


UTREDNING

Kapasitetsutredning Alnabru godsterminal

00A	Godkjent utgave	2.12.2014	NIKE	GBO	KNCH	
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av	
Hovedbanen, Brobekk-Grorud Kapasitetsutredning Alnabru godsterminal Utredning		Ant. Sider	Fritekst 1d			
		66	Fritekst 2d			
			Fritekst 3d			
			Produsent	Strategi og samfunn, Kapasitet		
		Prod. dok. nr.				
		Erstatning for				
Erstattet av						
 Jernbaneverket		Dokument nr.			Rev.	
		POU-00-A-00090			00A	

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	SAMMENDRAG	4
2	INNLEDNING	6
3	METODE	7
3.1	GENERELT OM FRAMGANGSMÅTE	7
3.2	INDELING AV ALNABRU GODSTERMINAL I ANALYSEOMRÅDER	7
4	FORUTSETNINGER	9
4.1	GENERELT	9
4.2	FORUTSETNINGER OM TRAFIKK	9
5	KAPASITETSANALYSE	12
5.1	KAPASITETSUTNYTTELSE I SPOROMRÅDER	12
5.1.1	<i>Døgnnivå</i>	12
5.1.2	<i>Makstime</i>	13
5.1.3	<i>Følsomhetsvurdering</i>	14
5.2	KAPASITETSUTNYTTELSE AV LASTEGATER	15
5.3	OPPSUMMERING AV KAPASITETSANALYSE	15
6	PUNKTLIGHETS- OG FORSINKELSESANALYSE	17
6.1	GENERELT	17
6.2	OBSERVERT TRAFIKK	18
6.3	PUNKTLIGHET	20
6.4	ANKOMSTPUNKTLIGHET OG AVGANGSPUNKTLIGHET	23
6.4.1	<i>Ankomstpunktligheit og avgangspunktligheit over året</i>	23
6.4.2	<i>Punktligheit avgang og ankomst per time over døgn</i>	24
6.5	FORSINKELSE OVER ÅRET	25
6.6	FORSINKELSE PER TIME OVER DØGNET	28
6.7	AVGANGSFORSINKELSE OG TOTALT ANTALL TOG PER TIME	29
6.7.1	<i>Analyse for hele rutetermin R13.2 og R14.1 sammen</i>	29
6.7.2	<i>Analyse av korrelasjon vinter og korrelasjon vår</i>	33
6.8	PUNKTLIGHET OG TOTALT ANTALL TOG PER TIME	35
6.9	PUNKTLIGHET OG FORSINKELSE PER OPERATØR	37
6.9.1	<i>Generelt</i>	37
6.9.2	<i>Punktligheit per måned og per operatør</i>	37
6.9.3	<i>Avgangsforsinkelse og forskjeller mellom operatør</i>	39
6.9.3.1	<i>Generelt</i>	39
6.9.3.2	<i>Avgangspunktligheit per operatør og time</i>	40
6.9.3.3	<i>Forsinkelse per operatør og antall tog totalt</i>	41
6.9.3.4	<i>Forsinkelse per operatør og antall egne tog per operatør</i>	43
6.9.3.5	<i>Oppsummering om forsinkelse per operatør og antall tog</i>	46
6.10	FORSINKELSE OG TIDSINTERVALL MELLOM TOG	46
6.10.1	<i>Generelt</i>	46
6.10.2	<i>Fordeling av intervallstørrelser</i>	48
6.10.3	<i>Intervallstørrelse og forsinkelse for andre tog</i>	50
6.10.4	<i>Forsinkelser for tog ved små intervaller</i>	52
6.10.5	<i>Oppsummering om forsinkelser og intervallstørrelser</i>	54
6.11	OPPSUMMERING AV FORSINKELSESANALYSE.....	54
7	RESULTATER FRA ANDRE RAPPORTER	56
7.1	DOKTORGRADSAVHANDLING, MADS VEISETH	56
7.2	STUDENTOPPGAVE NTNU.....	56
8	KONKLUSJON OG ANBEFALING	57
9	VEDLEGG	60

VEDLEGG 1. AVGANGER, ANKOMSTER OG TIDSBRUK.....	60
VEDLEGG 2. SKIFTEBEVEGELSER OG TIDSBRUK	62
VEDLEGG 3. LASTESPOR OG DRIFTSFORHOLD	63
VEDLEGG 4. SPORPLAN ALNABRU	65
VEDLEGG 5. TOGPÅR I FELLES SPORELEMENTER TIL/FRA ALNABRU	66

1 SAMMENDRAG

Konklusjon

Rapporten er en analyse av kapasitetsforhold på Alnabru godsterminal og belyser resultatene gjennom en analyse av forsinkelsesdata fra TIOS.

Kapasitetsutnyttelsen på *døgnnivå* er ikke kritisk høy i noen av sporområdene, hverken vinter eller sommer, men i forbindelsen mellom G-spor og C-spor er det noe høy utnyttelse på vinteren. Det samme er gjeldende for krysset mot Alnabanen i sør i R-sporene.

Kapasitetsutnyttelsen i *makstimen* for dagens situasjon er for høy i forbindelsen mellom G-spor og C-spor, både sommer og vinter.

Det er i beregningene antatt at vedlikehold utføres i helgene, mens det i praksis har det etter det som er opplyst vært utført vedlikehold også på dagtid ulike steder på terminalen. Det medfører ekstra skiftebevegelser og økt belastning av infrastrukturen. Den beregnede kapasitetsutnyttelsen vil da kunne være høyere enn vist. Antakelig er det primært i periodene uten om rush at dette vil slå ut.

