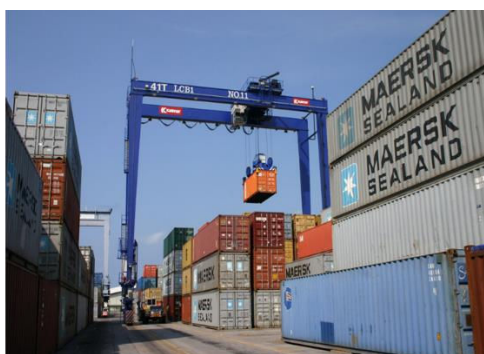


Transportanalyser – KVVU godsterminalstrukturen i Oslofjordområdet



SITMA-rapport 2/2019.

Revidert 17.12.19

Stein Erik Grønland

SITMA

17.12.2019

Forord

Denne rapporten oppsummerer beregningene av de ulike konseptene som er gjort i prosjektet KVV ny godsterminal Oslofjorden. I løpet av prosjektet har det skjedd en del endringer i definisjon av de ulike alternativene. I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i de siste definisjonene som ble gjort i 2019. Dette gjelder både for konsepter og referansealternativet. Videre er det benyttet basismatriser per januar 2019 og siste versjon av nettverk og modell.

Siden basismatriser og nettverk er endret siden forrige versjon av kjøringene i 2017, så er følsomheten bare belyst i form av relative endringer. Disse er vist med utgangspunkt i tidligere beregninger og forutsetninger fra 2017 og tidligere. I tillegg er det foretatt en rekke nye følsomhetsberegninger fra september til november som også er innarbeidet i rapporten

På grunn av den nære tilknytning til prosjektet med KVV for Alnabru, er det benyttet felles beregninger for Alnabru-prosjektet og i KVV-ens konsept K3 (K3a og K3b).

Oslo 17.12.2019

Stein Erik Grønland

Innhold

Forord	1
1. Innledning	4
2. Metodikk for beregningene	5
2.1. Modellverktøy	5
2.3. Kostnader	8
2.4. Eksempler på transportkjeder	9
2.5. Drivkrefter bak endringer - generelt for alle konsepter	13
2.6. Direkte omlasting sjø-jernbane i havn	14
3. Transportanalyser 2040	16
3.1. Referanse	17
3.2. Konsept K3 (Hovedterminalkonsept Alnabru)	20
3.2.1. Hovedterminal Alnabru K3a 2040	20
3.2.2. Hovedterminal Alnabru K3a, K3b og K3a-740 for 2040 og 2062	23
3.5. Konsepter med alternative hovedterminaler (K5) og konsepter med hovedterminal Alnabru og alternative avlastingsterminaler (K4)	29
4. Kapasitetsbehov	40
4.1. Alnabru	40
4.1.1. Referanse	40
4.1.2. Beregnet etterspørsel sammenlignet med kapasitet i konsept K3	43
4.2. Drammen	43
5. Følsomhetsanalyser	45
5.1. Følsomhetsanalyse 480 m.	45
5.2. Følsomhetsanalyse av K5-konseptene	48
5.3. Følsomhetsanalyser K3b	50
5.4. Følsomhetsanalyse K5B	52
5.5. Følsomhetsanalyser rundt kostnadsforutsetningene for referanse og K3a	53
5.6. Følsomhetsanalyser av K3 (2017)	59
5.7. Tidligere følsomhetsanalyser fra 2016	61
5.7.1. Følsomhetsanalyser på alternativ med Alnabru som hovedterminal	61
5.7.2. Følsomhetsanalyser konsept med Vestby som hovedalternativ	63
5.7.3. Følsomhetsanalyser konsept med hovedterminal Alnabru kombinert med avlastingsterminal Ryghkollen	64

5.7.4 Følsomhetsanalyser konsept med Alnabru som hovedterminal og Vestby som avlastingsterminal	65
Referanser	67

1. Innledning

I arbeidet med KVV for godsterminalstrukturen i Oslofjordområdet har det for de ulike konseptene blitt gjennomført transportanalyser. Disse analysene illustrerer effektene av de ulike konseptvalgene for transportfordelingen (tonnkm og tonn), og næringslivets transport- og logistikkostnader. I tillegg tas det ut fra analysene en rekke data som benyttes som videre inngangsdata til de samfunnsøkonomiske beregningene av de ulike konseptvalgene. Det henvises her til egen dokumentasjon av de samfunnsøkonomiske beregningene. Denne rapporten er et arbeidsdokument som dekker arbeidet med transportanalysene.

For transportanalysen gjelder følgende:

- Beregningene dekker i utgangspunktet godsstrømmene for 10 alternativer innenfor 3 hovedkonsepter og referanse. De tidligere konseptene 6, 7 og 8 var silt ut før transportanalysen ble gjennomført, og disse er ikke inkludert. Konsept 2 antas beregningsmessig å gi samme resultat som konsept 3, så det er ikke gjort egne beregninger for dette konseptet. I siste beregningsrunde, som er dokumentert her, var også alternativene i konsept 10 silt ut, og er derfor også tatt ut. Resultatene for hvert beregnet konsept er sammenlignet med referansen for samme år, og resultatene er også vist som forskjeller fra referansen.
- Det er benyttet to beregningsår i transportanalysen som grunnlag for de videre beregninger i den samfunnsøkonomiske analysen, 2040 og 2062. Videre er det som grunnlag til beregningsbaner for de samfunnsøkonomiske analysene også gjort beregninger for 2030.
- Det er tidligere utført en rekke følsomhetsanalyser for K3. Disse følsomhetsanalysene er gjort for 2030. Resultatene i hver følsomhetsanalyse er sammenlignet med det K3. Videre er det tidligere også gjort følsomhetsanalyser for andre alternativ som på detaljnivå avviker fra de analysene som er gjort i siste runde. Vi har allikevel angitt noe om hvilke relative utslag disse alternativene kan gi.
- Følsomhetsanalyser foretatt i 2019 dekker referanse 2040 og K3b 2040 med 480 m tog lengde, konseptene i K5 med Holmen bare åpen for transport av biler og kombitrafikk som går direkte mellom sjø og jernbane, konsept K3b med container stengt på sjø i Moss og Drammen og Oslo stengt for bilimport, konsept K3b med container stengt på sjø i Moss og Drammen og Oslo stengt for bilimport og reduksjon av omlastingskostnadene for container Oslo, Moss og Drammen med 20% samt redusert omlastingskost 20% for bilimport Drammen. Videre er K5B kjørt med en reduksjon i omlastingskostnader for jernbane i Vestby med 20%.
- I november ble det i tillegg foretatt nye følsomhetsanalyser i oktober/november: Det ble avslutningsvis i prosjektet gjennomført følgende følsomhetsanalyser: Referanse kjøres uten 10 % kostnadsreduksjon Alnabru, referanse kjøres 480m tog og uten 10% kostnadsreduksjon Alnabru, K3a med 480m tog lengde og dagens kostnadsnivå Alnabru (uten den forutsatt 7 %

reduksjon i forhold til referanse for 2040 og uten 10% reduksjon i forhold til referanse 2062), K5B med 480m tog lengde og dagens kostnadsnivå Alnabru for Hauer seter (uten den forutsatt 7 % reduksjon i forhold til referanse for 2040 og uten 10% reduksjon i forhold til referanse 2062), og referanse uten 10% kostnadsreduksjon Alnabru og med vegnettverk 2062 uten bompenger.

2. Metodikk for beregningene

2.1. Modellverktøy

Beregningene er utført ved hjelp av Nasjonale modellsystemet for godstransport (NGM). NGM er et modellsystem som består av en likevektsmodell, PINGO, for regionalisering og framskrivning av varestrømmer, en nettverksmodell implementert i CUBE Voyager og en logistikkmodell som fordeler varestrømmer ut ifra kostnadsminimering. Logistikkmodellen er utviklet av det Nederlandske selskapet Significance i samarbeid med TØI og SITMA. Significance har også utviklet en likende modell for Sverige. Datagrunnlaget¹ som modellen anvender er innhentet og tilrettelagt av Transportøkonomisk Institutt (TØI) og SITMA på oppdrag fra Tverretattlig arbeidsgruppe for transportanalyser i Nasjonal transportplan (NTP Transportanalyser).

Nasjonal godstransportmodell er et beregningsverktøy til å beregne transportfordeling, logistikkostnader for transportbrukerne, terminalmengder og transportstrømmer. Den kan oppfattes som en kjempestor kalkulator som basert på prognoser for transportbehov (ikke transportmiddelfordelt) beregner hva som er mest kostnadseffektiv rute for ulike typer transportkjeder, og velger igjen blant disse ulike alternativene hva som gir lavest brukerkostnader.

De totale varestrømmene som transportmiddel fordeles i modellen er konstante. Dette betyr i klartekst at etterspørselen etter transport fra sender til mottaker ikke påvirkes av terminalstruktur og andre policyvariabler i modellen. Det som påvirkes er metoden for fremføring, valg av transportmidler, frekvenser og skipningsstørrelser.

Modellen består av:

- Varestrømsmatriser for 39 varegrupper med varestrømmer mellom soner i Norge internt, og mellom soner i Norge og utlandet. Disse er ikke fordelt på transportmiddel. Matriser for fremtidige år er basert på forventet utvikling for de ulike næringene ut ifra perspektivmelding og befolkningsprognoser.
- Data om bedrifter per sone
- Detaljerte kostnadsfunksjoner for 59 ulike transportenheter, for fremføring tids og distansekostnader, lasting/lossing/omlastingskostnader
- Tidskostnader for varene
- Estimerte lagerkostnader, ordre kostnader og lagerholdskostnader
- Detaljerte nettverk for veg, jernbane og sjø

¹ Se TØI rapport 1638/2018 og 1628/2015

- Terminalkostnadene for sjø inkluderer anløpsvederlag, kaivederlag, ISPS, vareavgifter, losberedskap i tillegg til direkte kostnader personell og utstyr til lastning/lossing og tidskostnader for skipene i havneterminalen. Videre tas det også hensyn til mobiliseringskostnader for skip.
- Terminalkostnader for jernbaneterminal omfatter direkte kostnader til personell og utstyr til lastning og lossing til, kostnader til skifting, og tidskostnader for togene på terminal.
- Ved endringer i infrastruktur endres avstander, tider, kostnader og transportfordeling – basert på at brukerne tar rasjonelle valg

Valgene styres av optimal logistisk atferd (transportvalg er et resultat av best mulig avveining mellom transportkostnader og lagerkostnader)

- Som grunnlag for valgene er det beregnet detaljerte kostnader (km-avhengige, tidsavhengige og terminalkostnader) for en rekke ulike kjøretøytyper, samt for lagerelementet

Den siste versjonen av modellen som benyttes forelå i starten av 2019. Som basismatriser for godsstrømmer er benyttet oppdaterte matriser pr desember 2018 for basisår 2016. Prognoser for fremtidige ikke transportmiddelfordelte godsstrømmer er utarbeidet for hver varegruppe basert på Finansdepartementets vekstbaner for næringer i perspektivanalysene og på SSBs befolkningsprognoser. Før endelige vekstbaner legges på de enkelte varestrømmene foretas det beregninger i likevektsmodellen PINGO. Disse legges til grunn for de vekstbaner som er brukt i prognosene i dette prosjektet. Disse er de samme ligger til grunn for grunnprognosene til NTP 2018 - 2029.

Kostnadsnivået som ligger inne i de ulike beregningene er 2016-nivå.

Enhver modell har pr definisjon usikkerhet knyttet til beregningene. De viktigste i denne sammenheng er:

- Selv om basismatrisene for 2016 er basert på den beste tilgjengelige statistikken vil det være en viss usikkerhet knyttet til varestrømmene
- Prognosene for utvikling i de ulike varestrømmene er basert på forventet utvikling fra Finansdepartementets perspektivanalyser og SSBs befolkningsprognoser. Ved så vidt lange tidshorisonter som det her lages prognoser for, vil disse forutsetningene ha en stor grad av usikkerhet.
- Det forutsettes at den ikke transportmiddelfordelte etterspørselen er konstant, og at modellen beregner en optimal fordeling mellom transportmidlene.
- Det forutsettes at de ulike bransjene som er knyttet til de enkelte varegrupper har en relativt uendret struktur og lokalisering av produksjonsanlegg og varelagre. Det beregnes ikke noen endringer i lokalisering som resultat av endringer i infrastrukturen. Ved så vidt lange tidshorisonter som det her lages prognoser for, vil disse forutsetningene ha en stor grad av usikkerhet.
- Beregningene for fremtidige år forutsetter at alle transportmidler har en parallell teknisk utvikling, og at forholdet mellom de ulike faktorprisene er uendret. Dette er en forutsetning som innebærer usikkerhet.
- Kostnadene er modellert basert på representative transportenheter i dagens marked. Dette er forutsetninger som vil kunne endres fremtidig, og dette innebærer derfor usikkerhet. Med

transportenheter mener vi enheter som ulike biltyper inklusive henger og trailere, skipstyper, ulike typer jernbanevogner og tog og ulike flytyper.

- I inndelingen i varegrupper er disse søkt å være mest mulig homogene ut ifra transporttekniske krav. Det vil være et mindre innslag av inhomogenitet i flere varegrupper, dette innebærer også en viss usikkerhet.
- Generelt vil alle parametere i kostnadsmodellering, varestrømmer og strukturdata ha en statistisk variasjon. Beregningene som foretas gir oss i så måte forventningsverdier, og det vil generelt være usikkerhet knyttet til resultatene, på samme måte som for all modellbruk i offentlig planlegging.

Generelt vil all planlegging og modeller som tar sikte på å beregne fremtidige verdier ha usikkerhet på grunn av at en rekke forutsetninger vil kunne endres, og jo lengre tidshorisonnt man arbeider med, jo større blir usikkerheten, spesielt i forhold til større hendelser og strukturelle endringer i forutsetningene. Det som modellberegningen gjør med en rimelig grad av sikkerhet, er å beregne effekten av de forutsetninger som er valgt. Med hensyn til effekten av endringer i forutsetninger vil retningen være mindre usikker enn de absolutte tallene.

Ved beregninger for spesifikke konsepter gjøres det endringer i modellen for best mulig å kunne simulere konseptendringen. For eksempel ved nye terminaler opprettes disse i nettverkene med spesifikk lokalisering og med et tilbud som er bestemt av hva slags gods som skal betjenes, for eksempel kombigods og vognlastgods. Ved eventuell nedlegging av terminaltilbud stenges dette tilsvarende i modellen. Eventuelle tiltak som gir ulik effektivitet i nye og gamle terminaler simuleres ved at terminalene får ulike kostnadsnivåer og effektivitetsnivåer. Generelt vil tiltak simuleres ved endringer i nettverk, endringer i kostnadsfunksjoner og/eller endringer i tjenestetilbud som er tillatt i terminalene.

På bakgrunn av de gjennomførte endringene vil man i beregningene søke å finne de mest kostnadseffektive logistikkjedene, og som en konsekvens av disse hva dette medfører av transportvalg. Valg av transportløsning er ikke forhåndsbestemt, men velges derimot ut ifra hva som kostnadmessig er mest gunstig. For eksempel vil endret plassering av en jernbaneterminal medføre endringer både i fremføringskostnader for tog og i kostnadene for innhenting og distribusjon av godset. Hvorvidt dette totalt sett i det enkelte tilfeller medfører kostnadsreduksjoner eller økninger vil være avgjørende for endringer i transportmiddelfordelingen, for eksempel mellom bil-bane-bil løsninger og rene dør-til-dør biltransporter. Disse beregninger og sammenligninger foretas i modellen for hver enkelt transportkjede, for mer enn 650 tusen ulike transportstrømmer.

Forutsetninger for de ulike konseptene med hensyn til hvilke tjenester og terminaler som er åpne/stengt, lokalisering for nye terminaler er gitt fra prosjektgruppen. Dette er kodet inn i nettverk og øvrige deler av modellen.

Alle resultater er sammenligninger med tallene for Referanse for samme år. En positiv endring i transportkostnadene for næringslivet betyr at disse øker sammenlignet med Referansen, slik at et resultat som genererer positiv nytte for næringslivet vil ha en negativ endring i transportkostnader. For tonn og tonnkilometer betyr på samme måte en økning at vedkommende tall er større enn Referansens tall.

I forhold til NTP Godsanalyse så er matrisene for godsmengdene blitt justert basert på nyere informasjon. Generelt er veksten i godsmengder frem mot 2030 og 2050 lavere enn i det grunnlaget som ble benyttet i NTP godsanalyse.

