bring.no/bring-frigo/forside>

[Funnet 22 Feb 2012].

Posten Norge A/S, 2012. *Sporing*. [Internett]

Available at: <http://sporing.posten.no/>

[Funnet 12 03 2012].

Raugstad, I., 2012. *Prosjekt ved NTNU: spm. ang. laks på jernbane* [Intervju] (8 Mars 2012).

Ryg, C., 2010. *Mange gode grunner til å velge toget*. [Internett]

Available at: <http://www.logistikk-ledelse.no/2010/tr/tr1205.htm>

[Funnet Februar 2012].

Samferdselsdepartementet, 2009. *Rekordstore løyvingar til veg og bane*. [Internett]

Available at:

<http://www.regjeringen.no/nn/dep/sd/pressecenter/pressemeldingar/2009/statsbudsjettet-2010-rekordstore-loyving.html?id=581312>

[Funnet April 2012].

SiB AS, 2009. *Ferskfisktransporter fra Norge til Kontinentet*, Bødø: SiB as - Senter for Innovasjon og bedriftsøkonomi.

Statistisk sentralbyrå, 2009. *ssb.no*. [Internett]

Available at: [www.ssb.no/fiskeri\\_havbruk/](http://www.ssb.no/fiskeri_havbruk/)

[Accessed 15 3 2012].

Statsmelding, 2008. *Statsmelding nr. 16 (2008-2009) - Spørsmål 167 Elektrifisering Nordlandsbanen*, Oslo: s.n.

Svingheim, N., 2010. *Trafikk og marknad - Jernbaneverket*. [Internett]  
Available at: <http://www.jernbaneverket.no/no/GLOBAL-MENY/Kontakt-oss1/Trafikkdivisjonen1/>  
[Funnet 18 april 2012].

Svingheim, N., 2011. *Jernbaneverkets hjemmesider*. [Internett]  
Available at: <http://www.jernbaneverket.no/no/Prosjekter/Utredninger/Utredningsartikler/KVU-Trondheim--Steinkjer-Elektrifisering-forst/>  
[Accessed 22 Februar 2012].

Svingheim, N., 2012. *Ny fjernstyring på Bergensbanen - Jernbaneverket*. [Internett]  
Available at: <http://www.jernbaneverket.no/no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2012/Ny-fjernstyring-pa-Bergensbanen/>  
[Funnet 18 april 2012].

Telenor ASA, 2012. *Telenor privat*. [Internett]  
Available at: [Kilde: http://www.telenor.no/privat/dekning/](http://www.telenor.no/privat/dekning/)  
[Funnet 14 Mar 2012].

TIOS, 2012. *Database for trafikkinformasjon og oppfølgingsystem* [Intervju] (7. Mars 2012).

Trailer Trailers, 2005. *Trailer Trailers*. [Internett]  
Available at: <http://www.trailertrailers.com/>  
[Funnet 22 Feb 2012].

Trond Gram, Teknisk Ukeblad, 2009. *Trenger signalanlegg for 15 milliarder*. [Internett]  
Available at: <http://www.tu.no/motor/2009/10/02/trenger-signalanlegg-for-15-milliarder>  
[Funnet 14 Mar 2012].

Walpole, R., Myers, R., Myers, S. & Ye, K., 2012. *Probability & Statistics for Engineers and Scientists*. Ninth Edition red. s.l.:Pearson.

Wikander, J. A., 2012. *Spørsmål om elektrifisering* [Intervju] (7 mars 2012).

Wikipedia, 2012. *Multi-criteria decision analysis*. [Internett]  
Available at: [http://en.wikipedia.org/wiki/Multi-criteria\\_decision\\_analysis](http://en.wikipedia.org/wiki/Multi-criteria_decision_analysis)  
[Funnet 2012].

Wist, B., 2012. *CargoNet, Seminar Stjørdal* [Intervju] (2. Februar 2012).