Avvikshåndtering ved større forsinkelser og behov for ekstra skifting er ikke beregnet og kan også føre til økt belastning.

Med ekstra sporforbindelse mellom G-spor og C-spor (sporområde 3 i denne analysen) vil kapasitetsutnyttelsen i makstimen falle til et akseptabelt nivå.

Det virker ikke som om det er mangel på kapasitet i lastegater i den analyserte perioden (R14.1, dvs. første halvår 2014).

Analyse av forsinkelsesdata viser ingen vesentlig sammenheng mellom kapasitetsutnyttelsen (representert ved antall tog/skift per time). Heller ikke tid på døgnet ser ut til å ha betydning. Dessuten har tog både positive og negative forsinkelser. Det er også sesongvariasjoner i punktlighets- og forsinkelsesdata uten at det er tilsvarende forskjell i korrelasjon mellom forsinkelse og belastning.

Det virker derfor som om det er vær og føreforhold (at ting generelt tar lengre tid når føret er vanskelig og det er is i vogner) samt driftsmessige forhold som dominerer mht. forsinkelser, og ikke manglende kapasitet.

På detaljert nivå for enkelte togpar er det heller ikke noen vesentlig sammenheng mellom avgangsforsinkelser og størrelsen av tidsintervall mellom tog i konfliktpunkter.

Konklusjonen er på det foreliggende grunnlaget at kapasitetsforhold i sporområdene på terminalen, både generelt på døgn- og makstimenivå og på nivå for enkelte togpar i konfliktpunkter, ikke er viktige som forklaring for avgangsforsinkelser. Kapasitetsmangel i infrastrukturen kan ha betydning for avviklingen av skift og for konkrete forsinkelser og i avvikssituasjoner. Betydningen er størst om vinteren og minst om sommeren.

De viktigste forklaringene til forsinkelser må i all hovedsak finnes i forhold som f.eks. organisering av skift, organisering av logistikken generelt, driftsmessige ressurser som

personal og antall skiftelok, vær og føre, feilrater på vogner og lok etc. Det er ikke sett nærmere på disse forholdene i denne analysen.

Det er imidlertid også viktig å se på hvor store marginer det er for lasting av vogner frem til sluttidspunkt for lossing. Hvis dette ikke er faktiske problemer kan forsinkelser oppstå i forbindelse med klargjøring, f.eks. hvis skiftepersonell ikke er til stede fordi de er opptatt andre steder (bl.a. grunnet forsinkelse som følge av høy sporutnyttelse). Ellers kan feil på lok og sent oppdagede feil på vogner føre til forsinket avgang.

Anbefaling

Basert på den foreliggende analysen vil følgende tiltak trolig kunne forbedre avgangspunktligheten (betydning er ikke kvantifisert og listen er ikke prioritert etter viktighet):

- Bedre koordinering og styring av sporbruk ved skifting (inkl. styring av hvilken ende av R-spor som brukes til skift ut og inn i R-spor slik at nordenden mot A-spor benyttes mer for å avlaste kryss i sør mot Alnabanen)
- Lavere feilrate på vogner (bedre vedlikehold av vogner)
- Bedre feilidentifikasjon (bedre rutiner for å oppdage feil på vogner)
- Ekstra sporforbindelse mellom G-spor og C-spor (retablere sporforbindelse) for å sikre uavhengige skifteveier og økt kapasitet ved spissbelastning

Sporforbindelsen mellom G-spor og C-spor vil avlaste den eksisterende sporforbindelsen. Spesielt i rush-perioder vil dette lette skifting. Selv om resultatene ikke tilser at kapasitetsbegrensning er en vesentlig årsak til forsinkelsene, vil det være fornuftig å etablere en ekstra sporforbindelse for å øke fleksibiliteten. Også med hensyn til en framtidig situasjon der driftsforhold ikke er dominerende mht. forsinkelser bør kapasiteten være høy nok til at kapasiteten ikke blir ny begrensende faktor.

Som videre arbeid anbefales det å se nærmere på bakenforliggende årsaker til avgangsforsinkelse. Det kan være forhold på følgende områder:

- Omfang av skiftemateriell og mannskap i mest belastende perioder
- Organisering av tog og skift
- Oversikt over sporbruk
- Driftsstabilitet av lok (feil på lok før avgang kan føre til at lok må returnere til Nydalen før avgang)
- Buffer mellom siste tidspunkt for lasting av vognstammer og avgangstid (bedre lastekapasitet og/eller mottakskapasitet)
- Bruk av lastegater for å analysere om bruken av lastegater er en flaskehals.
- Logistikken knyttet til lasting og lossing av containere, ankomst og avgang av lastebiler, lagring av semihengere og containere, krankapasitet etc. og om det evt. er konflikter mellom bevegelse av lastebiler og tog/skift i planoverganger på terminalen.

2 INNLEDNING

Hvis godstog er forsinket ut fra Alnabru vil dette påvirke framføringen av selve godstoget videre på strekningen mot endeterminalen, og andre tog kan også bli påvirket negativt. Det er derfor interessant å finne tiltak for å bedre avgangspunktligheten.

Som et ledd i dette arbeidet er det interessant å undersøke om manglende kapasitet på Alnabru godsterminal kan være en forklaring på avgangsforsinkelser og lav avgangspunktlighet.

Rapporten omhandler en analyse av sammenhengen mellom kapasitetsutnyttelsen og avgangspunktligheten på Alnabru godsterminal. En for høy kapasitetsutnyttelse på Alnabru godsterminal kan være en årsak til avgangsforsinkelser.