Beregningene er i denne analysen utført uten kapasitetsbegrensninger i jernbaneterminaler og havner eller i veg- og banenettet mellom terminalene. Dette betyr at godsmodellen kan sende mer gods via enkelte terminaler enn det er kapasitet til. Resultatet fra godsmodellen kan dermed vise for mye jernbanegods og større gevinster for næringslivet enn jernbanesystemet i et konsept har kapasitet til å betjene. I kapittel 4 i denne rapporten vurderes forholdet mellom beregnet etterspørsel etter omlasting og faktisk kapasitet for Alnabru i Referanse og konsept K3.

Hvis godsmodellen overbelaster Alnabru er dette tatt hensyn til i den samfunnsøkonomiske analysen ved at omlastede mengder som overskrider kapasiteten i jernbaneterminalen i den samfunnsøkonomiske analysen får samme logistikkostnader som ved en dør til dør transport med bil. Denne korreksjonen gjøres ikke i presentasjonen i denne rapporten for de konseptene hvor dette er tilfellet. Her beregnes kostnadene som om det ikke var noen kapasitetsbegrensning.

2.3. Kostnader

Transportvalgene er slik de modelleres i godsmodellen et resultat av hvilken transportkjede som gir de laveste logistikkostnadene. De beregnede logistikkostnadene er transportkostnader: Fremføring, lasting, lossing og omlasting, tidskostnader for godset og den del av lagerkostnadene som er en funksjon av skipningsstørrelse, det vil si av partistørrelser. Kostnader til sikkerhetslager er derfor ikke inkludert. Transportkostnadene utgjør en dominerende del.

Transportkostnadene for en gitt transportkjede vil avhenge av en rekke forhold, blant annet:

- Hvilket transportmiddel som benyttes, type og størrelse
- Partistørrelse for hver forsendelse av godset
- Transportteknologi som bruk av lastbærere, kraner, reachstackere og trucker
- Kapasitetsutnyttelse av transportmidlene
- Avstander til/fra terminalene for henting og distribusjon

Når en eller flere av forutsetningene endres vil kostnader, og også konkurranseforholdet mellom ulike transportkjedene kunne endres, slik at en eventuell generalisering må gjøres med en viss forsiktighet.

I og med at det forutsettes at transportfordelingen påvirkes av kostnadene, så ligger det inne en forutsetning om at på lang sikt vil relative priser følge de relative kostnader for ulike transportkjedene. Det kan kortsiktig i markedene være avvik mellom priser og kostnader ved manglende lastbalanse. Modellen tar hensyn til kapasitetsutnyttelse av transportmidlene når kostnadene beregnes, men hvis man har operatører som reduserer prisene ved manglende kapasitetsutnyttelse, vil dette avvike noe fra modellberegningene hvor kostnadene i prinsippet går opp ved lav utnyttelse i den grad man ikke klarer å tilpasse kapasiteten. Modellen forutsetter at kapasiteten tilpasses og legger inn ekstra

kostnader knyttet til retur ved at man har satt kapasitet i lastretning noe lavere enn det som faktisk er tilfellet.

Med utgangspunkt i de samme kostnadsmodellene er det nedenfor gjort beregninger for et par case for å vise valgsituasjonene som kommer inn i beregningene. Det er gjort en rekke tilsvarende caseberegninger i tilknytning til arbeidet med bred godsanalyse, som kan bidra til ytterligere klargjøring av de kostnadsstrukturelle forhold (Grønland & al, 2014), (Grønland, 2015). I de beregninger som er gjort nedenfor er det benyttet oppdaterte kostnadsmodeller som vist i (Grønland, 2018).

2.4. Eksempler på transportkjeder

Det første eksemplet er transport mellom Oslo og Bergen, basert på henholdsvis bil dør-til-dør, containertransport bil-båt-bil og containertransport bil-bane-bil.

Følgende forutsetninger er brukt som underlag for beregningene:

Bil dør-til-dør:

- Semitrailer, utnyttelse 19 tonn. I hviletid påløper bare tidsavhengige kostnader.
- Lasting/lossing konvensjonelt – (paller)

Bil-tog-bil:

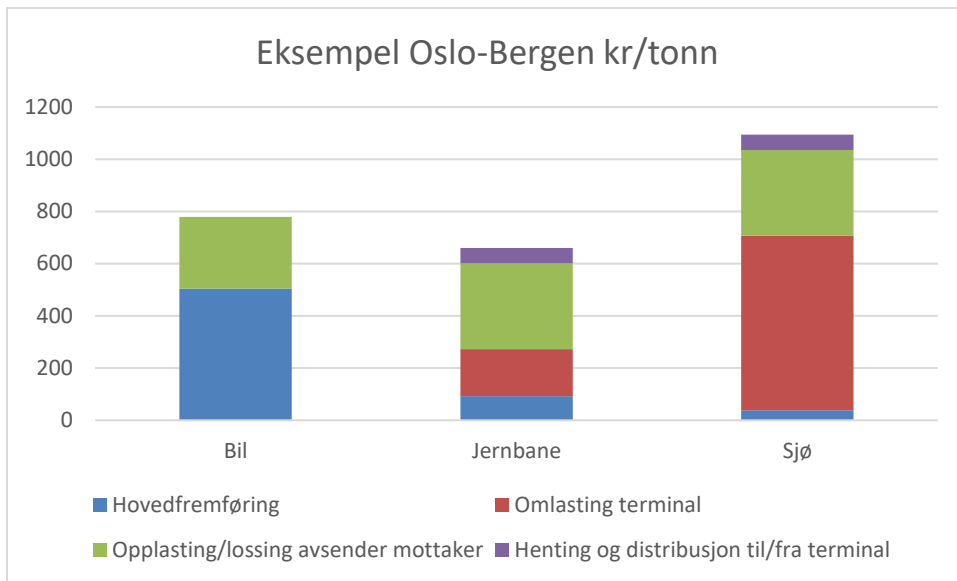
- Containertransport
- Toglengde 480 m, tog Alnabru-Nygårdstangen
- Utnyttelse 9,5 tonn pr TEU
- Distribusjonsbil for container, 1 teu. Distribusjonsavstand/henteavstand: 20 km
- Bruk av standard reachstacker terminal

Bil-båt-bil

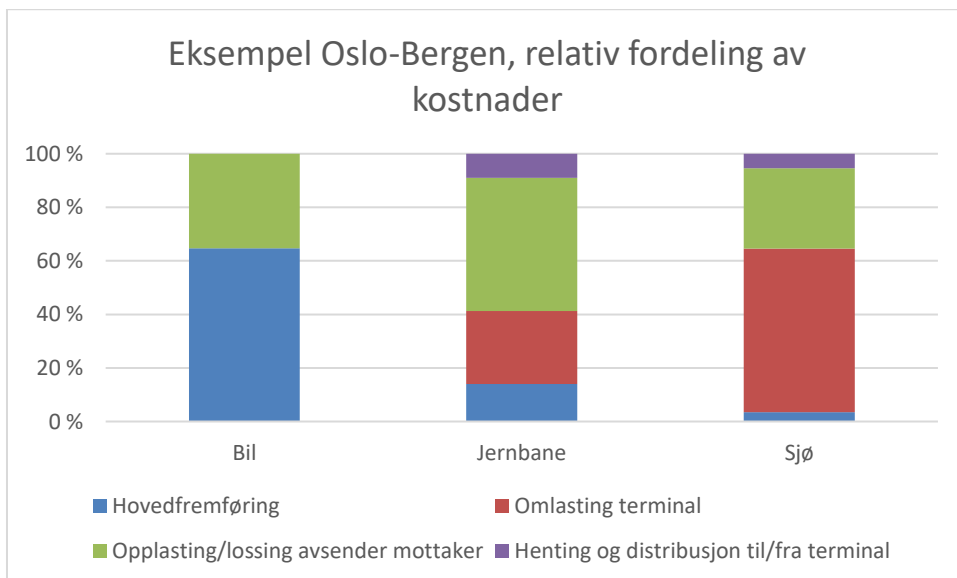
- Skip: Containerskip 8000 dwt, lastutnyttelse 5120 tonn.
- Skipet seiler Oslo-Bergen, med to korte stopp underveis.
- Distribusjonsbil for container, 1 teu. Distribusjonsavstand/henteavstand: 20 km
- Lasting og lossing med containerkran i havna

Kostnadene er for hele transportkjeden regnet om til kostnader pr tonn.

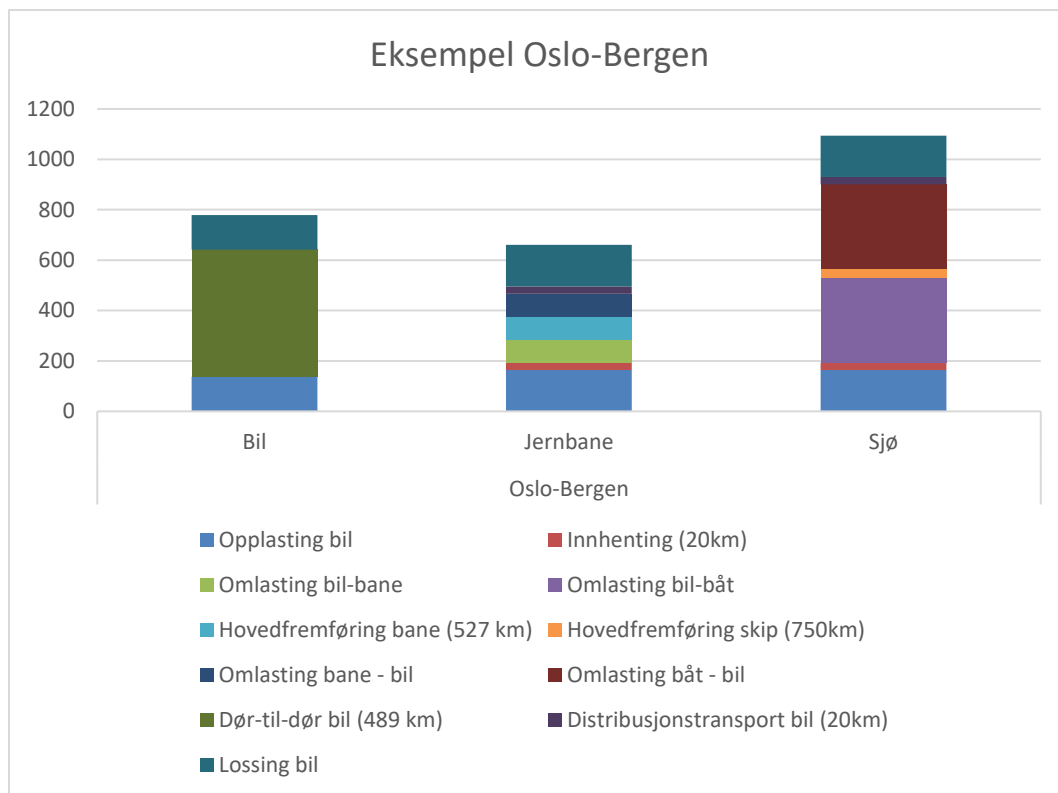
Figur 2.1 viser transportkjeden for de tre alternativene oppdelt på de ulike kostnadselementene i kjeden (kr/tonn). Figur 2.2 viser kostnadsfordelingen i de to kjedene i % av totalkostnadene for hver enkelt kjede. Figur 2.3 viser en mer detaljert oppdeling av kostnadene.



Figur 2.1 – Kostnader i transportkjeden for tre alternativ Oslo-Bergen. Kostnadene er i kroner pr tonn.



Figur 2.2 – Kostnader i transportkjeden for tre alternativ Oslo-Bergen, kostnadsfordeling pr tonn i % av hele transportkostnaden for den enkelte kjede.



Figur 2.3 - Kostnader i transportkjeden for tre alternativ Oslo-Bergen. Detaljert oppdeling. Kostnadene er i kroner pr tonn.

Dette eksemplet viser at selve kostnadene for hovedfremføring på jernbane er en mindre del av de totale kjedekostnadene. Det skal ikke store økninger til for omlasting eller distribusjon/henting før konkurranseforholdene endres. For relasjoner hvor kostnadsforskjellene mellom de ulike transportkjedene er relativt små, vil endret terminalplassering derfor ha en stor betydning for transportvalget.

Det neste eksemplet er for transport mellom Oslo og Trondheim. Her er det bare vist en sammenligning mellom bil dør-til-dør og bil-tog-bil.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn:

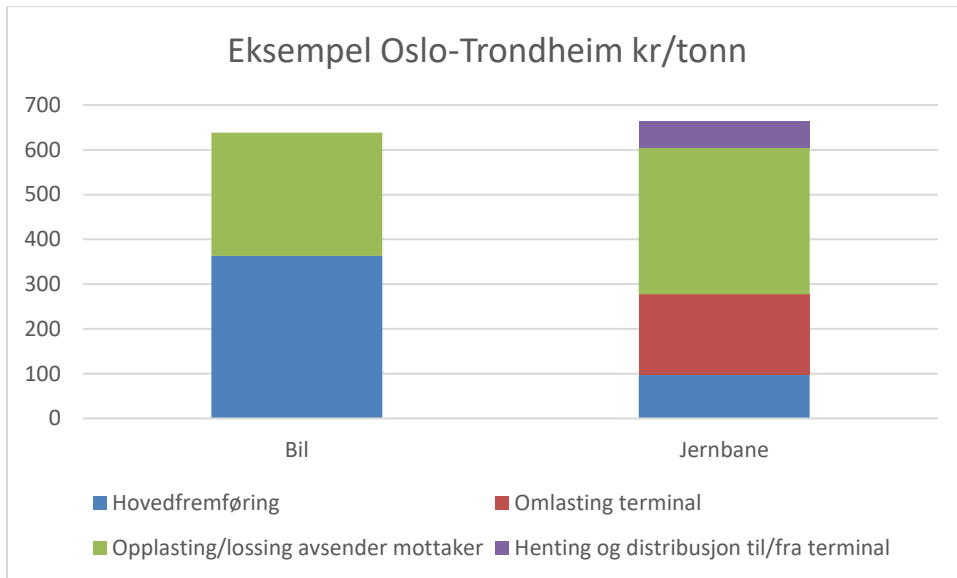
Bil dør-til-dør:

- Semitrailer, utnyttelse 19 tonn. I hviletid påløper bare tidsavhengige kostnader.
- Lasting/lossing konvensjonelt – (paller)

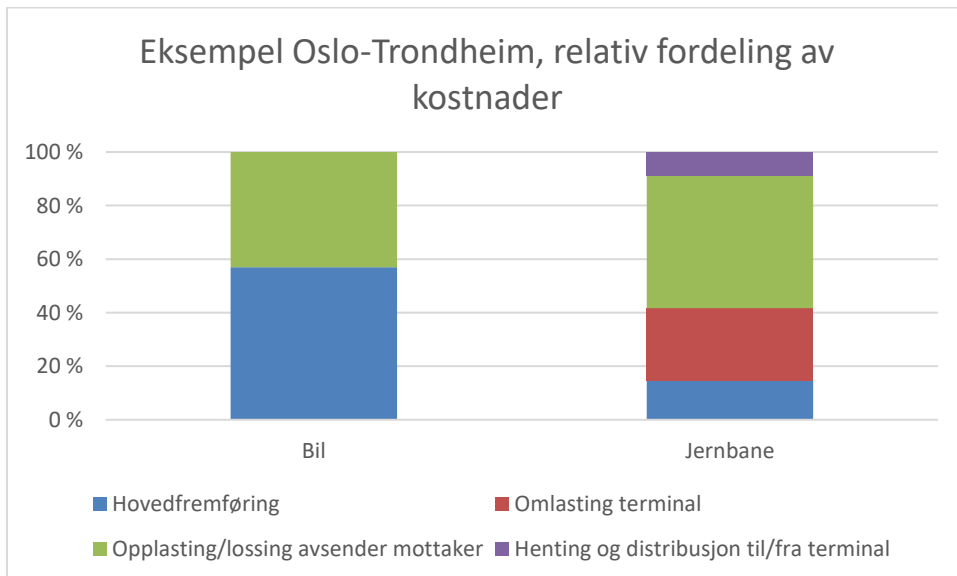
Bil-tog-bil:

- Containertransport
- Toglengde 480 m, tog Alnabru-Brattøra
- Utnyttelse 9,5 tonn pr teu
- Distribusjonsbil for container, 1 teu. Distribusjonsavstand/henteavstand: 20 km

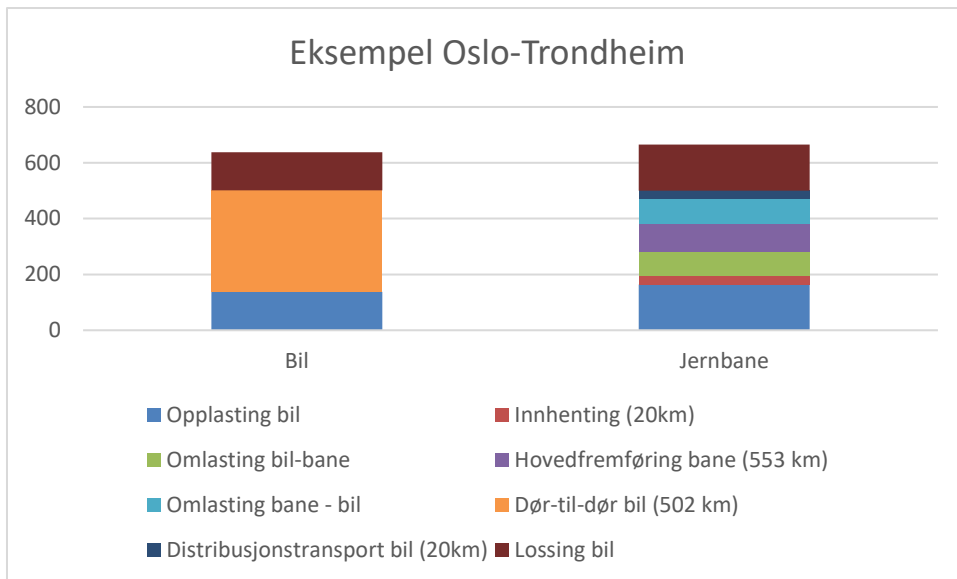
Figur 2.4 viser kostnadsfordelingen i kr/tonn for de to alternative kjedene. Figur 2.5 viser det samme, men som procenter hvor kjedekostnadene for hver kjede er satt til 100%. Figur 2.6 viser en mer detaljert oppdeling av kostnadene per tonn.