En eventuell sammenheng kan være en ren korrelasjon uten at det er en årsakssammenheng. Det er derfor i tillegg til selve kapasitetsanalysen viktig å se på om det er sammenheng mellom forsinkelse og andre parametere som antall tog, tid på året etc. for å finne sammenhenger som igjen gir grunnlag for å identifisere mulige forklaringer til avgangsforsinkelse.

Formålet med undersøkelsen av sammenheng er ikke direkte å identifisere andre årsaker til forsinkelser, men å identifisere *om* det er indikasjoner som tyder på at hovedgrunnen til forsinkelser finnes i slike årsaker. Det å identifisere slike årsaker vil kreve en nærmere analyse og må gjøres som en del av videre arbeid med problemstillingen.

3 METODE

3.1 Generelt om framgangsmåte

Rapporten er bygget opp slik at det først analyseres om det er kapasitetsbrist på terminalen. Det er rimelig å forvente at en kapasitetsbrist vil være en medvirkende årsak til avgangsforsinkelser. Spørsmålet er hvor stort bidraget er og om det er en vesentlig forklaring.

Det er flere faktorer som kan forklare forsinkelser og det er nødvendig å belyse disse i sammenheng med kapasitetssituasjonen for å kunne si noe om hvor viktig kapasitetssituasjonen er for forsinkelser. For å analysere om kapasitetsmangel er en viktig årsak til avgangsforsinkelser er det analysert en del data fra TIOS (Trafikkinformasjons- og oppfølgingsystem, Jernbaneverket). Det er undersøkt hvordan avgangspunktlighet og avgangsforsinkelse er korrelert med:

- Ankomstpunktlighet
- Tid på året (måned)
- Tid på døgnet
- Antall tog per time (totalbelastning)
- Operatør
- Sammenheng mellom forsinkelse på avgang og forsinkelse på tog før avgang, avhengig av tidsintervall mellom tog i felles sporelement

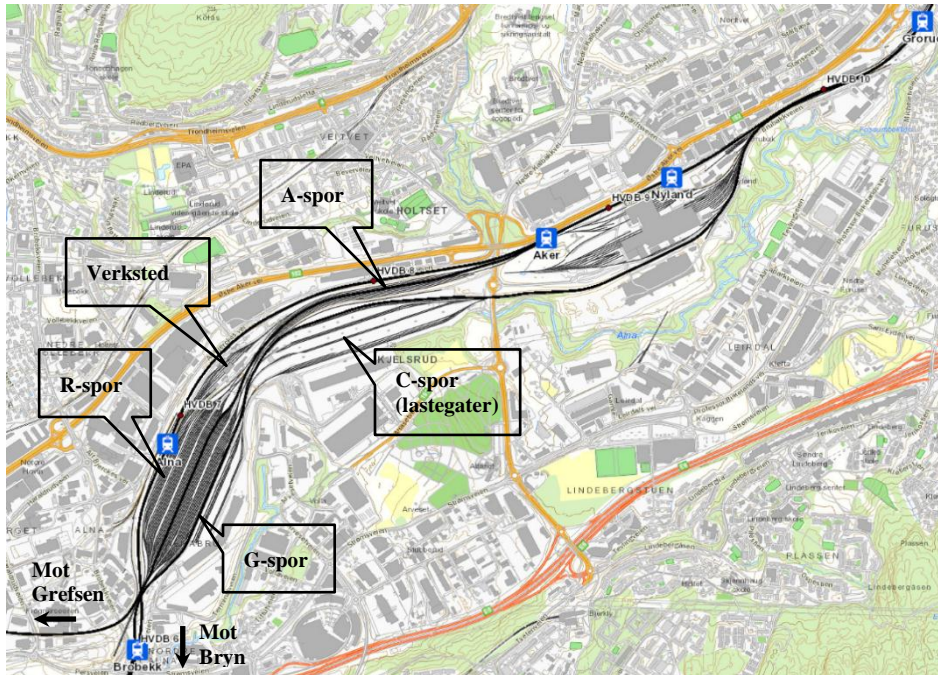
Ut fra korrelasjoner eller mangel på korrelasjoner er det mulig å styrke eller svekke hypoteser om hva som kan være en forklaring på hva som påvirker avgangspunktligheten og dermed hva som kan være årsaken til den lave avgangspunktligheten.

Data stammer fra TIOS og intervjuer med operatører, handlingselskap samt togekspeditører på Alnabru.

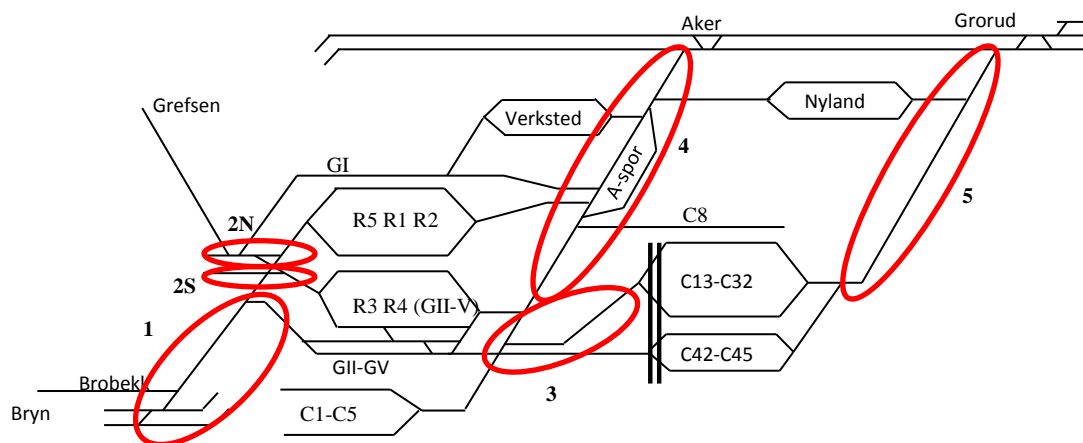
3.2 Inndeling av Alnabru godsterminal i analyseområder

I Figur 1 er det vist et kart over Alnabru godsterminal med påførte sporområder.