Figur 2.4 – Kostnader i transportkjeden for to alternativ Oslo-Trondheim. Kostnadene er i kroner pr tonn.



Figur 2.5 – Kostnader i transportkjeden for to alternativ Oslo-Trondheim, kostnadsfordeling pr tonn i % av hele transportkostnaden for den enkelte kjede.



Figur 2.6 – Kostnader i transportkjeden for to alternativ Oslo-Trondheim – detaljert oppdeling. Kostnadene er i kroner pr tonn.

Her ser vi at med de gitt forutsetningene er kostnadene for de to alternativene tilnærmet like, med marginalt høyere kostnader for jernbane enn for veg. Her er forskjellene så små at selv mindre endringer i distribusjonsavstandene fra jernbaneterminalene kan påvirke konkurranseforholdet.

Endringer i lokalisering av havner eller jernbaneterminaler betyr primært endringer i kostnader for distribusjon og fremføring for transportkjeder bil-sjø-bil eller bil-tog-bil. I makrotallene for tonn og tonnkm for hele analyseområdet vil de fleste transportkjeder ligge fast, selv om en enkeltterminal endres, men varegrupper og transportkjeder som starter eller slutter innenfor en viss avstand fra terminalene vil påvirkes i større grad. Endring i terminalstruktur påvirker primært valg av transportmiddel for stykkgoods. Bulktransportene som har lav verdi og i stor grad et resultat av lokalisering av større industriarealer og gruver, endres i liten grad av endringer i havner og jernbaneterminaler. Totalt sett er disse en vesentlig del av tonnmengdene i havnene i Oslofjordområdet, slik at endringer i terminalstrukturen i Oslo-området gjerne gir små relative utslag på sjøtransporten.

2.5. Drivkrefter bak endringer - generelt for alle konsepter

Ulike faktorer som vil påvirke effektene av endringer i terminalstruktur:

- **Flatedekning:** Begrepet går på at flere terminaler i seg selv vil være trafikkgenerende ved at et større areal ligger innenfor korte distribusjonsavstander fra terminalene. I tillegg ligger det også en nettverkseffekt i ved økt antall ved at flere relasjoner også blir gunstige for jernbanetransport via nye muligheter som ikke var der tidligere.

- Bulktransportene endres lite – disse påvirkes ikke av de endringer som er beregnet hverken på jernbanesiden eller i følsomhetsanalyser for havnesiden. Dette skyldes at ingen av jernbanealternativene endrer noe med bulktransportene. Det samme gjelder for skip, men små unntak for enkelte følsomhetsanalyser. Dette gir stor stabilitet i totale mengder eksportert på skip.
- Tømmertransportene endres ikke, i og med at det ikke gjøres noen endringer for tømmerterminalene hverken på sjø eller bane
- Lokalisering av virksomheter er gitt i godsmodellen: Dette medfører at endringer i terminallokaliseringer får kostnadseffekter basert på eksisterende lokalisering av andre terminaler og vare-eiere. Dette kan i enkelte tilfeller medføre en viss konserverende effekt ved at endringer som medfører økte kostnader for transportbrukeren, ikke møtes for eksempel med flytting av virksomhet eller andre tiltak. På lang sikt må vi forvente at enkelte vare-eiere tilpasser seg endret terminalstruktur, for eksempel ved flytting.
- Stordrift: På skipssiden vil samling av større volumer stykk gods i færre havner kunne medføre lavere enhetskostnader på grunn av skalafordeler. Dette blir utløst av at det blir volumgrunnlag for bruk av større skip når større mengder blir tilgjengelige. Modellen tar hensyn til skalafordeler ved at det muliggjøres større skip når større mengder samles. For jernbaneterminaler beregnes ikke tilsvarende skalafordeler.

De investeringene som er beregnet for nye terminaler er primært rettet på å sikre tilstrekkelig kapasitet, men det vil også være rimelig å forutsette at en ny terminal bygges med noe større effektivitet enn en gammel terminal. Dette er lagt inn som forutsetninger i terminalkostnadene i beregninger for nye terminaler.

2.6. Direkte omlasting sjø-jernbane i havn

I beregningene er det i ett konsept åpnet for direkte omlasting sjø-jernbane i Oslo havn uten mellomtransport med bil (konsept K3b). Videre er det i et av konseptene åpnet for direkte omlasting sjø-bane i Moss, med jernbaneforbindelse Moss-Vestby (konsept 5Ab). I alle konseptene er det i Holmen (Drammen) åpnet for direkte omlasting sjø-jernbane i alle konseptene.

I modellen er dette kodet ved at man i de aktuelle tilfellene åpner i havnene for direkte omlasting, og det er etablert jernbaneforbindelse i nettverkene. Direkte omlasting blir i prinsippet valgt for transportkjeder hvor dette gir de laveste logistikkostnadene, lavere enn for alternative transportkjeder.

I utgangspunktet er både jernbane og sjøtransport preget av lave fremføringskostnader sammenlignet med vegtransport, men kostnader for ekstra omlasting ved eventuell mellomtransport med bil fordyrer transportkjeder med både skip og tog.

Hvis vi ser på konkurransen mellom en sjø-bane løsning og alternative løsninger, blir valget en direkte intermodal løsning sjø-bane hvis transportkostnadene med bane fra havn til mottaker inklusive terminalkostnader og distribusjonskostnader fra nærmeste terminal, er lavere enn kostnadene for alternativene. Alternativene er vegtransport fra samme havn til mottaker, en forlenget sjøtransport til en havn nærmere mottakeren med videre biltransport til mottaker, eller en ren jernbanetransport fra avsender til mottaker. Hvis mottakeren har jernbane helt inn på sitt område vil en intermodal transport kunne være konkurransedyktig mot vegtransport fra havn, ned mot avstander på 200km. For distribusjonsavstander på 10 km eller mer fra jernbaneterminal på mottakersted, vil man typisk være konkurransedyktig hvis avstand fra havn er 500km eller mer.

I godsmodellen gir generelt mulighet for direkte omlasting sjø - bane små mengder gods på jernbane, men både Drammen og Oslo havn har interessante potensialer for intermodal trafikk.

Tidligere hadde man i Bodø mellom jernbane og sjø (TG-linjen) en intermodal løsning, men denne er nå lagt ned. TG-linjen var et skip spesialbygd for å ta vekselflak (jernbanecontainere) i stedet for sjøcontainere. Tilbudet ble lagt ned i 2013.

3. Transportanalyser 2040

Virknings av ulike konseptene er belyst ved følgende nøkkeltall:

- Transportmiddelfordeling (målt som tonnkm og tonn),
- Næringslivets logistikkostnader
- Godsomslag i jernbaneterminaler i Oslofjordområdet
- Godsomslag i havner i Oslofjordområdet

Modellen fordeler transporten slik at logistikkostnadene optimaliseres. Forskjellen mellom begrepet transportkostnader og logistikkostnader er at logistikkostnadene i tillegg til transportkostnader også har med den del av lagerkostnadene (ordre og lagerholds-kostnader) som påvirkes av skipningsstørrelser og frekvens. Transportkostnadene er i disse beregningene en dominerende del også av logistikkostnadene. Kostnader til sikkerhetslager, som ikke påvirkes av transportløsningen, er ikke inkludert.

Godsmodellen beregner ikke endring i CO₂-utslipp, ulykker og øvrige eksterne effekter. De eksterne kostnadene er beregnet ut fra beregnet tonnkm-fordelingen mellom ulike transportmidler.

De ulike konseptene som er analysert kan deles inn i 4 hovedgrupper:

- Referanse
- Konsepter med hovedterminal (K3a, K3b, K5Aa, K5Ab, K5B, K5C)
- Konsepter med hovedterminal kombinert med avlastingsterminaler/spesialiserte terminaler (K4A, K4B, K4C, K4D)

De ulike delkonseptene diskuteres først kort hver for seg, før det gis en samlet oversikt over resultatene.

For alle konsepter, inklusiv referanse er det en del forutsetninger som er felles:

Som gjennomsnittlige toglengder for kombitog i 2040 er det brukt 600 m, og for 2062 er det brukt 642 m.

Som toglengder vognlast er det for utenlandsstrekningene (inkl. Oslo-Kornsjø og Oslo-Kongsvinger) benyttet samme toglengde som for kombitogene. For øvrig vognlast (innenlands) er det benyttet 400 m. Toglengder for tømmertog og bulk (malm og tank) er uendret fra dagens situasjon.

Terminalen i Drammen forutsettes i alle alternativ er flyttet til Holmen.

Referansemodellen bruker siste versjon av vegnettverk og vegnettverk for modulvogntog i alle scenarier inklusiv referanse (nettverk per februar 2019).

Alle beregninger foretas uten kapasitetsbegrensninger, effekter av begrenset kapasitet ivaretas i den samfunnsøkonomiske beregningen.

I alle scenarier og referanse er terminal for Drammen flyttet fra nåværende plassering til Holmen. Holmen er åpen både for vognlast og kombitrafikk. Det er også åpent for omlasting sjø-bane på Holmen/Drammen havn.

Hauer seter er åpen som en ren tømmerterminal.

3.1. Referanse

Referanseberegningene danner basis for å se hvilke endringer nye konsepter kan medføre. Referansesituasjonen er i utgangspunktet som dagens situasjon, med unntak av at infrastrukturtiltak som er besluttet, skal innarbeides i nettverkene. Videre er det en forutsetning for referanseberegningen at bompenger er satt til 0, med unntak av bomringene rundt de større byene.

I referansen er omlastningskostnader Alnabru redusert med 10 % i forhold til dagens situasjon (modell 2016). Alnabru er ikke åpen for vognlast.

Når vi benytter betegnelsen Dagens situasjon 2016, så er dette basert på en modellberegning. Tallene vil derfor kunne avvike noe fra statistikken for samme år.

Tabell 3.1. viser beregnede tonn for dagen situasjon 2016 og tonnkm for Referanse 2030, 2040 og 2062. Tabell 3.2 viser beregnede tonnkm for dagen situasjon 2016 og tonnkm for Referanse 2030, 2040 og 2062.

Tabell 3.1. Millioner tonn, dagens situasjon 2016, og referanse 2030, 2040 og 2062.

Alternativ	Millioner tonn					
	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Dagens situasjon 2016	279.1	44.8	10.1	12.3	169.4	23.0
Referanse 2030	368.1	51.9	13.3	17.6	193.7	29.1
Referanse 2040	434.0	56.5	15.4	22.3	223.9	33.0
Referanse 2062	659.0	83.1	23.0	39.1	332.6	43.5

Tabell 3.2. Millioner tonnkm, dagens situasjon 2016, og referanse 2030, 2040 og 2062.

Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2016	20,342	24,054	3,598	2,824	93,981	1,221
Referanse 2030	26,133	27,501	5,548	3,662	113,075	1,737
Referanse 2040	31,290	30,803	6,525	4,591	127,885	2,065
Referanse 2062	49,253	46,454	10,466	8,029	183,070	3,200

Sammenlignet med beregningene for 2016 ligger transportarbeidet (målt som tonnkm) for jernbane i Referanse 2040 innenlands ca. 81 % høyere, mens transportarbeidet for bil ligger ca. 54 % høyere og for skip ca. 28 % høyere. Den ulike veksten for ulike transportmidler kan langt på vei forklares ut ifra ulik vekst for ulike varegrupper. For sjø må den svake veksten sees i sammenheng med nedgang i oljevirkosomheten og generelt svak utvikling for bulkrelaterte bransjer. Hvis vi ser på containerskip isolert, er veksten beregnet til ca. 70 %.

Tabell 3.3 viser beregnede logistikkostnader for dagens situasjon 2016 og referanse 2030, 2040 og 2062. I nytteberegningene vil sammenligninger skje mot logistikkostnadene. Alle kostnader er estimert som kostnader for hele logistikksystemet fra avsender til mottaker av varene.

Tabell 3.3 Logistikkostnader, Referansealternativ 2040 og dagens situasjon 2016

Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)
Referanse 2016	149,698
Referanse 2030	201,625
Referanse 2040	246,059
Referanse 2062	405,241

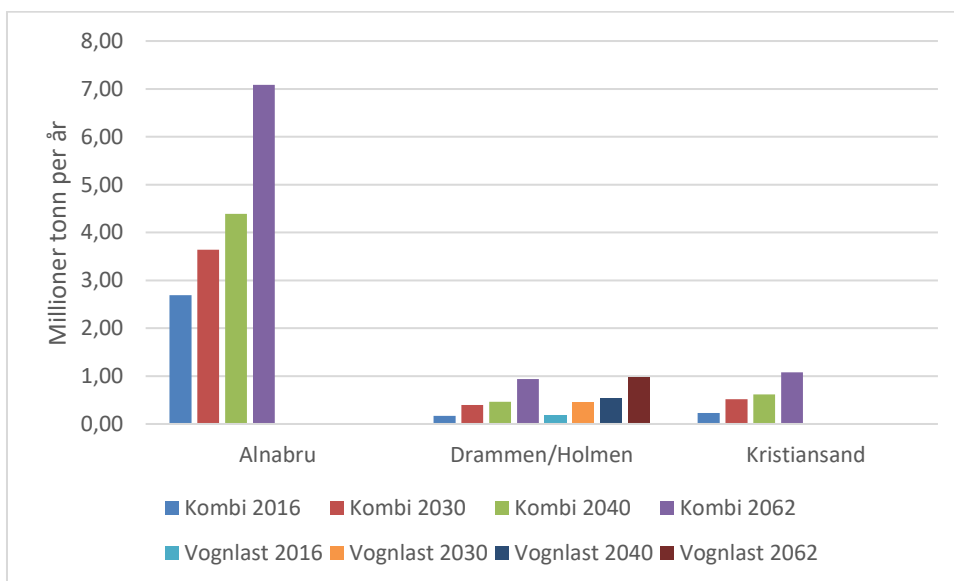
Tabell 3.4 viser anslåtte utslipp av CO₂ og ulykkeskostnader for norsk område. Tallene er avgrenset til godstransport. Tallene gir bare en indikasjon basert på estimerte utslipp og ulykkeskostnader per tonnkm for de ulike transportmidlene og tar ikke hensyn til effektivitetsutvikling mm. over tid. I de

Samfunnsøkonomiske beregningene er disse forholdene tatt hensyn til, og vi gir i de følgende kapitler for konseptene ikke noen videre oversikt over disse effektene, det vises her til dokumentasjon fra den samfunnsøkonomiske analysen.

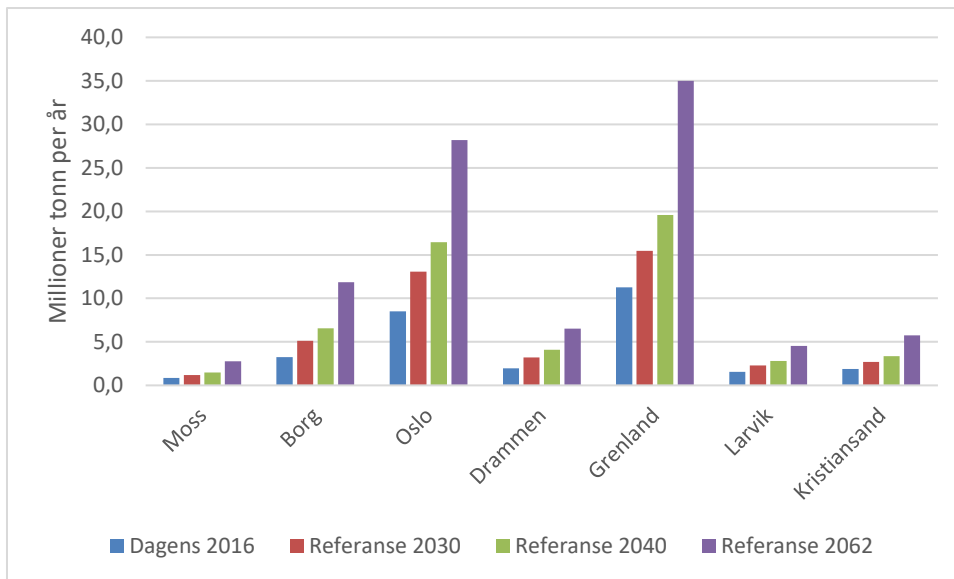
Tabell 3.4. Illustrasjon av størrelsesorden for utslipp og ulykkeskostnader for dagens situasjon 2016 og referanse 2030, 2040 og 2062. Effektivitetsutvikling over tid er ikke hensyntatt i beregningene.

Alternativ	Utslipp CO2 (Norge) 1000 tonn	Ulykkeskostnader (Mill kr per år)
Referanse 2016	4,292	3,016
Referanse 2030	5,364	3,909
Referanse 2040	6,308	4,706
Referanse 2062	9,732	7,512

Figur 3.1 og figur 3.2 viser tall for godsomslaget i terminalene i Oslofjorden. Alle tonn er nettotonn for det som lastes av eller på i terminalen, og omfatter ikke netto tonn for gods omlastet tog-tog.



Figur 3.1. Godsomslag dagens situasjon 2016 og Referanse 2030, 2040 og 2062 for jernbaneterminalene



Figur 3.2. Godssomlag Dagens situasjon 2016 og referanse 2030, 2040 og 2062 for havnene

3.2. Konsept K3 (Hovedterminalkonsept Alnabru)

Endringer i forhold til referanse som er lagt til grunn for modellberegningene av K3 er:

- K3a: Det forutsettes at nye investeringer i Alnabru gir en effektivisering av terminalen som medfører en reduksjon i terminalkostnadene i forhold til referansealternativet. Effekten av dette er i 2040 er anslått til en reduksjon i omlastingskostnadene i 2040 med 7 % i 2040, sammenlignet med kostnadene i referansen, og med 10% reduksjon i 2062 sammenlignet med referansen.
- K3b: Samme forutsetninger som K3a, i tillegg forutsettes Oslo havn å kunne foreta direkte omlasting mellom containerskip og jernbane i havnen.
- K3a-740m: Som K3a, men gjennomsnittlig tog lengde for 2040 og 2062 er satt til 740m.

Konseptet er beregnet under to ulike forutsetninger. K3a er som beskrevet ovenfor, mens K3b i tillegg har åpnet Oslo havn for direkte omlasting mellom sjø og jernbane for containertransport, uten bruk av bil mellom havna og Alnabru.

I tillegg ble det foretatt beregninger for K3a, men hvor gjennomsnittlig tog lengde for kombitog på alle linjer ble økt til 740m.

3.2.1. Hovedterminal Alnabru K3a 2040

Vi viser i dette avsnittet hvordan ulike nøkkelparametere utvikler seg sammenlignet med referanse for årene 2030, 2040 og 2062. Men innledningsvis viser vi som et eksempel litt mer i detalj hva som skjer for K3a sammenlignet med referanse 2040. For de øvrige år er strukturen i endringen lik.

Tabell 3.4 og 3.5 viser utviklingen i tonn og tonnkm for K3a sammenliknet med referanse for 2040.

Vi ser at effekten for tonn over bane er en svak økning, mens det for sjø er en svak nedgang. For bil forstyrres tallene av at et tonn økning på bane også gir et tonn økning på veg, men korrigert for dette så det en svak nedgang for bil. Ser vi på transportarbeidet er det en økning for jernbane, med nedgang både for bil og bane.

Tabell 3.4 Mill tonn for K3a sammenliknet med Referanse 2040

	Mill tonn			
Innenlands	Bil	Sjø	Tog	Ferge
K3a 2040	434.2	56.4	15.6	0.0
Referanse 2040	434.0	56.5	15.4	0.0
Eksport				
K3a 2040	9.5	185.4	3.5	0.8
Referanse 2040	9.5	185.4	3.5	0.8
Import				
K3a 2040	12.8	38.5	29.4	2.2
Referanse 2040	12.8	38.5	29.4	2.2

Endringer i forhold til referanse

K3a 2040	Mill tonn			
Innenlands	Bil	Sjø	Tog	Ferge
Endring %	0%	0%	1%	
Endring absolutt	0.1	-0.1	0.2	
Eksport				
Endring %	0%	0%	0%	0%
Endring absolutt	0.0	0.0	0.0	0.0
Import				
Endring %	0%	0%	0%	0%
Endring absolutt	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabell 3.5 Mill tonnkm for K3 sammenliknet med Referanse 2040

Mill tonnkm på norsk jord			
Innenlands	Bil	Sjø	Tog
K3a 2040	31229	30725	6666
Referanse 2040	31290	30803	6525
Eksport + import			
K3a 2040	4592	127885	2067
Referanse 2040	4591	127885	2065

Endringer i millioner tonnkm på norsk jord			
Innenlands	Bil	Sjø	Tog
Endring %	-0.2%	-0.3%	2.2%
Endring absolutt	-61	-78	141
Eksport + import			
Endring %	0.0%	0.0%	0.1%
Endring absolutt	0.7	-0.3	2.3

Tabell 3.6 viser endringen i logistikkostnader for K3a sammenlignet med referansen i 2040. Det er en viss nedgang, 22 millioner kroner per år. Dette er i all hovedsak nedgang for innenlandske transportkjeder, med en viss nedgang også for importert gods, og med en svak nedgang for eksport. I all hovedsak skyldes kostnadsnedgangen de lavere terminalkostnadene på Alnabu.

Tabell 3.6 Logistikkostnader, millioner kr per år for K3 sammenliknet med Referanse 2040

	Innenlandsk	Eksport	Import	SUM
K3a 2040	101,941,925	81,212,885	62,881,409	246,036,219
Referanse 2040	101,959,515	81,213,592	62,885,610	246,058,717
Differanse logistikkostnader	-17,590	-707	-4,201	-22,498

3.2.2. Hovedterminal Alnabru K3a, K3b og K3a-740 for 2040 og 2062.

. Tabell 3.7 viser tonn for alle K3 konseptene sammenlignet med referanse for 2040 og 2062. Økningen i tog lengde for K3a-740m er gjort for kombitog.

Tabell 3.7 Tonn for referanse og K3a, K3b samt K3a-740m for 2040 og 2062

Alternativ	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2040	434.0	56.5	15.4	22.3	223.9	33.0
K3a	434.2	56.4	15.6	22.3	223.9	33.0
K3b	434.1	56.4	15.6	22.3	223.9	33.0
K3a740m	434.7	56.3	16.3	22.3	223.7	33.2

Endring fra referanse 2040						
Alternativ	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a 2040	0.1	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
K3b 2040	0.1	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
K3a740m 2040	0.6	-0.2	0.9	0.0	-0.2	0.2

Mill tonn						
Alternativ	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2062	659.0	83.1	23.0	39.1	332.6	43.5
K3a 2062	659.4	83.0	23.4	39.1	332.6	43.5
K3b 2062	659.4	83.0	23.5	39.1	332.6	43.6
K3a740m 2062	660.0	82.9	24.2	39.1	332.3	43.8

Endring fra referanse 2062						
Alternativ	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a 2062	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
K3b 2062	0.4	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
K3a740m 2062	0.9	-0.2	1.2	0.0	-0.3	0.2

Tabell 3.7 viser at utslagene i tonnmengder på aggregert nivå er for jernbane en økning på ca. 0,2 millioner tonn i K3a og K3b, mens det for K3a-740m er en betydelig økning med ca. 1,1 millioner tonn. For kombitog er dette en betydelig vekst.

Tabell 3.8 viser for de ulike beregningsårene hvordan dette slår ut på godsomslaget i jernbaneterminalen. Vi har her også inkludert beregningsår 2030. Siden økning i tog lengde bare er forutsatt å skje fra og med 2040 viser 2030-tallene ikke K3a-740 m, som for dette året er sammenfallende med K3a.

Tabell 3.8 Godsomslag referanse, K3a, K3b og K3a-740m for 2030, 2040 og 2062

	Referanse 2030	K3a2 2030	K3b 2030
Alnabru	3.64	3.87	4.01
Drammen	0.39	0.36	0.25
Kristiansand	0.52	0.52	0.53
Totalt:	4.55	4.75	4.79

	Referanse 2040	K3a 2040	K3b 2040	K3a-740m 2040
Alnabru	4.39	4.66	4.83	4.83
Holmen	0.47	0.43	0.30	0.69
Kristiansand	0.62	0.62	0.63	0.78
Totalt:	5.47	5.71	5.75	6.30

	Referanse 2062	K3a	K3b	K3a-740m
Alnabru	7.09	7.74	8.05	7.98
Drammen	0.94	0.76	0.58	1.13
Kristiansand	1.08	1.07	1.09	1.25
Totalt:	9.10	9.57	9.72	10.36

Vi ser at fra referanse til K3a kommer veksten på jernbane i all hovedsak på Alnabru, og det kommer også en svak nedgang på Drammen (overføring til Alnabru). Ved direkte omlasting og sporforbindelse Oslo havn-Alnabru kommer ytterligere vekst i all hovedsak som en overføring fra Drammen, med en tilsvarende reduksjon i trafikken fra havn til jernbane i Drammen som økningen i Oslo.

I K3a-740 øker trafikken totalt sett, med effekt for alle terminaler.

Tabell 3.9. viser godsomslag for vognlast for de tre terminalene. For vognlast er det nesten ingen utslag av de ulike variantene av K3 i forhold til referansen.

Tabell 3.9 Godsomslag vognlast referanse, K3a, K3b og K3a-740m, 2030, 2040, 2062.

	Referanse 2030	K3a 2030	K3b 2030
Drammen	0.44	0.44	0.44
Rolvøy	0.11	0.11	0.11
Totalt:	0.55	0.55	0.55

	Referanse 2040	K3a 2040	K3b 2040	K3a-740m 2040
Holmen	0.54	0.54	0.54	0.60
Rolvøy	0.13	0.13	0.13	0.13
Totalt:	0.67	0.67	0.67	0.74

	Referanse 2062	K3a 2062	K3b 2062	K3a-740m 2062
Drammen	0.98	0.98	0.98	1.00
Rolvøy	0.22	0.22	0.22	0.22
Totalt:	1.19	1.19	1.19	1.23

Tabell 3.10 viser effekten av de tre K3 konseptene på transportfordelingen målt i tonnkm.

Tabell 3.10. Tonnkm på norsk område for referanse, K3a, K3b og K3a-740 for 2040 og 2062

Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2040	31,290	30,803	6,525	4,591	127,885	2,065
K3a 2040	31,229	30,725	6,666	4,592	127,885	2,067
K3b 204	31,227	30,724	6,684	4,592	127,881	2,067
K3a740m 2040	31,004	30,562	7,283	4,580	127,800	2,147

Endringer fra referanse 2040						
Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a 2040	-61	-78	141	1	0	2
K3b 2040	-63	-79	159	1	-4	3
K3a740m 2040	-286	-241	758	-11	-85	82

Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2062	49,253	46,454	10,466	8,029	183,070	3,200
K3a 2062	49,082	46,424	10,697	8,029	183,058	3,200
K3b 2062	49,084	46,424	10,753	8,031	183,043	3,201
K3a740m 2062	48,855	46,232	11,392	8,010	182,961	3,270

Endringer fra referanse 2062						
Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a 2062	-170	-30	231	0	-11	-1
K3b 2062	-169	-30	286	2	-27	0
K3a740m 2062	-398	-221	926	-19	-109	69

Vi ser at for transportarbeid vil alle K3-konseptene medføre økt transportarbeid på tog, med nedgang for bil, og en noe svakere tilbakegang for sjø.

Tabell 3.11 viser logistikkostnadene og endringer i disse i forhold til referansen for K3a, K3b og K3a-740m for 2040 og 2062.

Tabell 3.11. Logistikkostnader og endring i forhold til referansen for K3a, K3b og K3a-740 for 2040 og 2062.

Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)
Referanse 2040	246,059
K3a	246,036
K3b	246,001
K3a740m	245,843

	Endringer fra referanse 2040
Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)
K3a 2040	-22
K3b 2040	-58
K3a740m 2040	-216

Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)
Referanse 2062	405,241
K3a 2062	405,188
K3b 2062	405,148
K3a740m 2062	404,988

	Endringer fra referanse 2062
Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)
K3a 2062	-53
K3b 2062	-93
K3a740m 2062	-254

Vi ser at det er en moderat kostnadsreduksjon og dermed nytte økning i K3a. Denne dobles nesten i K3b, og forsterkes ytterligere ved K3a-740m. Samtidig så forutsettes det ulike investeringer for å realisere de ulike alternativene. Det vises i den forbindelse til dokumentasjonen av den samfunnsøkonomiske analysen.

3.5. Konsepter med alternative hovedterminaler (K5) og konsepter med hovedterminal Alnabru og alternative avlastingsterminaler (K4).

Det er foretatt analyser av fire konsepter med alternative hovedterminaler. Alle utbyggingsalternativ har for hovedterminal samme kostnadsmessige forutsetninger som de som er benyttet tidligere for K3 konseptene med hovedterminal Alnabru. Omlastningskostnader i forhold til de som benyttes for referanse for Alnabru er redusert med 7% i 2040 og 10% i 2062 Øvrige forutsetninger for de ulike konseptene er:

- K5Aa: Hovedterminal Vestby
 - Alnabru er stengt som terminal
 - Vestby er åpen som hovedterminal med både kombitrafikk og vognlast
- K5Ab: Hovedterminal Vestby
 - Alnabru er stengt som terminal
 - Vestby er åpen som hovedterminal med både kombitrafikk og vognlast
 - Det er åpnet toglinje mellom Moss-havn og Vestby, direkte omlasting mulig mellom sjø og bane i Moss
- K5B: Hovedterminal Hauer seter
 - Alnabru er stengt som terminal
 - Hauer seter er åpen som hovedterminal med både kombitrafikk og vognlast
- K5C: Hovedterminal Ryggkollen
 - Alnabru er stengt som terminal
 - Ryggkollen er åpen som hovedterminal med både kombitrafikk og vognlast

Det er videre foretatt analyser av fire konsepter hvor man kombinerer Alnabru som hovedterminal med nye avlastingsterminaler. I disse kombinasjonene så benyttes samme kostnadsforutsetninger for omlasting både for Alnabru og avlastingsterminalene. Disse er forutsatt 7% lavere i 2040 enn referansen for Alnabru, og 10% lavere enn referansen for Alnabru i 2040. Følgende alternativ er beregnet:

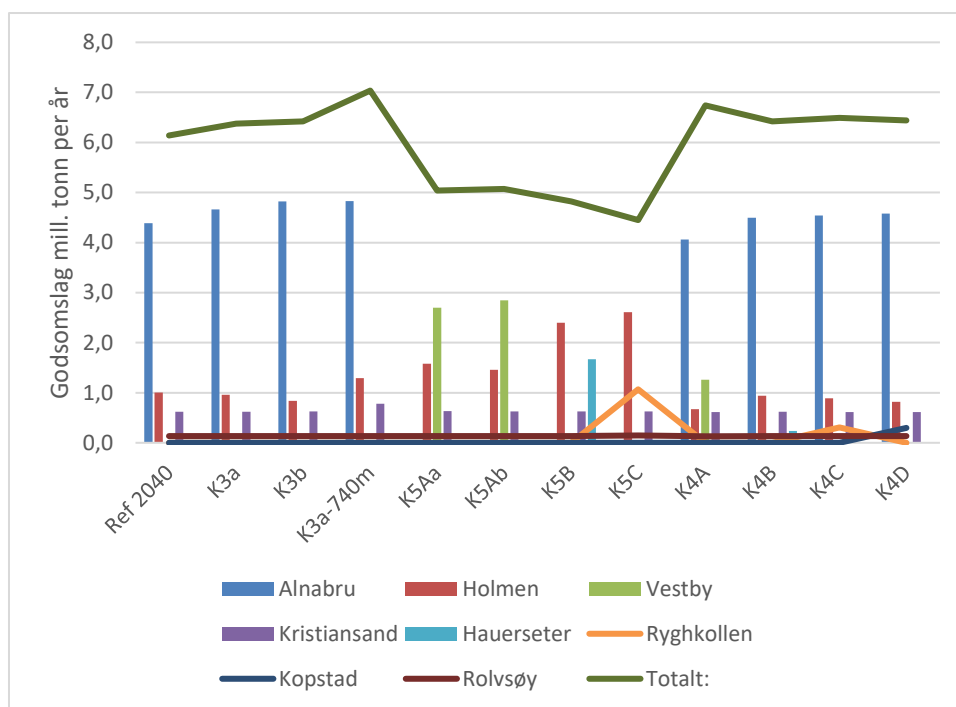
- K4A: Hovedterminal Alnabru med avlastingsterminal Vestby
 - Vestby kan både betjene kombi og vognlast.
- K4B: Hovedterminal Alnabru med avlastingsterminal Hauer seter:
 - Hauer seter kan både betjene kombi og vognlast.