Figur 2 viser en skjematisk skisse av Alnabru-terminalen og analyserte sporområder. Sporområder som vil være de mest belastede på terminalen med tanke på samlet tidsbelegg over døgnet er markert med nummer og rød ring. Dette er sporområder der godstog kjøres inn og ut av terminalen og der det vil være mange skiftebevegelser. Områdene er valgt ut basert på en antakelse over hvor det er flest bevegelser. Det er altså ikke gjort en beregning av belegget på *alle* sporelementer på terminalen, men valgt ut de som er antatt mest kritiske. Nummereringen er gjort stigende fra sør mot nord og øst og er til bruk bare i denne analysen.



Figur 1. Oversiktskart over Alnabru godsterminal. (Kilde: Jernbaneverket.)



Figur 2. Skisse med sporforbindelser på Alnabru og analyserte sporområder.

I sporområde 2 er det mulig å kjøre mellom Brobekk og R4/R3 og mellom Grefsen og R5/R1/R2 samtidig. Hvis det er behov for å trafikkere f.eks. spor R45 fra Østfoldbanen samtidig som det er ønsket å trafikkere Alnabanen til eller fra Grefsen i spor R15, vil det ikke være konflikt. Sporområdet er derfor delt i to, 2N og 2S, for å skille på bevegelser som belaster "nordre" del (2N) og "søndre" del (2S). Ankomst av tog fra Bergen belaster både 2N og 2S mens ankomst av tog fra Loenga bare belaster 2S.

For løsløk til Grorud eller Lillestrøm er det en tilsvarende situasjon i sporområde 4 der det kan være bevegelser på hver sin side av området som ikke nødvendigvis er i konflikt med hverandre. Sporområde 4 er imidlertid ikke kritisk og er ikke delt opp i analysen.

4 FORUTSETNINGER

4.1 Generelt

Som utgangspunkt for kapasitetsanalysen er det antatt 24 timers driftsdøgn (vedlikehold er i utgangspunktet ment å bli utført i helgene og dette legges derfor til grunn). Det medfører ekstra skiftebevegelser og økt belastning av infrastrukturen. Den beregnede kapasitetsutnyttelsen vil da kunne være høyere enn vist. Antakelig er det primært i periodene uten om rush at dette vil slå ut.

Det regnes med maksimal akseptabel kapasitetsutnyttelse per døgn på 60 % og maksimal akseptabel kapasitetsutnyttelse i rush på 75 %.

Som beregningsgrunnlag for belegg av spor på terminalen er det regnet som om alle ankomster skjer til lastegate og alle avganger skjer fra lastegate, dvs. at det ikke er sett på om ankomst skjer til R-spor eller G-spor og dermed ikke umiddelbart belaster spor helt fram til lastegate.

Trafikken i makstimen er beregnet som gjennomsnitt av de to sammenhengende klokketimene der det er størst trafikk av avganger og ankomster i sum. For korte analyseperioder kan gi nominelt veldig høye belastninger som ikke er relevante som et reelt uttrykk for utnyttelsen av sporene. En høy belastning er en større utfordring i en lang periode enn i en kort periode og derfor er det brukt en periode av en viss varighet som grunnlag for beregningen (spissbelastninger i korte tidsrom innen for makstimen vil da kompenseres gjennom den samlede buffertiden i perioden).

4.2 Forutsetninger om trafikk

Trafikken som er lagt til grunn i kapasitetsanalysen er det som var gjeldene i rutetermin R14.1 (15. desember 2013 - 14. juni 2014). Det er forenklet regnet som om alle tog - uten om løsløk, selv om de kjøres som tog - er kombi-tog som skal til lastegater. Beregningsgrunnlag om antall tog og løsløk per dag er vist i Tabell 1 og er tatt fra planlagte avganger og ankomster i TIOS. *Det er verdt å legge merke til at ikke alle viste tog er godstog til eller fra terminal med vogner.*

For vinteren er det regnet med at det er 16 godstog som skal avises per døgn i en maksimalperiode midt på vinteren (basert på data fra RailCombi og ekstrapolert). I makstime er det om vinteren regnet med 0,5 tog som en forventningsverdi (enten 0 eller antakelig maksimalt ett tog i rush). På sommeren er dette antallet (selvsagt) satt til 0.

Tabell 1. Benyttet trafikk i kapasitetsberegning.

	Døgnnivå		Makstime	
	Ankomster hele døgnet til Alnabru fra	Avganger hele døgnet fra Alnabru til	Ankomster i makstime til Alnabru fra	Avganger i makstime fra Alnabru til
Kornsjø/Loenga	5	5	0,4	0,0
Ganddal/Drammen	7	7	1,1	0,4
Bergen	7	7	0,7	0,7
Trondheim/Bodø/Åndalsnes via Grorud	7	7	0,5	0,5
Trondheim/Bodø/Åndalsnes via Aker	3	3	0,2	0,2
Kongsvinger/Charlottenberg via Grorud	5	5	0,0	0,5
Kongsvinger/Charlottenberg via Aker	2	2	0,0	0,2
Løsløk Loenga/Bryn	4	4	0,0	0,7
Løsløk Grorud/Lillestrøm	9	9	0,7	0,0
Sum belegg ved ankomster/avganger til/fra Alnabru	49	49	3,5	3,2

Det er også regnet med et antall vogner som skal skiftes ut fra vognstammen på grunn av feil. Dette antallet er størst om vinteren på grunn av hjulslag og det regnes med at det per døgn er 11-12 godstog der det skal skiftes ut vogner. Om sommeren regnes det med at det er 10 % på døgnnivå av dette tallet.