- K4C Hovedterminal Alnabru med avlastingsterminal Ryggkollen
 - Ryggkollen kan både betjene kombi og vognlast.
- K4D Hovedterminal Alnabru med avlastingsterminal Kopstad
 - Kopstad kan både betjene kombi og vognlast

Tabell 3.12 og figur 3.3 viser godsomslag for jernbaneterminalene i Oslofjordområdet for de ulike konseptene (Mill tonn per år) i 2040. Tallene er sum for kombitransport og vognlast. Tømmer eller bulk er ikke inkludert. I alle tabeller i dette avsnittet er referanse og K3-konseptene inkludert for lettere å kunne sammenligne.

Tabell 3.12. Godsomslag jernbaneterminaler Oslofjordområdet 2040 for alternative konsepter (millioner tonn per år).

	Ref. 2040	K3a	K3b	K3a- 740m	K5Aa	K5Ab	K5B	K5C	K4A	K4B	K4C	K4D
Alnabru	4.4	4.7	4.8	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.5	4.5	4.6
Holmen	1.0	1.0	0.8	1.3	1.6	1.5	2.4	2.6	0.7	0.9	0.9	0.8
Vestby	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	2.8	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0
Kristiansand	0.6	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Hauerseter	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
Ryggkollen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.3	0.0
Kopstad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Rolvøy	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Totalt:	6.1	6.4	6.4	7.0	5.0	5.1	4.8	4.4	6.7	6.4	6.5	6.4



Figur 3.3 Godsslagslag jernbaneterminaler Oslofjordområdet 2040 for alternative konsepter (millioner tonn per år).

Vi ser at for de alternative hovedterminalene blir det totale godsslaget størst for Alnabru. For de øvrige hovedterminalene er det Vestby som gir totalt sett størst godsslag, med drøyt en millioner tonn lavere per år enn det vi har med Alnabru. For Vestby gir en kombinasjon med spor fra Moss bare ca. 0,1 Mill tonn per år mer enn uten dette sporet.

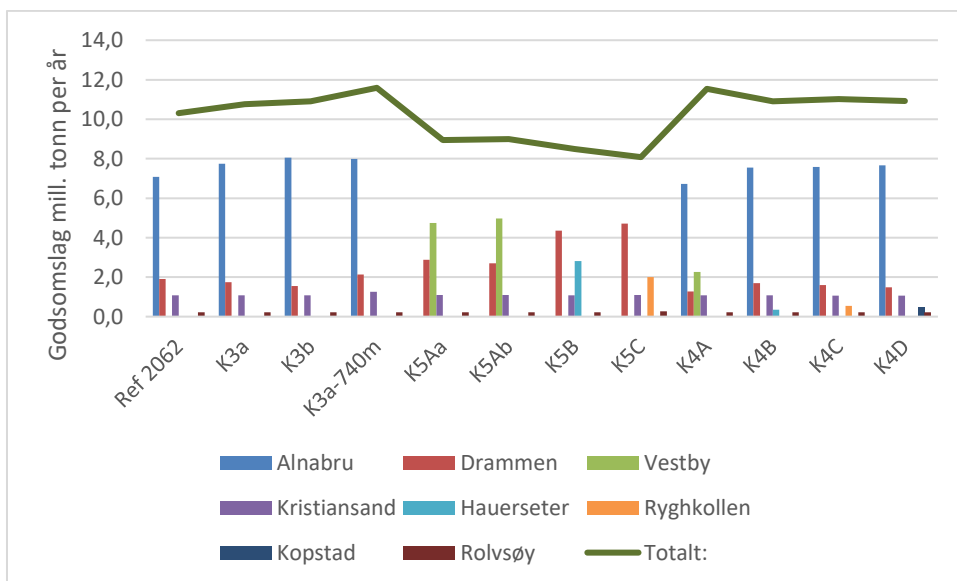
Det største godsslaget blir med kombinasjonen hovedterminal Alnabru og avlastingsterminal Vestby. Sammenlignet med K3a øker godsslaget ca. 0,3 Mill tonn per år og sammenlignet med referanse 0,6 mill. tonn. Vestby får her et omslag på 1,3 Mill tonn per år, men totalendringen blir mindre ved at vi får overført gods både fra Alnabru og Holmen.

For de øvrige kombinasjonene med avlastingsterminaler er godsslaget noe svakere enn for alternativet med Vestby, men alle alternativene gir en total vekst sammenlignet med referansen, men ingen særlig vekst sammenlignet med alternativene for Alnabru uten avlastingsterminaler.

Det samme mønsteret finner vi for 2062. Tabell 3.13 og figur 3.4 viser godsslaget i jernbaneterminalene for beregningene for 2062.

Tabell 3.13 Godsomslog jernbaneterminaler Oslofjordområdet 2062 for alternative konsepter (millioner tonn per år).

	Ref. 2062	K3a	K3b	K3a-740 m	K5Aa	K5Ab	K5B	K5C	K4A	K4B	K4C	K4D
Alnabru	7.1	7.7	8.1	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	7.6	7.6	7.7
Drammen	1.9	1.7	1.6	2.1	2.9	2.7	4.4	4.7	1.3	1.7	1.6	1.5
Vestby	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	5.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
Kristiansand	1.1	1.1	1.1	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Hauerseter	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
Ryggkollen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.5	0.0
Kopstad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
Rolvstøy	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Totalt:	10.3	10.	10.	11.6	8.9	9.0	8.5	8.1	11.	10.	11.	10.



Figur 3.4 Godsomslog jernbaneterminaler Oslofjordområdet 2062 for alternative konsepter (millioner tonn per år).

Tabell 3.14 viser godsomslagene i havnene i Oslofjordområdet for de ulike konseptene i 2040 og 2062. Tall er millioner tonn totalt for alle varegrupper

Tabell 3.14a. Godsomslag havner i Oslofjordområdet for de ulike konseptene, 2040. Millioner tonn per år.

	Referanse 2040	K3a	K3b	K5Aa	K5Ab	K5B	K5C	K4A	K4B	K4C	K4D
Moss	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Borg	6.6	6.5	6.5	6.6	6.6	6.6	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5
Oslo	16.5	16.4	16.6	16.6	16.6	16.6	16.7	16.4	16.4	16.4	16.4
Drammen	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1	4.0	4.0	4.1	4.1	4.0	4.1
Grenland	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
Larvik	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Kristiansand	3.3	3.3	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
SUM	54.3	54.3	54.3	54.4	54.7	54.4	54.6	54.3	54.3	54.2	54.3

Tabell 3.14b. Godsomslag havner i Oslofjordområdet for de ulike konseptene, 2062. Millioner tonn per år.

	Referanse 2062	K3a	K3b	K5Aa	K5Ab	K5B	K5C	K4A	K4B	K4C	K4D
Moss	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8
Borg	11.9	11.9	11.8	11.8	11.8	11.9	11.9	11.8	11.9	11.9	11.9
Oslo	28.2	28.1	28.1	28.5	28.5	28.4	28.4	28.1	28.1	28.1	28.1
Drammen	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.4	6.5	6.5	6.4	6.5
Grenland	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Larvik	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Kristiansand	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
SUM	94.6	94.6	94.6	94.9	94.9	94.9	94.8	94.5	94.6	94.4	94.5

Vi ser at for det er tilnærmet ingen forskjeller mellom de ulike alternativene, hverken for totalen eller de enkelte havnene.

Tabell 3.15 og 3.16 viser millioner tonn og forskjeller fra referanse for de ulike konseptene i henholdsvis 2040 og 2062. Ved tolkningen av tallene må man huske at et tonn på en transportkjede med flere ledd, for eksempel bil-båt-bil, telles hver gang det lastes på et transportmiddel, slik at i eksemplet bil-båt-bil vil dette si at et tonn sendt gir to tonn på bil og et på jernbane, mens et tonn sendt dør-til-dør med bil gir et tonn på bil. Et tonn overført fra bil til jernbane (med biltransport i begge ender av transportkjeden) vil derfor netto gi et tonn økning både på bil og jernbane.

Tabell 3.15. Millioner tonn per år og endring i millioner tonn per år sammenlignet med referanse 2040.

Alternativ	Millioner tonn per år					
	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2040	434.0	56.5	15.4	22.3	223.9	33.0
K3a	434.2	56.4	15.6	22.3	223.9	33.0
K3b	434.1	56.4	15.6	22.3	223.9	33.0
K5Aa	433.0	56.7	14.2	22.4	223.9	32.9
K5Ab	433.0	56.7	14.2	22.4	223.9	32.9
K5B	433.0	56.6	14.2	22.4	224.0	32.9
K5C	432.7	56.7	14.0	22.4	224.0	32.8
K4A	434.4	56.4	15.8	22.3	223.9	33.0
K4B	434.2	56.4	15.7	22.3	223.9	33.0
K4C	434.2	56.4	15.7	22.3	223.9	33.0
K4D	434.2	56.4	15.6	22.3	223.9	33.0

Endring fra referanse						
Alternativ	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a	0.1	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
K3b	0.1	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
K5Aa	-1.0	0.2	-1.2	0.1	0.0	-0.1
K5Ab	-1.0	0.2	-1.2	0.1	0.0	-0.1
K5B	-1.1	0.2	-1.2	0.0	0.1	-0.1
K5C	-1.3	0.2	-1.4	0.1	0.1	-0.2
K4A	0.4	-0.1	0.4	0.0	0.0	0.0
K4B	0.2	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
K4C	0.2	-0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
K4D	0.2	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0

Tabell 3.16. Millioner tonn per år og endring i millioner tonn per år sammenlignet med referanse 2062.

Alternativ	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2062	659.0	83.1	23.0	39.1	332.6	43.5
K3a	659.4	83.0	23.4	39.1	332.6	43.5
K3b	659.4	83.0	23.5	39.1	332.6	43.6
K5Aa	657.9	83.4	21.6	39.2	332.6	43.4
K5Ab	657.9	83.4	21.6	39.2	332.6	43.4
K5B	657.6	83.3	21.4	39.2	332.6	43.5
K5C	657.2	83.4	21.0	39.2	332.6	43.4
K4A	659.9	83.0	23.9	39.1	332.6	43.6
K4B	659.5	83.0	23.5	39.1	332.6	43.5
K4C	659.5	82.9	23.6	39.1	332.6	43.6
K4D	659.5	83.0	23.5	39.1	332.6	43.6

Endring fra referanse						
Alternativ	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
K3b	0.4	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
K5Aa	-1.2	0.4	-1.4	0.1	0.0	-0.1
K5Ab	-1.2	0.4	-1.4	0.1	0.0	-0.1
K5B	-1.4	0.2	-1.6	0.0	0.0	0.0
K5C	-1.9	0.3	-2.0	0.1	0.0	-0.1
K4A	0.9	0.0	0.9	0.0	0.0	0.1
K4B	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
K4C	0.5	-0.1	0.6	0.0	0.0	0.1
K4D	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1

Hvis vi ser på tonnmengdene på jernbane, så ser vi at disse øker noe for K3-alternativene, går markert ned for K5-alternativene og øker for K4-alternativene noe utover K3. For sjø er det en økning for alle alternativ med andre hovedterminaler enn Alnabru, mens det er en svak nedgang eller ingen endring for de alternativene som omfatter Alnabru.

Tabell 3.17 viser transportfordelingen i millioner tonnkilometer og endringen i disse sammenlignet med referanse for 2040. Tilsvarende tall for 2062 er vist i tabell 3.18.

Tabell 3.17. Transportfordeling i millioner tonnkm for de ulike konseptene, og endringer i forhold til referanse 2040.

Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2040	31,290	30,803	6,525	4,591	127,885	2,065
K3a	31,229	30,725	6,666	4,592	127,885	2,067
K3b	31,227	30,724	6,684	4,592	127,881	2,067
K5Aa	31,765	31,131	5,651	4,593	127,878	2,005
K5Ab	31,763	31,133	5,646	4,593	127,878	2,005
K5B	31,786	31,067	5,721	4,598	127,901	2,073
K5C	31,923	31,172	5,385	4,596	127,908	2,082
K4A	31,120	30,720	6,793	4,589	127,879	2,049
K4B	31,204	30,720	6,697	4,591	127,885	2,073
K4C	31,206	30,692	6,715	4,591	127,885	2,072
K4D	31,203	30,717	6,700	4,590	127,885	2,075

Endringer fra referanse						
Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a	-61	-78	141	1	0	2
K3b	-63	-79	159	1	-4	3
K5Aa	475	328	-874	2	-7	-59
K5Ab	473	330	-879	2	-7	-60
K5B	496	263	-804	7	16	8
K5C	633	368	-1,140	5	23	18
K4A	-170	-83	268	-2	-6	-15
K4B	-86	-83	172	0	0	9
K4C	-84	-112	190	0	0	7
K4D	-87	-86	175	-1	0	11

Tabell 3.18. Transportfordeling i millioner tonnkm for de ulike konseptene, og endringer i forhold til referanse 2062.

Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2062	49,253	46,454	10,466	8,029	183,070	3,200
K3a	49,082	46,424	10,697	8,029	183,058	3,200
K3b	49,084	46,424	10,753	8,031	183,043	3,201
K5Aa	49,838	47,002	9,359	8,028	183,065	3,098
K5Ab	49,836	47,004	9,356	8,028	183,063	3,098
K5B	49,956	46,869	9,332	8,033	183,069	3,238
K5C	50,149	47,035	8,868	8,032	183,066	3,256
K4A	48,871	46,414	10,965	8,025	183,051	3,173
K4B	49,034	46,412	10,758	8,029	183,058	3,213
K4C	49,046	46,373	10,774	8,029	183,051	3,215
K4D	49,040	46,421	10,740	8,026	183,057	3,214

Endringer fra referanse						
Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a	-170	-30	231	0	-11	-1
K3b	-169	-30	286	2	-27	0
K5Aa	586	548	-1,107	-1	-5	-102
K5Ab	584	550	-1,110	-1	-7	-103
K5B	704	415	-1,134	3	0	38
K5C	897	581	-1,599	3	-3	56
K4A	-382	-40	499	-4	-19	-27
K4B	-219	-42	292	0	-11	13
K4C	-207	-81	308	-1	-18	14
K4D	-212	-32	274	-3	-13	13

K3-konseptene gir en økning i transportarbeidet på jernbane, med en nedgang på veg og noe på sjø. For K5-konseptene med alternative hovedterminaler er det en kraftig nedgang for jernbane og markert vekst på veg og sjø. For K4-konseptene (Alnabru med avlasting er det igjen økning for jernbane, med nedgang for veg og sjø.

Tabellene 3.19 og 3.20 viser næringslivets logistikkostnader og endringer i disse fra referansen for henholdsvis 2040 og 2062.

Tabell 3.19. Næringslivets logistikkostnader og endring i disse fra referanse 2040 (Mill kr per år).

Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (millioner kr per år)
Referanse 2040	246,059
K3a	246,036
K3b	246,001
K5Aa	246,207
K5Ab	246,201
K5B	246,163
K5C	246,252
K4A	246,017
K4B	246,029
K4C	246,032
K4D	246,030

	Endringer fra referanse
Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (millioner kr per år)
K3a	-22
K3b	-58
K5Aa	148
K5Ab	142
K5B	105
K5C	193
K4A	-41
K4B	-30
K4C	-27
K4D	-29

Tabell 3.20. Næringslivets logistikkostnader og endring i disse fra referanse 2062 (millioner kr per år).

Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)
Referanse 2062	405,241
K3a	405,188
K3b	405,148
K5Aa	405,446
K5Ab	405,439
K5B	405,390
K5C	405,532
K4A	405,156
K4B	405,177
K4C	405,179
K4D	405,176

	Endringer fra referanse
Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (millioner kr per år)
K3a	-53
K3b	-93
K5Aa	205
K5Ab	198
K5B	148
K5C	291
K4A	-85
K4B	-65
K4C	-63
K4D	-65

Vi ser en relativt moderat reduksjon i kostnadene for K3 og K4-konseptene, mens kostnadene øker noe mer markert for K5 alternativene med endret lokalisering av hovedterminalen.

4. Kapasitetsbehov

Som nevnt i kapittel 2.2 kan godsmodellen beregne større omlasting i enkelte jernbaneterminaler enn det er kapasitet til. Hvis dette er tilfelle, må det beregnes logistikkostnader som for dyrere biltransport for det overskytende volumet jernbanegods.

4.1. Alnabru

4.1.1. Referanse

Ifølge Alnabruprosjektet er kapasiteten i referanse følgende:

2030: 450 tusen teu

2031-2033: 380 tusen teu (byggeperiode)

2034 – 2040: 600 tusen teu

2041 – 2060: Jevn vekst i kapasitet fra 600 tusen teu i 2040 til 650 tusen teu i 2060 (

2061 -: 650 tusen teu²

I godsmodellen beregnes det som lastes om mellom tog og bil på Alnabru i tonn. I tillegg så er det også en god del omlasting tog-tog på Alnabru som også krever kapasitetsressurser, og i tillegg til lastede enheter blir det også behandlet en del tomme enheter. For referansen er flaskehalsen vegsystemet (Jernbanedirektoratet 2018). Sporsystemet vil være neste begrensning, med 640 tusen teu i 2040 og 815 tusen teu i 2060. Det betyr at man kan se bort fra tog-tog omlasting når man sammenligner behov mot samlet kapasitet. Hvis man sammenligner kapasitetsbehovet mot sporkapasitet, må man ta hensyn til behovet for tog-tog omlasting.

Basert på data om hvor mye trafikk i modellen som også går gjennom Alnabru, er kapasitetsbehovet i teu per år beregnet som vist i tabell 4.1.

Hvor stort kapasitetsbehov man får, vil i stor grad avhenge av driftsopplegget. For mengder som går mellom andre terminaler enn Alnabru kan man løse driften på ulike måter: Direkte tog mellom andre terminaler, kombinasjon av vognstammer i tog til/fra Alnabru som skiftes på Alnabru, og omlasting av lastbærere mellom tog på Alnabru. I beregningene, som ble gjennomført i samspill med Alnabruprosjektet og Jernbanedirektoratet, er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- Forskjellen mellom lastet og losset antall teu av flak og containere, utbalanseres med tomme lastbærere (semitrailere forutsettes å balanseres ut utenfor jernbanesystemet)

² I henhold til rapporten fra Alnabruprosjektet (Jernbanedirektoratet, 2018) er kapasitet i det som kalles R+ satt til 650 tusen teu i 2060. Tallet 683 tusen teu er tidligere kommunisert direkte fra Alnabruprosjektet til KVVU-prosjektet.

- I tillegg gis det et dimensjonerende tillegg på 10% på lastbærmengden, unntatt semitrailere, for å ta hensyn til variasjoner i etterspørsel
- For gods som går mellom andre terminaler enn Alnabru, men som må gjennom eller passere Alnabru, er det indikert et behov på 25% for omlasting tog-tog. Dette er som tidligere en forutsetning som avhenger av driftsopplegget.

Tabell 4.1 gir basert på dette et estimat på etterspurt kapasitet for referanse 2030, 2040 og 2062.

Tabell 4.1. Kapasitetsbehov Alnabru, referanse 2030, 2040, 2062

Referanse 2030		
Lastet fra bil tonn	Losset til bil tonn	
2,481,168	1,156,386	
	Tonn	Teu
Lastet/losset lokalt	3,637,554	382,900
Tillegg tomme for utbalansering laste/losse		104,588
Tillegg for tomme teu, ut ifra maks laste/losse		37,218
Omlasting containere tog-tog N-S + import	173,171	18,229
Omlasting containere tog-tog S-N + eksport	363,016	38,212
SUM omlastede teu		581,147

Referanse 2040

Lastet fra bil tonn	Losset til bil tonn	
2,970,551	1,415,903	
	Tonn	Teu
Lastet/losset lokalt	4,386,454	461,732
Tillegg tomme for utbalansering laste/losse		122,735
Tillegg for tomme teu, ut ifra maks laste/losse		44,558
Omlasting containere tog-tog N-S + import	201,671	21,229
Omlasting containere tog-tog S-N + eksport	419,548	44,163
SUM omlastede teu		694,417

Referanse 2062

Lastet fra bil tonn	Losset til bil tonn	
4,866,233	2,220,916	
	Tonn	Teu
Lastet/losset lokalt	7,087,149	746,016
Tillegg tomme for utbalansering laste/losse		208,841
Tillegg for tomme teu, ut ifra maks laste/losse		72,993
Omlasting containere tog-tog N-S + import	343,219	36,128
Omlasting containere tog-tog S-N + eksport	598,628	63,014
SUM omlastede teu		1,126,992

Hvis vi sammenligner behov mot oppgitt kapasitet uten tog-tog, så vil kapasitetsgrensen nås ca. 2037, og behovet vil deretter ligge over kapasitetsgrensen.

Kapasitetsgrensen ikke er en absolutt teknisk grense, men et anslag på hvor mange teu-enheter man kan betjene med rimelige driftsforhold. Generelt vil det når man nærmer seg en høy utnyttelse av kapasiteten oppstå køproblemer, lange betjeningstider og uhensiktsmessig drift med høye

kostnader. Disse problemene har en tendens til å vokse eksponentielt når kapasiteten nærmer seg full utnyttelse. Hvilken kapasitetsutnyttelse som medfører at disse problemene begynner å bli vesentlige vil være systemavhengige. Erfaringsmessig vil grensen vanligvis ligge et sted mellom 85-90 %, avhengig av fysisk utforming av terminalen, åpningstider, variasjon i trafikk over driftsdøgnet.

4.1.2 Beregnet etterspørsel sammenlignet med kapasitet i konsept K3

Ifølge Alnabruprosjektet (Jernbanedirektoratet 2018) er kapasiteten i utbyggingsprosjektene følgende:

2030: 450 tusen teu

2031-2033: 380 tusen teu (byggeperiode)

2034 – 2040: 850 tusen teu

2041 – 2060: Jevn vekst i kapasitet fra 850 tusen teu i 2040 til 1123 tusen teu i 2060 (

2061 -: 1123 tusen teu

For utbyggingsalternativet vil flaskehalsen være sporkapasitet, slik at tog-tog omlasting her vil etterspørre samme kapasitet som øvrig omlasting. Kapasitetsbehovet ved de ulike alternativene for K3 er beregnet ut ifra samme prinsipper som ble vist i avsnittet over om referansen. Vi kan kort summere opp behovene i tabell 4.2.

Tabell 4.2. Kapasitetsbehov Alnabru for K3-konseptene. Tusen teu per år.

	K3a	K3b	K3a – 740m tog
2030	611	630	611
2040	736	752	774
2062	1205	1235	1268

For K3a-740m tog regnes det som at denne forutsetningen om tog lengde ikke gjelder for 2030.

Ut ifra dette vil kapasiteten i de ulike K3 konseptene være nådd på siste del av 2050-tallet for K3a, midten av 2050-tallet for K3b og i begynnelsen for K3a-740m tog.

4.2 Drammen

I et av utbyggingsalternativene for Holmen, slik disse forelå rundt årsskiftet 2018/2019, lå følgende forutsetninger inne:

Godsterminalen skal som utgangspunkt bestå av følgende spor til lasting og lossing: 3 biltogspor, 6 kombispor og 1 vognlastspor. Alle nye godsspor skal i utgangspunktet ha en effektiv losselengde på minst 200 m.

Denne løsningen vil være i stand til å betjene ca. 90 000 TEU/år, inklusiv trafikk fra havna som skal omlastes til jernbane. Flaskehalsen er i stor grad da spor mellom hovedlinjen og Holmen, med oppdeling av togstammer før de kommer inn på selve området. Selve lasteområdet vil kunne kapasitetsmessig klare mengder over 1 mill. teu per år, gitt at man klarer å få togene inn- og ut av lastesonen raskt nok.

Ca. 90000 teu gir en estimert kapasitet på ca. 850 tusen tonn per år med en gjennomsnittlig last på 9,5 tonn per teu.

For vognlast er det forutsatt i denne løsningen ca. 2600 vogner/år og i tillegg for bilvogner 9400 vogner/år. Samlet gir dette en vognlastkapasitet på ca. 395000 tonn per år.

Hvis vi ser på samlet kapasitet for terminalen (sum kombi og vognlast), så vil det ut ifra det som står over legges til grunn en samlet kapasitetsgrense på 1,25 millioner tonn per år, med grense for kombitrafikk på 850 tusen tonn og for vognlast med 390 000 tonn per år.

Antagelig vil faktisk kapasitetsutvikling blant annet avhenge av hvor mange spor man realiserer i utbyggingsplanene. Kapasitetsbehov som er større enn kapasiteten over, vil stort sett bare være aktuelt for konseptene uten Alnabru som hovedterminal. Det understrekes at estimatene for kapasitet er grove, og beheftet med en betydelig usikkerhet.

For Drammen vil det for alle K5 konseptene være en så vidt stor etterspørsel etter kapasitet i Drammen (Holmen) at dette vil medføre problemer.

For vognlast vil etterspurt kapasitet for alle konseptene, inklusiv referanse, ligge over den tilbudte kapasiteten.

5. Følsomhetsanalyser

Det er utført en rekke følsomhetsanalyser for å avklare i hvilken grad endrete forutsetninger ellers vil kunne påvirke konseptenes godhet. Følsomhetsanalyser foretatt i 2019 dekker:

- referanse 2040 og K3b 2040 med 480 m tog lengde
- konseptene i K5 med Holmen bare åpen for transport av biler og kombitrafikk som går direkte mellom sjø og jernbane
- konsept K3b med container stengt på sjø i Moss og Drammen og Oslo stengt for bilimport
- konsept K3b med container stengt på sjø i Moss og Drammen og Oslo stengt for bilimport og reduksjon av omlastingskostnadene for container Oslo, Moss og Drammen med 20% samt redusert omlastingskost 20% for bilimport Drammen.
- Videre er K5B kjørt med en reduksjon i omlastingskostnader for jernbane i Vestby med 20%.

I november ble det i tillegg foretatt nye følsomhetsanalyser i oktober/november: Det ble avslutningsvis i prosjektet gjennomført følgende følsomhetsanalyser: Referanse kjøres uten 10 % kostnadsreduksjon Alnabru, referanse kjøres 480m tog og uten 10% kostnadsreduksjon Alnabru, K3a med 480m tog lengde og dagens kostnadsnivå Alnabru (uten den forutsatt 7 % reduksjon i forhold til referanse for 2040 og uten 10% reduksjon i forhold til referanse 2062), K5B med 480m tog lengde og dagens kostnadsnivå Alnabru for Hauer seter (uten den forutsatt 7 % reduksjon i forhold til referanse for 2040 og uten 10% reduksjon i forhold til referanse 2062), og referanse uten 10% kostnadsreduksjon Alnabru og med vegnettverk 2062 uten bompenger.

I forrige beregningsrunde ble det kjørt en rekke følsomhetsanalyser for K3, samt en følsomhetsanalyse mot referanse. Siden dette er gjort med en tidligere modell enn den som er benyttet i slutfasen av prosjektet, så vil vi her begrense oss til å vise prosentvise endringer.

Også tidligere i prosjektet har det vært gjort en rekke følsomhetsanalyser også mot andre konsepter. Konseptdefinisjonene har vært endret en del i løpet av prosjektet, så de tidligere følsomhetsanalysene vil ikke bli presentert med absolutte tall. Imidlertid vil vi indikere prosentvise endringer slik at man får en ytterligere belysning av hvor følsomme konklusjonene kan være mot endringer i til dels usikre forutsetninger.

5.1. Følsomhetsanalyse 480 m.

Denne følsomhetsanalysen ble gjort for referansen, og K3b, og tok sikte på å se hvor følsomme resultatene var for en slik reduksjon i tog lengde. Beregningen ble gjort for 2040.

Tabell 5.1. viser godsomslaget i jernbaneterminalene, sammenlignet med referanse 2040 og K3b med de forutsetninger som er lagt til grunn i hovedanalysen.

Tabell 5.1. Godsomslag med 480m tog lengde for referanse og K3b, sammenlignet med opprinnelige forutsetninger. Millioner tonn per år, 2040.

	Referanse 2040	Ref. 2040 480m	K3b 2040	K3b 2040 480m
Alnabru	4.39	3.81	4.83	4.11
Holmen	1.00	0.86	0.84	0.73
Kristiansand	0.62	0.41	0.63	0.40
Rolvsøy	0.13	0.13	0.13	0.13
Totalt:	6.14	5.21	6.42	5.37

Vi ser at effekten er en nedgang i godsomslag, med unntak av for Rolvsøy hvor det går vognlast, med uendrete tog lengder.

For den rene kombitrafikken er utslaget som vist i tabell 5.2.

Tabell 5.2. Godsomslag for kombitrafikk med 480m tog lengde for referanse og K3b, sammenlignet med opprinnelige forutsetninger. Millioner tonn per år, 2040.

	Ref. 2040	Ref. 2040 480m	K3b 2040	K3b 2040 480m
Alnabru	4.39	3.81	4.83	4.11
Holmen	0.47	0.36	0.30	0.23
Kristiansand	0.62	0.41	0.63	0.40
Totalt:	5.47	4.58	5.75	4.74

Tabell 5.3. viser endringen i næringslivets logistikkostnader (og dermed endring i godsnytte) ved denne endringen.

Tabell 5.3. Næringslivets logistikkostnader ved tog lengde 480 m for referanse og K3b, sammenlignet med opprinnelige forutsetninger. Millioner kroner per år, 2040

Alternativ	Endringer i næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år) sammenlignet med opprinnelig referanse 2040
Referanse 480m	227
K3b	-58
K3b 480 m	225

Som tabellen viser, er effekten av reduserte tog lengder betydelig, både for referansen og K3b.

Tabell 5.4 viser endringen i transportfordelingen målt som millioner tonnkm, sammenlignet med referanse 2040

Tabell 5.4. Endringer i transportfordeling, sammenlignet med referanse 2040

Endringer fra opprinnelig referanse 2040						
Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 480m	293	366	-867	17	39	-94
K3b	-63	-79	159	1	-4	3
K3b 480 m	188	376	-775	22	79	-130

Det fremkommer av tabellen at reduksjonen i transportarbeidet for tog med tog lengde 480m blir betydelig. Godset overføres både til bil og båt.

Hvis vi ser på kapasitetsbehovet i referansen på Alnabru, slik dette ble beregnet i forrige kapittel, endres dette som vist i tabell 5.5.

Tabell 5.5. Kapasitetsbehov Alnabru ved 480 m tog lengde, sammenlignet med opprinnelig situasjon. Tusen teu per år.

	Opprinnelig referanse	Referanse, 480 m tog lengde
2030	581	504
2040	694	603
2062	1127	984

Hvis vi sammenligner for 480 m tilbudt og etterspurt kapasitet i teu for referansen, finner vi at det vil være kapasitetsmangel fra ca. 2038. For K3b vil det med 480m være tilstrekkelig kapasitet frem til ca. 2050.

5.2. Følsomhetsanalyse av K5-konseptene

Vi har foretatt en følsomhetsanalyse av K5-konseptene under følgende forutsetning:

- Holmen er bare åpen for bilvogner og for kombitrafikk som går direkte sjø-bane

Øvrige forutsetninger er uendret.

Tabell 5.6 viser godsomslaget for jernbanen under disse nye forutsetningene, sammenlignet med de opprinnelige beregningene for K5.

Tabell 5.6. K5 beregnet med redusert kapasitet Holmen, sammenlignet med opprinnelige beregninger for K5. Millioner tonn per år, 2040.

	K5Aa	K5Aa- følsomhet	K5Ab	K5Ab - følsomhet	K5B	K5B - følsomhet	K5C	K5C - følsomhet
Holmen	1.6	0.2	1.5	0.1	2.4	0.2	2.6	0.2
Vestby	2.7	3.6	2.9	3.8	0	0	0	0
Kristiansand	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Hauersetter	0	0	0	0	1.7	2.3	0	0
Ryghkollen	0	0	0	0	0	0	1.1	3.3
Rolvøy	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2
Totalt:	5.0	4.6	5.1	4.6	4.8	3.2	4.5	4.3

Effekten på totalt godsomslag er reduksjon, som naturlig følger av en tilbudsreduksjon. Det skjer en viss forskyvning til hovedterminalene. Denne effekten er størst når hovedterminalen er Ryghkollen på grunn av den geografiske nærhet til Holmen.

Tabell 5.7 viser forskjellen til referansen for næringslivets logistikkostnader. Effekten av reduksjonen i tilbud på Holmen er økte kostnader.

Tabell 5.7. Næringslivets logistikkostnader i forhold til referanse 2040. Millioner kroner per år.

Alternativ	Forskjell i næringslivets logistikkostnader (millioner kr per år) i forhold til referanse 2040
K5Aa	148
K5Aa følsomhet	185
K5Ab	142
K5Ab følsomhet	179
K5B	105
K5B følsomhet	200
K5C	193
K5C følsomhet	222

Tabell 5.8 viser forskjellen i transportarbeid målt i millioner tonnkm, sammenlignet med referanse 2040.

Tabell 5.8. Transportarbeid i millioner tonnkm, forskjell til referanse 2040.

Endringer fra referanse						
Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K5Aa	475	328	-874	2	-7	-59
K5Aa følsomhet	631	363	-1026	4	-6	-76
K5Ab	473	330	-879	2	-7	-60
K5Ab følsomhet	630	365	-1031	3	-6	-76
K5B	496	263	-804	7	16	8
K5B følsomhet	888	389	-1300	33	52	-62
K5C	633	368	-1140	5	23	18
K5C følsomhet	731	399	-1,271	6	28	20

Effekten av redusert tilbud på Holmen er ytterligere nedgang i transportarbeidet for tog.

5.3. Følsomhetsanalyser K3b

Det ble gjennomført følsomhetsanalyser av K3b for å se hvordan transportfordelingen eventuelt ville påvirkes av følgende endringer:

- 1a: Transport av container stenges på sjø i Moss og Drammen og Oslo havn stengt for bilimport
- 1b: Transport av container stenges på sjø i Moss og Drammen og Oslo stengt for bilimport og reduksjon av omlastingskostnadene for container Oslo, Moss og Drammen med 20% samt redusert omlastingskost 20% for bilimport Drammen.

Vi har sammenlignet følsomhetsberegningene mot K3b. Tabell 5.9 sammenligner for 2040 transportarbeid på norsk område mellom den første følsomhetsanalysen og K3b, mens tabell 5.10 sammenligner samfunnets logistikkostnader.

Tabell 5.9. Transportarbeid på norsk område for 3b med container stengt i Moss og Drammen havn og biltransport stengt i Oslo havn, sammenlignet med K3b uten endringer. (Millioner tonnkm)

Innenlands	Bil	Sjø	Tog
1a K3b 2040	31246	30722	6727
K3b 2040	31227	30724	6684
Eksport + import			
1a K3b 2040	4592	127879	2065
K3b 2040	4592	127881	2067

Vi ser det er små utslag, med en svak økning i transportarbeidet for bil og tog, og en svak nedgang for skip.

Tabell 5.10 Næringslivets logistikkostnader for 3b med container stengt i Moss og Drammen havn og biltransport stengt i Oslo havn, sammenlignet med K3b uten endringer. (Mill kr per år)

	Innenlandsk	Eksport	Import	SUM
1a K3b 2040	101,944	81,202	62,817	245,963
K3b 2040	101,942	81,206	62,852	246,001
Differanse logistikkostnader	2	-4	-35	-38

Også med hensyn til kostnader er utslaget ubetydelig. En viss nedgang i kostnader for import kan forklares med noe konsolidering av sjøtransporten til færre steder som gir bruk av større båter.

I tabell 5.11 og 5.12. er de samme forskjellene beskrevet for følsomhetsanalyse foretatt med samme forutsetninger som over, men med i tillegg en reduksjon i omlastingskostnadene i Drammen havn med 20%

Tabell 5.11. Transportarbeid på norsk område for 3b med container stengt i Moss og Drammen havn og biltransport stengt i Oslo havn og kostnadsreduksjon omlasting Drammen med 20%, sammenlignet med K3b uten endringer. (Millioner tonnkm)

Innenlands	Bil	Sjø	Tog
1b K3b 2040	31253	30723	6747
K3b 2040	31227	30724	6684
Eksport + import			
1b K3b 2040	4592	127882	2065
K3b 2040	4592	127881	2067

Vi ser det er små utslag, med en svak økning i transportarbeidet for bil og tog, og en svak nedgang for skip. Utslagene er noe større enn for alternativet over (1a), men fortsatt små.

Tabell 5.12 Næringslivets logistikkostnader for 3b med container stengt i Moss og Drammen havn og biltransport stengt i Oslo havn og redusert omlastingskostnader, sammenlignet med K3b uten endringer. (Mill kr per år)

	Innenlandsk	Eksport	Import	SUM
1b K3b 2040	101,943,854	81,197,822	62,785,794	245,927,470
K3b 2040	101,941,942	81,206,255	62,852,449	246,000,646
Differanse logistikkostnader	1,912	-8,433	-66,655	-73,176

Vi får her et noe større utslag i reduserte logistikkostnader enn i forrige analyse (1a), dette skyldes de lavere omlastingskostnadene i Drammen.

5.4. Følsomhetsanalyse K5B

Det er i denne følsomhetsanalysen lagt inn en ekstra kostnadsreduksjon på 20% for Vestby, slik at denne har 20% lavere omlastingskostnader enn Alnabru i K3. Vi har her for 2040 sammenlignet med K5B uten denne ekstra kostnadsreduksjonen. Tabell 5.13 sammenligner transportarbeid, og i tabell 5.14 logistikkostnadene.

Tabell 5.13. Transportarbeid for K5B med 20% lavere omlastingskostnader Vestby, sammenlignet med K5B. Beregningsår 2040. Mill. tonnkm per år.

Innenlands	Bil	Sjø	Tog
K5B følsomhet 2040	31771	31010	5834
K5B 2040	31786	31067	5721
Eksport + import			
K5B følsomhet 2040	4595	127899	2077
K5B 2040	4598	127901	2073

Vi ser en økning i transportarbeidet på tog med ca. 2% for innenlands godstransport, og en svak økning for eksport og import. Sjø og biltransport går ned.

Tabell 5.14 Næringslivets kostnader for K5B med 20% lavere omlastingskostnader Vestby, sammenlignet med K5B. Beregningsår 2040. Mill kr per år.

	Innenlandsk	Eksport	Import	SUM
K5B følsomhet 2040	102,034	81,211	62,903	246,147
K5B 2040	102,048	81,210	62,905	246,163
Differanse logistikkostnader	-15	1	-2	-16

Vi ser at utslaget er svært lite.

5.5 Følsomhetsanalyser rundt kostnadsforutsetningene for referanse og K3a

Det ble avslutningsvis i prosjektet gjennomført følgende følsomhetsanalyser:

- Referanse kjøres uten 10 % kostnadsreduksjon Alnabru
- Referanse kjøres 480m tog og uten 10% kostnadsreduksjon Alnabru
- K3a beregnes med 480m tog lengde og dagens kostnadsnivå Alnabru (uten den forutsatt 7 % reduksjon i forhold til referanse for 2040 og uten 10% reduksjon i forhold til referanse 2062),
- K5B beregnes med 480m tog lengde og dagens kostnadsnivå Alnabru for Hauer seter (uten den forutsatt 7 % reduksjon i forhold til referanse for 2040 og uten 10% reduksjon i forhold til referanse 2062),
- Referanse kjøres uten 10% kostnadsreduksjon Alnabru og med vegnettverk 2062 uten bompenger.

Tabell 5.15 viser næringslivets logistikkostnader og anslåtte CO₂-utslipp og ulykkeskostnader for følsomhetsalternativene samt K3a og K5B.

Tabell 5.15 Logistikkostnader (Mill kr per år), CO₂-utslipp (1000 tonn per år) og ulykkeskostnader (Mill kr per år) (2040)

Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)	Utslipp CO ₂ (Norge) 1000 tonn	Ulykkeskostnader (Mill kr per år)
Referanse 2040	246,059	6,308	4,706
K5B	246,163	6,368	4,757
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3	246,285	6,348	4,732
K3a 480 m med 7 pst kostred fra dagens	246,310	6,354	4,738
K5B 480 m med 7 pst kostred fra dagens	246,418	6,408	4,787

Tabell 5.16 viser endringer i de samme verdier i forhold til referanse 2040.

Tabell 5.16 Forskjeller i logistikkostnader (Mill kr per år), CO₂-utslipp (1000 tonn per år) og ulykkeskostnader (Mill kr per år) i forhold til referanse 2040.

Endringer fra referanse			
Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)	Utslipp CO ₂ (Norge) 1000 tonn	Ulykkeskostnader (Mill kr per år)
K3a	-22	-7	-6
K5B	105	60	51
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3	227	40	26
K3a 480 m med 7 pst kostred fra dagens	251	46	32
K5B 480 m med 7 pst kostred fra dagens	359	100	81

Tabell 5.17 viser millioner tonnkm for bil, sjø og bane for de ulike alternativene.

Tabell 5.17. Millioner tonnkm per år (2040) for følsomhetsalternativene og tilsvarende alternativ uten forutsetningene i følsomhetsanalysene.

Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2040	31,290	30,803	6,525	4,591	127,885	2,065
K5B	31,786	31,067	5,721	4,598	127,901	2,073
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3	31,583	31,169	5,658	4,608	127,924	1,971
K3a 480 m med 7 pst kostred fra dagens	31,633	31,187	5,576	4,610	127,971	1,933
K5B 480 m med 7 pst kostred fra dagens	32,093	31,243	5,061	4,616	127,978	1,934

Tabell 5.18 viser forskjellene i forhold til referanse 2040.

Tabell 5.18. Forskjeller i millioner tonnkm på norsk område (2040) i forhold til referanse 2040.

Forskjeller fra referanse						
Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a	-61	-78	141	1	0	2
K5B	496	263	-804	7	16	8
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3	293	366	-867	17	39	-94
K3a 480 m med 7 pst kostred fra dagens	343	384	-949	19	86	-132
K5B 480 m med 7 pst kostred fra dagens	803	440	-1,464	25	93	-130

Tabell 5.19 viser millioner tonn per år for bil, sjø og bane for de ulike alternativene og referanse 2040.

Tabell 5.19. Millioner tonn per år per transportmiddel for de ulike alternativene. (2040)

Alternativ	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2040	434.0	56.5	15.4	22.3	223.9	33.0
K3a	434.2	56.4	15.6	22.3	223.9	33.0
K5B	433.0	56.6	14.2	22.4	224.0	32.9
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3	433.2	56.7	14.5	22.4	224.0	32.8
K3a 480 m med 7 pst kostred fra dagens	433.2	56.7	14.4	22.4	224.1	32.6
K5B 480 m med 7 pst kostred fra dagens	432.2	56.8	13.4	22.4	224.2	32.5

Tabell 5.20 viser forskjellene i millioner tonn per år i forhold til referanse 2040.

Tabell 5.20. Forskjeller i tonn per år mellom alternativene og referanse 2040.

Endring fra referanse						
Alternativ	Bil innland	Sjø innland	Tog innland	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a	0.1	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
K5B	-1.1	0.2	-1.2	0.0	0.1	-0.1
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3	-0.8	0.3	-0.9	0.1	0.1	-0.2
K3a 480 m med 7 pst kostred fra dagens	-0.9	0.3	-1.1	0.1	0.2	-0.3
K5B 480 m med 7 pst kostred fra dagens	-1.8	0.3	-2.0	0.1	0.3	-0.4

Vi ser at endringen til 480m og dagens kostnader for klasse 3 terminaler (Alnabru, Hauer seter) med fører en kraftig økning i årlige kostnader, utslipp og ulykker sammenlignet med K3a og K5B. Samtidig får vi også en kraftig reduksjon i jernbanetraffikk.

Forholdet mellom K3a og K5B rent kvalitativt er uendret.

Tabellene nedenfor viser det samme for beregningsår 2062. I tillegg er det der inkludert et følsomhetsalternativ til, vegnettverk uten bompenger.

Tabell 5.21 viser næringslivets logistikkostnader og anslåtte CO₂-utslipp og ulykkeskostnader for følsomhetsalternativene samt K3a og K5B.

Tabell 5.21 Logistikkostnader (Mill kr per år), CO₂-utslipp (1000 tonn per år) og ulykkeskostnader (Mill kr per år) (2062)

Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)	Utslipp CO ₂ (Norge) 1000 tonn	Ulykkeskostnader (Mill kr per år)
Referanse 2062	405,241	9,732	7,512
K3a	405,188	9,712	7,495
K5B	405,390	9,817	7,583
Referanse uten 10 pst kostreduksjon	405,728	9,811	7,566
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3 og uten bompenger	398,378	10,074	7,851
K3a 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	398,314	10,063	7,843
K5B 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	398,475	10,120	7,893

Tabell 5.22 viser endringer i de samme verdier i forhold til referanse 2062.

Tabell 5.22 Forskjeller i logistikkostnader (Mill kr per år), CO₂-utslipp (1000 tonn per år) og ulykkeskostnader (Mill kr per år) i forhold til referanse 2062.

Alternativ	Endringer fra referanse		
	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)	Utslipp CO ₂ (Norge) 1000 tonn	Ulykkeskostnader (Mill kr per år)
K3a	-53	-19	-17
K5B	148	85	71
Referanse uten 10 pst kostreduksjon	486	79	53
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3 og uten bompenger	-6,863	342	339
K3a 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	-6,927	331	331
K5B 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	-6,767	388	381

Tabell 5.23 viser millioner tonnkm for bil, sjø og bane for de ulike alternativene.

Tabell 5.23. Millioner tonnkm per år (2062) for følsomhetsalternativene og tilsvarende alternativ uten forutsetningene i følsomhetsanalysene.

Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
Referanse 2062	49,253	46,454	10,466	8,029	183,070	3,200
K3a	49,082	46,424	10,697	8,029	183,058	3,200
K5B	49,956	46,869	9,332	8,033	183,069	3,238
Referanse uten 10 pst kostreduksjon	49,853	47,191	8,727	8,048	183,173	2,972
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3 og uten bompenger	51,817	45,661	6,639	8,577	183,063	2,877
K3a 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	51,727	45,591	6,828	8,584	183,048	2,879
K5B 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	52,209	45,724	6,165	8,583	183,107	2,876

Tabell 5.24 viser forskjellene i forhold til referanse 2062.

Tabell 5.24. Forskjeller i millioner tonnkm på norsk område (2040) i forhold til referanse 2062.

Endringer fra referanse						
Alternativ	Mill tonnkm Norsk område					
	Bil innenlands	Sjø innenlands	Tog innenlands	Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
K3a	-170	-30	231	0	-11	-1
K5B	704	415	-1,134	3	0	38
Referanse uten 10 pst kostreduksjon	600	737	-1,740	18	104	-229
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3 og uten bompenger	2,565	-793	-3,828	548	-7	-323
K3a 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	2,474	-863	-3,638	554	-21	-322
K5B 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	2,957	-730	-4,301	554	38	-324

Tabell 5.25 viser millioner tonn per år for bil, sjø og bane for de ulike alternativene og referanse 2040.

Tabell 5.25. Millioner tonn per år per transportmiddel for de ulike alternativene. (2062)

Alternativ	Sjø			Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
	Bil innland	innland	Tog innland			
Referanse 2062	659.0	83.1	23.0	39.1	332.6	43.5
K3a	659.4	83.0	23.4	39.1	332.6	43.5
K5B	657.6	83.3	21.4	39.2	332.6	43.5
Referanse uten 10 pst kostreduksjon	657.6	83.6	21.1	39.2	332.9	43.0
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3 og uten bompenger	652.3	80.4	17.3	40.2	332.7	42.2
K3a 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	652.5	80.4	17.6	40.2	332.7	42.2
K5B 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	651.5	80.4	16.5	40.2	332.9	42.1

Tabell 5.26 viser forskjellene i millioner tonn per år i forhold til referanse 2062.