Hva angår skift på grunn av feil på vogner i makstimen er det regnet med at 2 % av antall skift på døgnnivå foretas i makstime (1 time er $1/24 = 4\%$ av døgnnivå, og med noe reduksjon pga. prioritering av *tog* i makstimen settes verdien til 2 %.)

Trafikken i makstimen er beregnet som gjennomsnitt av de to sammenhengende klokketimene der det er størst trafikk av avganger og ankomster i sum. Perioden med størst trafikk er klokketimene 17 og 18. Enkelttimen med størst trafikk er klokke time 18.

Hvis det bare sees på trafikk i en time vil belastningen bli høyere enn når det sees på to timer. Med en beregning for alle ($24 \cdot 60 = 1140$) perioder à 60 minutter over døgnet vil det kunne finnes et annet tall. Det er ikke regnet så nøyaktig på belastningen som dette. Det er også et vesentlig forhold at en høy belastning er en større utfordring i en lang periode enn i en kort periode og derfor er det brukt en totimersperiode som grunnlag for beregningen (korte topper håndteres gjennom reservetid uten om den høye toppen).

Antall tog i makstimen er basert på en opptelling i TIOS av antall avganger og ankomster i hver klokke time, men fordelt slik at det er en spredning med 50 % av aktiviteten 2 timer før avg. og 50 % av aktiviteten 2 timer etter ankomst. Dette er gjort for å ta høyde for at alle tog- og skiftebevegelser i forbindelse med ankomst og avgang ikke skjer i den samme timen der det er ankomst eller avgang.

En opptelling av avganger og ankomster viser at det på onsdager er flest tog (uten om løsløk) i timen fra kl. 18.06 med 5 avganger og 5 ankomster, dvs. 10 tog/time.

Den relative belastningen med en slik spredning av tog- og skiftebevegelser ved ankomst og avgang (2 timer før avgang og 2 timer etter ankomst) blir 65-70 % av maksimalt antall uten

spredning. Det er regnet med 70 %. Verdien vil ikke være akkurat 70 %, men det er ansett som tilstrekkelig for å vurdere kapasitetsutnyttelsen i makstimen.

Samlet tidsbruk til skifting i sporområdet mot Alnabanen er estimert ut fra estimert tidsbruk per deloperasjon i forbindelse med skifting. Samlet netto-belegg (operasjonen kan i praksis foregå over lengre tidsrom) er estimert til 38 minutter for å skifte en vogn ut av en vognstamme, skifte resten av vognstammen inn igjen og skifte en erstatningsvogn inn. Se vedlegg 2 for nærmere beskrivelse.

5 KAPASITETSANALYSE

5.1 Kapasitetsutnyttelse i sporområder

Kapasiteten per sporområde er beregnet og gjengitt i de følgende avsnittene. Kapasitetsutnyttelsen er beregnet på bakgrunn av en rekke forutsetninger og på visse forenklinger for å gjøre det mulig å regne generelt. Resultatene skal derfor oppfattes som en *veiledende* verdi og ikke som et eksakt svar. En følsomhetsvurdering vil belyse hvor mye verdiene kan endre seg.

Sporområder med en kapasitetsutnyttelse høyere enn den normerte grensen indikerer at det er en kapasitetsbrist og dette *kan* da være en årsak til avgangsforsinkelser. Om en kapasitetsbrist kan være en vesentlig årsak til forsinkelse undersøkes i neste kapittel.

Det er som nevnt i avsnitt 4.1 antatt at vedlikehold utføres i helgene. I praksis har det etter det som er opplyst vært utført vedlikehold også på dagtid ulike steder på terminalen. Det medfører ekstra skiftebevegelser og økt belastning av infrastrukturen. Dette er ikke tatt med i *beregningene*, men diskuteres senere.

5.1.1 Døgnnivå

Kapasitetsutnyttelsen i hvert sporområde på *døgnnivå* (inkl. rush) jf. de kritiske områdene i Figur 2 (side 8) er vist i Tabell 2 (side 13). Grensen for akseptabel kapasitetsutnyttelse på døgnnivå er satt til 60 %.

Fargene indikerer graden av utnyttelsen: grønn er OK og gul er et område som det er verdt å være oppmerksom på (kan begynne å være kritisk).

Det sees at i dagens situasjon er akseptabelt belegg i alle sporområdene på døgnnivå. På vinteren er det noe høyt belegg i sporområde 2N (sporforbindelse mot Alnabanen) og sporområde 3 (sporforbindelse mellom GII-GV og C-spor). I disse områdene vil det kunne være vanskeligst å håndtere framføring av tog og skift, men belegget er formelt under akseptabel grense.

Det at det er høyt belegg i to sporområder (både 2N og 3) over døgnet vil bety at det er større sannsynlighet for konflikt hvis skift eller tog skal bevege seg gjennom begge områder (og det ikke er toget selv som skaper belegget). Dette vil da lettere kunne føre til følgeforsinkelser.

For sommerperioden er det lavere utnyttelsesgrad i sporområde 2N, 3 og 4 enn om vinteren.

Sesongvariasjonen er størst i sporområde 2N (54 % vinter og 19 % sommer; skyldes skifting på grunn av feil/hjulslag på vogner), men i sporområde 3 som er høyest belastet er det mindre sesongvariasjon (56 % vinter og 50 % sommer).

Det virker ikke som om det generelt på døgnnivå er kapasitetsmangel på terminalen. En analyse av punktlighetsdata fra TIOS kan bidra til å belyse årsakene til avgangsforsinkelser og lav avgangspunktlighet (se kapittel 6).

Det er i Figur 2 vist hva kapasitetsutnyttelsen blir hvis det gjøres ulike tiltak. Etablering av ekstra forbindelse mellom G- o C-spor samt bruk av A-spor til skifting vil redusere belegget.

Tabell 2. Kapasitetsutnyttelse på døgnnivå.

Døgnverdier	Spor- område 1	Spor- område 2N	Spor- område 2S	Spor- område 3	Spor- område 4	Spor- område 5
Vinter						
- Dagens situasjon	6 %	54 %	8 %	56 %	24 %	12 %
- Ekstra forbindelse fra GII-GV til C13-C23, reduksjon av belegg med 40 % i sporområde 3	6 %	54 %	8 %	39 %	24 %	12 %
- Dagens men med antall vognskift i R mot Alnabanen 50 % og 50 % mot A-spor	6 %	35 %	8 %	56 %	43 %	12 %
- Ekstra forbindelse fra GII-GV til C13-C23 og omlegging av uttak av vogner til 50 % mot A-spor og 50 % mot Alnabanen	6 %	35 %	8 %	39 %	43 %	12 %
- Dagens med antall vognskift i R mot Alnabanen 50 % og reduksjon av feil på vogner	6 %	35 %	8 %	56 %	21 %	12 %
- Dagens, men 0 % feil på vogner	6 %	15 %	8 %	56 %	18 %	12 %
Sommer						
- Dagens situasjon	6 %	19 %	8 %	50 %	19 %	12 %
- Ekstra forbindelse fra GII-GV til C13-C23, reduksjon med 40 % i sporomr. 3	6 %	19 %	8 %	33 %	19 %	12 %

5.1.2 Makstime

Kapasitetsutnyttelsen i hvert sporområde i *makstimen* jf. figuren er vist i Tabell 3 (side 14). Grensen for akseptabel kapasitetsutnyttelse i makstimen er satt til 75 %.

Fargene indikerer graden av utnyttelsen: grønn er OK, gul er et område som det er verdt å være oppmerksom på (kan begynne å være kritisk) og rød indikerer en for høy utnyttelse.

Kapasitetsutnyttelsen i makstimen er for høy i sporområde 3 for dagens situasjon, både for sommer og vinter. (At det ikke er større forskjell skyldes at det er forutsatt at skifting på R-spor i sør allerede er begrenset i makstimen.) Det er ikke noen vesentlig sesongvariasjon i kapasitetsutnyttelsen for makstimen.

Det er i Tabell 3 vist hva kapasitetsutnyttelsen blir hvis det gjøres ulike tiltak. Med ekstra sporforbindelse mellom G-spor og C-spor (sporområde 3) vil kapasitetsutnyttelsen falle til et akseptabelt nivå.

En analyse av punktlighetsdata fra TIOS kan bidra til å belyse om den høye kapasitetsutnyttelsen i makstimen er en årsak til avgangsforsinkelser og lav avgangspunktlighet (se kapittel 6).

Tabell 3. Kapasitetsutnyttelse for makstime.

Makstime	Spor- område 1	Spor- område 2N	Spor- område 2S	Spor- område 3	Spor- område 4	Spor- område 5
Vinter						
- Dagens situasjon	12 %	37 %	13 %	95 %	26 %	20 %
- Ekstra forbindelse fra GII-GV til C13-C23, reduksjon av belegg med 40 % i sporområde 3	12 %	37 %	13 %	60 %	26 %	20 %
- Dagens men med antall vognskift i R mot Alnabanen 50 % og 50 % mot A-spor	12 %	28 %	13 %	95 %	35 %	20 %
- Ekstra forbindelse fra GII-GV til C13-C23 og omlegging av uttak av vogner til 50 % mot A-spor og 50 % mot Alnabanen	12 %	28 %	13 %	60 %	35 %	20 %
- Dagens med antall vognskift i R mot Alnabanen og 50 % reduksjon av feil på vogner	12 %	28 %	13 %	95 %	25 %	20 %
- Dagens, men 0 % feil på vogner	12 %	19 %	13 %	95 %	23 %	20 %
Sommer						
- Dagens situasjon	12 %	20 %	13 %	91 %	24 %	20 %
- Ekstra forbindelse fra GII-GV til C13-C23, reduksjon med 40 % i sporområde 3	12 %	20 %	13 %	56 %	24 %	20 %

5.1.3 Følsomhetsvurdering

Kapasitetsutnyttelsen i Tabell 2 og Tabell 3 er beregnet med visse forutsetninger. Det vises her hvordan resultatene varierer med endrede forutsetninger. Verdiene er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Følsomhetsanalyse av kapasitetsutnyttelse.