Tabell 5.26. Forskjeller i tonn per år mellom alternativene og referanse 2062

Endring fra referanse						
Alternativ				Bil import + eksport	Sjø import + eksport	Tog import + eksport
	Bil innland	Sjø innland	Tog innland			
K3a	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
K5B	-1.4	0.2	-1.6	0.0	0.0	0.0
Referanse uten 10 pst kostreduksjon	-1.5	0.5	-1.8	0.1	0.3	-0.5
Referanse 480 m uten 10 pst kostreduksjon kl3 og uten bompenger	-6.8	-2.7	-5.7	1.1	0.1	-1.3
K3a 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	-6.6	-2.7	-5.4	1.1	0.1	-1.3
K5B 480 m med 10 pst kostred fra dagens og uten bompenger	-7.6	-2.6	-6.5	1.1	0.3	-1.5

Vi ser at endringen til 480m og dagens kostnader for klasse 3 terminaler (Alnabru, Hauer seter) med fører en kraftig økning i årlige kostnader, utslipp og ulykker sammenlignet med K3a og K5B. Samtidig får vi også en kraftig reduksjon i jernbanetrafikk. Effekten blir relativt sett betydelig større enn for 2040 for alternativene uten bompenger. Reduksjonen på grunn av bortfallet av bompenger er så vidt kraftig, at det nesten ikke er jernbanetrafikk igjen hvis vi ser bort fra tømmer og bulk.

Forholdet mellom K3a og K5B rent kvalitativt er uendret.

5.6. Følsomhetsanalyser av K3 (2017)

I 2017 ble det foretatt følsomhetsanalyser for konsept K3. Disse ble beregnet basert på 2030 transportmatriser, og andre forutsetninger enn i siste modell. K3 som konsept ligger nærmest opp til dagens konsept K3b. Følgende alternativ ble beregnet:

- 1a: Containere på sjø stenges i Moss og Drammen, bilimport stenges i Oslo
- 1b: Som 1a, men med 20% reduserte kostnader for containere i Oslo, Moss og Drammen
- 2a: Containere og bilimport stenges i Oslo, Moss og Drammen, ny havn åpnes på Tofte
- 2b: Som 2a, men kostnadene for containere og bilimport reduseres med 20 % i den nye havnen
- 2c: Som 2a, men 20% reduksjon for alle godstyper i den nye havnen.
- 3a: Som 2a, men ny havn for alle godstyper med tilknytning veg og jernbane på Kopstad. Beregningsmessig er den nye havnen lagt til Horten.
- 3b: Som 3a, men Alnabru stenges og Kopstad åpnes som ny hovedterminal

4a: Som 2a, men ny havn åpnes for alle godstyper på Kambo.

4b: Som 4a, men med Alnabru stengt og Vestby som hovedterminal.

5: Ny gjennomsnittlig toglengde, 740 m.

6: Med 25,25 modulvogntog på hele vegnettet

7: Både 740 m toglengde og 25.25 m modulvogntog på hele riksvegnettet

9: Bompenger på riksvegnettet for innlagte prosjekter samt veglister fra oktober 2016

Endringen fra 2b til 2c ga ingen effekt på transportfordelingen, og resultatene fra dette alternativet er derfor ikke inkludert.

I utgangspunktet er ikke alternativene akkumulerte, med unntak fra de tilfellene som eksplisitt er beskrevet i listen.

Formålet med følsomhetsanalysene er å vise hvor store relative utslag resultattallene for K3 får når vi endrer forutsetningene for beregningene. K3 var her det vi har kalt K3a. Samtidig viser resultatene også i stor grad utslaget av noen av de beregnede tiltakene som sådan – som lengre tog, bruk av modulvogntog og endringer i havnestrukturen. Siden dette er eldre beregninger, vises kun effektene i %.

Tabell 5.27 viser næringslivets logistikkostnader (millioner kroner per år), endringene som følsomhetsanalysene gir i forhold til konsept K3 i 2030.

Tabell 5.27. Endringer i næringslivets logistikkostnader (millioner kroner per år), sammenlignet med K3.

	Endringer fra K3
Alternativ	Næringslivets logistikkostnader (Mill kr per år)
Konsept alt 1a	-0,1%
Alt 1b	-0,5%
Alt 2a	+1,9 %
Alt 2b	+1,2 %
Alt 2c	+ 1,2 %
Alt 3a	+2,2 %
Alt 3b	+ 3,5%
Alt 4a	+1,3 %
Alt 4b	+ 1,7 %
Alt 5	-1,6 %
Alt 6	-25,8 %
Alt 7	-27,2 %
Alt 9	3,4 %

Alternativ 6 er bruk av modulvogntog, og det er disse som bidrar til den sterke reduksjonen i kostnader, i alternativ 7 skjer dette i kombinasjon med lengre tog som også har en gunstig effekt for næringslivets kostnader. For de ulike alternativene hvor det skjer reduksjon i dagens havnetilbud øker kostnadene markert, selv om stengning enkelte steder er kombinert med etablering av nye havner andre steder.

Det ble også foretatt en egen følsomhetsanalyse av referanse 2030 basert på at det ble lagt inn bompenger på riksvegnettet for innlagte prosjekter samt nye vegger i henhold til veglister fra oktober 2016.

Vegtransporten gikk noe tilbake, mens både jernbane og sjø øker. Utslagene er relativt begrenset.

Næringslivets logistikkostnader (millioner kroner per år økte med ca. 3,2 %.

5.7. Tidligere følsomhetsanalyser fra 2016

Det ble i 2016 gjennomført en rekke følsomhetsanalyser i forhold til konseptalternativ som var noe avvikene i forhold til de som er gjennomgått i avsnitt 5.1. Vi vil derfor ikke vise de absolutte tallene for disse alternativene. Derimot så vil de relative endringene (%-vise endringer) i følsomhetsalternativene sammenlignet med konseptene gi en indikasjon på hvor robuste beregningene er for endrete forutsetninger, og vi gjengir derfor disse for noen hovedparametere.

5.7.1 Følsomhetsanalyser på alternativ med Alnabru som hovedterminal

Her ble det gjort en rekke følsomhetsanalyser:

- Alle hovedstrekningene (riksvegnettet) åpnet for modulvogntog
- Endret havnestruktur, endringer i Moss og Grenland
 - Container og stykkgoods på sjø stenges i Moss og Grenland
 - Stengning som over i kombinasjon med 20 prosent reduserte kostnader for stykkgoods og containere i Oslo, Larvik og Moss.
- Endret havnestruktur, endringer Drammen
 - Drammen havn stenges for container og stykkgodstrafikk
 - Som over, med 20 prosent reduserte kostnader for containere Oslo
- Endret havnestruktur, endringer Moss
 - Moss havn stenges for container og stykkgodstrafikk
 - Som over, med 20 prosent reduserte kostnader for containere Oslo
- Toglengde 750 m
- Toglengde 1000m

- Fast vegforbindelse Moss-Horten
- Ringeriksbanen åpnet for gods
- Økt dieselavgift bil (dobling)
- Økt hastighet utenlandstog (10 km/time i gjennomsnitt)

Vi viser effekten på følgende forhold:

- Endringer i tonnkm på norsk område for bil, sjø og bane
- Endringer i transportkostnader for næringslivet
- Tonn godsomslag for Alnabru

Tabell 5.28. Følsomhetsanalyse av løsning med hovedterminal Alnabru – effekt av endrete forutsetninger (2016 beregninger)

	Mill tonnkm vegtransport, endring mot løsning med Alnabru hovedterminal	Mill tonnkm sjøtransport endring mot løsning med Alnabru hovedterminal	Mill tonnkm jernbane-transport endring mot løsning med Alnabru hovedterminal	Endring i næringslivets transportkostnader (Mill kr pr år) endring mot løsning med Alnabru hovedterminal	Godsomslag Alnabru Mill tonn endring mot løsning med Alnabru hovedterminal
Hovedstrekningene (riksvegnettet) åpnet for modulvogntog	7.0%	-0.6%	-27.9%	-1.2%	-40.8%
Endringer havnestruktur: Container og stykkgoods på sjø stenges i Moss og Grenland	0.3%	0.0%	-0.2%	0.1%	-2.3%
Endringer havnestruktur: Stengning av stykkgoods på sjø i Moss og Grenland, i kombinasjon med reduserte kostnader (neste effektivitetstrinn (klasse 3)) for stykkgoods og containere i Oslo, Larvik og Moss.	0.2%	0.2%	-1.8%	0.0%	-5.9%
Toglengde 750 m	-1.0%	-0.5%	11.3%	-0.2%	14.5%
Toglengde 1000m	-2.3%	-0.9%	24.6%	-0.3%	35.1%
Fast vegforbindelse er etablert for Moss-Horten	0.0%	-0.1%	-1.0%	-0.2%	-4.5%
Ringeriksbanen er åpnet og åpnet for gods	-0.3%	0.0%	0.4%	0.0%	1.0%
Økt dieselavgift	-5.9%	1.2%	15.1%	2.9%	26.8%
Økt hastighet utenlandstog	-0.2%	-0.1%	1.3%	-0.1%	1.4%

5.7.2. Følsomhetsanalyser konsept med Vestby som hovedalternativ

Her ble det gjort mange av de samme følsomhetsanalysene som for konseptet med Alnabru som hovedterminal:

- Hovedstrekningene (riksvegnettet) åpnet for modulvogntog
- Endret havnestruktur:
 - Container og stykkgoods på sjø stenges i Borg og Grenland
 - Stengning av stykkgoods på sjø i Borg og Grenland, i kombinasjon med reduserte kostnader (neste effektivitetstrinn (klasse 3)) for stykkgoods og containere i Oslo, Larvik og Moss.
- Toglengde 750 m
- Toglengde 1000m
- Fast vegforbindelse er etablert for Moss-Horten
- Økt dieselavgift (dobling)

Tabell 5.29 viser resultatene.

Tabell 5.29. Følsomhetsanalyser av alternativ med hovedterminal Vestby (2016 beregninger)

	Mill tonnkm vegtransport, endring mot alternativ med hovedterminal Vestby	Mill tonnkm sjøtransport endring mot alternativ med hovedterminal Vestby	Mill tonnkm jernbane- transport endring mot alternativ med hovedterminal Vestby	Endring i næringslivets transport- kostnader (Mill kr pr år) endring mot alternativ med hovedterminal Vestby	Endring i godsomslag Vestby millioner tonn alternativ med hovedterminal Vestby
Hovedstrekningene (riksvegnettet) åpnet for modulvogntog	5.0%	-0.6%	-19.8%	-1.3%	-22.5%
Endringer havnestruktur: Container og stykkgoods på sjø stenges i Borg og Grenland	1.0%	0.3%	-6.6%	0.5%	-8.2%
Endringer havnestruktur: Stengning av stykkgoods på sjø i Borg og Grenland, i kombinasjon med reduerte kostnader (neste effektivitetstrinn (klasse 3)) for stykkgoods og containere i Oslo, Larvik og Moss.	1.0%	0.2%	-7.4%	0.3%	-10.4%
Toglengde 750 m	-1.7%	-0.6%	-11.0%	0.5%	31.2%
Toglengde 1000m	-2.4%	-0.9%	31.6%	-0.3%	47.2%
Fast vegforbindelse er etablert for Moss-Horten	0.0%	-0.1%	-0.8%	-0.2%	-0.8%
Økt dieselavgift	-5.8%	1.2%	17.2%	2.9%	39.9%

5.7.3. Følsomhetsanalyser konsept med hovedterminal Alnabru kombinert med avlastingsterminal Ryghkollen

For alternativ med hovedterminal Alnabru kombinert med avlastingsterminal Ryghkollen, ble det gjort følgende følsomhetsanalyser:

- Hovedstrekningene (riksvegnettet) åpnet for modulvogntog
- Toglengde 750 m
- Toglengde 1000m
- Fast vegforbindelse er etablert for Moss-Horten

Resultatene er oppsummert i tabell 5.30.

Tabell 5.30. Oppsummering av følsomhetsanalyser for konsept hovedterminal Alnabru og avlastingsterminal Ryghkollen (beregninger 2016)

	Mill tonnkm vegtransport, endring mot hoved- terminal Alnabru og avlasting Ryghkollen	Mill tonnkm sjøtransport endring mot hoved- terminal Alnabru og avlasting Ryghkollen	Mill tonnkm jernbane- transport endring mot hoved- terminal Alnabru og avlasting Ryghkollen	Endring i næringslivets transport- kostnader (millioner kr pr år) endring mot hoved-terminal Alnabru og avlasting Ryghkollen	Endring i godsomslag millioner tonn for hoved- terminal Alnabru og avlasting Ryghkollen	Endring i godsomslag Ryghkollen millioner tonn for hovedterminal Alnabru og avlasting Ryghkollen
Hoved- strekningene (riksvegnettet) åpnet for modul-vogntog	6.9%	-0.5%	-27.4%	-1.3%	-43.4%	-10.3%
Toglengde 750 m	-1.3%	-0.6%	13.9%	-0.2%	13.9%	52.6%
Toglengde 1000m	-2.4%	-1.1%	27.0%	-0.4%	33.0%	74.7%
Fast veg- forbindelse er etablert for Moss-Horten	0.0%	-0.1%	-1.0%	-0.2%	-4.7%	-1.7%

5.7.4 Følsomhetsanalyser konsept med Alnabru som hovedterminal og Vestby som avlastingsterminal

For konsept med Alnabru som hovedterminal og Vestby som avlastingsterminal er det gjennomført følgende følsomhetsanalyser:

- Hovedstrekningene (riksvegnettet) åpnet for modulvogntog
- Toglengde 750 m
- Toglengde 1000m
- Fast vegforbindelse er etablert for Moss-Horten
- Økt dieslavgift (dobling)
- Økt hastighet utenlandstog (10 km/time)
- Stening Borg for containere

- Stenging Borg containere og kostnadsreduksjon for terminalhåndtering av containere Oslo havn med 20 %

Resultatene er oppsummert i tabell 5.13.

Tabell 5.13. Følsomhetsanalyser for konsept med Alnabru som hovedterminal og Vestby som avlastingsterminal (beregninger 2016)

	Mill tonnkm vegtransport, endring mot hovedterminal Alnabru med avlastings-terminal Vestby	Mill tonnkm sjøtransport endring mot hovedterminal Alnabru med avlastings-terminal Vestby	Mill tonnkm jernbane-transport endring mot hovedterminal Alnabru med avlastings-terminal Vestby	Endring i næringslivets transport-kostnader (Mill kr pr år) endring mot hovedterminal Alnabru med avlastings-terminal Vestby	Endring godsomslag Alnabru millioner tonn hovedterminal Alnabru med avlastings-terminal Vestby	Endring godsomslag Vestby millioner tonn hovedterminal Alnabru med avlastings-terminal Vestby
Hovedstrekningene (riksvegnettet) åpnet for modulvogntog	7.1%	-0.5%	-27.4%	-1.3%	-45.0%	-18.6%
Toglengde 750 m	-1.0%	-0.6%	12.5%	-0.2%	11.2%	26.6%
Toglengde 1000m	-2.3%	-1.0%	25.0%	-0.4%	31.1%	40.3%
Fast vegforbindelse er etablert for Moss-Horten	-0.1%	-0.1%	-0.6%	-0.2%	-5.5%	4.5%
Økt dieselavgift	-5.9%	1.2%	14.5%	2.9%	25.4%	17.7%
Økt hastighet utenlandstog	-0.1%	-0.1%	1.4%	-0.1%	0.9%	1.6%

Referanser

Stein Erik Grønland, Geir Berg, Eirill Bø, Inger Beate Hovi: Kostnadsstrukturer i godstransport – betydning for priser og transportvalg. TØI-rapport 1372/2014

Stein Erik Grønland: Godstransport – konkurranse og avstand. (Underlag til arbeidsgruppe virkemidler, NTP godsanalyse). SITMA-rapport 1/2015

Stein Erik Grønland: Transportmodeller for transport og logistikk – basisår 2016. TØI-rapport 1638/2018

Inger Beate Hovi: Varestrømmer i Norge – en komponent i Nasjonal godstransportmodell. TØI-rapport 1628/2018

Jernbanedirektoratet: Kapasitetsanalyse konseptfasen. Delrapport R12 i Alnabru fase 2. Jernbanedirektoratet, Oslo, 2018.