Endret forhold	Døgnverdi vinter		Makstime vinter	
	Basisverdi	Verdi med endret fotutsetning	Basisverdi	Verdi med endret fotutsetning
Belastning fra antall vognuttak (hjulslag på vinter) er 25 % høyere enn antatt	Sp.omr. 2N: 54 % Sp.omr. 4: 24 %	Sp.omr. 2N: 63 % Sp.omr. 4: 26 %	Sp.omr. 2N: 37 % Sp.omr. 4: 26 %	Sp.omr. 2N: 41 % Sp.omr. 4: 27 %
Tiden for en skifte-syklus i sør i R-sporene er 50 minutter i stedet for 38 minutter	Sp.omr. 2N: 54 % Sp.omr. 4: 24 %	Sp.omr. 2N: 65 % Sp.omr. 4: 25 %	Sp.omr. 2N: 37 % Sp.omr. 4: 26 %	Sp.omr. 2N: 42 % Sp.omr. 4: 27 %
Både (a) belastning fra antall vognuttak (hjulslag på vinter) er 25 % høyere enn antatt og (b) skifte-syklus i sør i R-sporene er 50 minutter i stedet for 38 minutter	Sp.omr. 2N: 54 % Sp.omr. 4: 24 %	Sp.omr. 2N: 77 % Sp.omr. 4: 27 %	Sp.omr. 2N: 37 % Sp.omr. 4: 26 %	Sp.omr. 2N: 48 % Sp.omr. 4: 27 %
Antall avganger og ankomster øker generelt med 10 %	Sp.omr. 1: 6 % Sp.omr. 2N: 54 % Sp.omr. 2S: 8 % Sp.omr. 3: 56 % Sp.omr. 4: 24 % Sp.omr. 5: 12 %	Sp.omr. 1: 7 % Sp.omr. 2N: 55 % Sp.omr. 2S: 9 % Sp.omr. 3: 62 % Sp.omr. 4: 26 % Sp.omr. 5: 15 %	Sp.omr. 1: 12 % Sp.omr. 2N: 37 % Sp.omr. 2S: 13 % Sp.omr. 3: 95 % Sp.omr. 4: 26 % Sp.omr. 5: 20 %	Sp.omr. 1: 13 % Sp.omr. 2N: 39 % Sp.omr. 2S: 15 % Sp.omr. 3: 104 % Sp.omr. 4: 28 % Sp.omr. 5: 21 %

Det sees at kapasitetsutnyttelsen i sporområde 3 i makstimen blir over 100 % når togantallet øker med 10 %. Dette vil selvsagt ikke kunne skje i praksis. Verdien på over 100 % viser at kapasitetsgrensen er nådd i makstimen i dag og at det ikke er plass til noen vesentlig økning av trafikken i makstimen. Økning i trafikken bør da komme uten om makstimen. Det er også mulig at det i praksis kan omdisponeres mellom operasjoner slik at en viss økning i makstimen allikevel er mulig.

Selv om reelle verdier avviker noe fra de forutsatte er konklusjonen robust. Resultatene er ikke spesielt følsomme for togantallet. Variasjon i belegg på grunn av uttak av vogner og skifting i sør av R-spor har størst følsomhet.

5.2 Kapasitetsutnyttelse av lastegater

Det sees i dette avsnitt på utnyttelse av lastegater. Dette er en enkel tilnærming som ikke ser på alle detaljer knyttet til lossing og lasting og effektiv tilgjengelighet av lastegater. For å vite mer sikkert hvordan belastningen er i kortere tidsrom og hvilken utnyttelsesgrad lastegatene har må det undersøkes nærmere hvordan hvert lastespor benyttes.

Det regnes med at en vognstamme opptar en lastegate i 2 timer (se vedlegg 3).

I en sekstimersperiode fra kl. 17 til 23 er det 21 avganger og 10 ankomster. Hvis første tog kjøres ut i begynnelsen av perioden og siste tog ankommer i slutten av perioden er det mulig å kjøre ut og ta imot $6/2+1=4$ tog per lastegate. Det kreves da 6 lastegater for avgang og 3 lastegater for ankomst, i alt 9 lastegater eller en utnyttelse på $9/15 = 60\%$ (det er samlet 15 lastegater, se vedlegg 3). Hvis bare 11 lastegater benyttes (ikke Sjøcontainerterminalen) er utnyttelsen $9/11 = 82\%$.

Hvis det antas et ønske om 30 min margin mellom to tog blir sporbehov i rush 11 spor og 8 spor utenom rush, det er en utnyttelsesgrad på 73 % av sporene i rush og 53 % av sporene utenom rush (det er ikke tatt hensyn til en situasjon der vognstammer evt. skal stå i lastegatene over natten).

Dette tyder på at antall lastegater ikke generelt er en flaskehals (i rutetermin R14.1).

Informasjon fra operatørene (RailCombi (handlingselskap for CargoNet) og Cargolink) gir imidlertid samme informasjon som betraktningen over, nemlig at antall lastegater ikke er kritisk med tanke på avgangsforsinkelser.

5.3 Oppsummering av kapasitetsanalyse

Kapasitetsutnyttelsen på *døgnnivå* er ikke kritisk høy i noen av sporområdene, hverken vinter eller sommer, men forbindelsen mellom G-spor og C-spor er noe høyt utnyttet på vinteren. Det samme er gjeldende for krysset mot Alnabanen i sør i R-sporene.

Kapasitetsutnyttelsen i *makstimen* er for høy i sporområde 3 for dagens situasjon, både for sommer og vinter. Med ekstra sporforbindelse mellom G-spor og C-spor (sporområde 3) vil kapasitetsutnyttelsen falle til et lavere og akseptabelt nivå.

Det virker ikke som om det er mangel på kapasitet i lastegater i den analyserte perioden (R14.1, dvs. første halvår 2014).

Om en delvis høy kapasitetsutnyttelse er en vesentlig årsak til avgangsforsinkelse undersøkes i neste kapittel, der punktlighetsdata blir analysert.

Som nevnt er det i beregningene antatt at vedlikehold utføres i helgene, mens det i praksis har det etter det som er opplyst vært utført vedlikehold også på dagtid ulike steder på terminalen. Det medfører ekstra skiftebevegelser og økt belastning av infrastrukturen. Den beregnede kapasitetsutnyttelsen vil da kunne være høyere enn vist. Antakelig er det primært i periodene uten om rush at dette vil slå ut.

Avvikshåndtering ved større forsinkelser og behov for ekstra skifting er ikke beregnet og kan også føre til økt belastning.

6 PUNKTLIGHETS- OG FORSINKELSESANALYSE

6.1 Generelt

Kapasitetsanalysen viser at kapasitetsutnyttelsen i rush er for høy i sporområde 3 (forbindelsen mellom G-spor og C-spor) for dagens situasjon, både for sommer og vinter. Denne kapasitetsbristen *kan* være en årsak til avgangsforsinkelser. Om dette er tilfellet og om kapasitetsbristen er en vesentlig årsak til forsinkelse undersøkes i dette kapittel.

Punktlighetsanalysen er basert på TIOS-data. Det er generelt ikke sortert ut (tatt bort) forsinkelser på grunn av spesifikke, ekstraordinære årsaker.

Analysen er basert på korrelasjoner mellom data og viser derfor i seg selv ikke en *årsakssammenheng*. For å være sikrere i svaret må analysen evt. i en senere fase suppleres med en simulering av hele Alnabru-terminalen, linjen mellom Alnabru og endeterminalene og endeterminalene selv. I en simulering vil en og en faktor (og grupper av faktorer) kunne isoleres for å vise om og i hvilken grad ulike forhold er en forklaring til lav avgangspunktlighet. (Også en simulering er en modell og vil måtte suppleres med en dypere analyse av en rekke forhold om drift og organisering for å kunne gi en tilstrekkelig god modell.)

Det vil være flere samvirkende årsaker til en forsinkelse. Det kan være vanskelig å fastslå en enket primærårsak med mindre det dreier seg om større feil på materiell, infrastruktur eller forsinkelser fra andre tog som gjør spor utilgjengelige. Ofte vil det være snakk om mindre forsinkelser som sammen med andre forhold gjør at forsinkelse overføres til andre tog og at forsinkelse for hvert tog evt. vokser: f.eks. hvis en liten forsinkelse (for avgående godstog selv eller for tog som skal passere et kritisk punkt) fører til at det må ventes på andre tog slik at tidsluke på infrastrukturen ikke kan benyttes som planlagt. Spørsmålet er da om det er forsinkelsen eller manglende sporkapasitet som er primærårsaken, dvs. hvilke mindre avvik infrastrukturen skal kunne håndtere.

Hvis en rimelig forsinkelse ikke kan håndteres av infrastrukturen kan det sies at infrastrukturen (lav kapasitet) er et problem. Samtidig kan det være andre årsaker som bidrar mer og er viktigere som årsaksforklaring.

Det undersøkes først hva avgangspunktligheten er for Alnabru og hvilke årsakskoder i TIOS som beskriver forsinkelser.

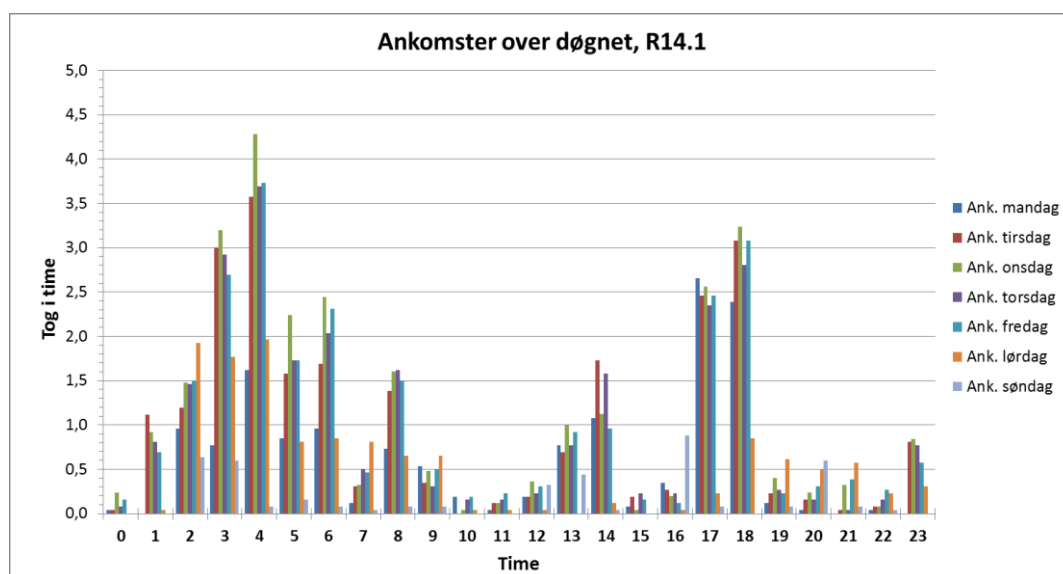
Det undersøkes deretter sammenhenger mellom avgangsforsinkelse og følgende parametere:

- Ankomstpunktlighet
- Tid på året (måned)
- Tid på døgnet
- Antall tog per time (totalbelastning)
- Operatør
- Sammenheng mellom forsinkelse på avgang og forsinkelse på tog før avgang, avhengig av tidsintervall mellom tog i felles sporelement

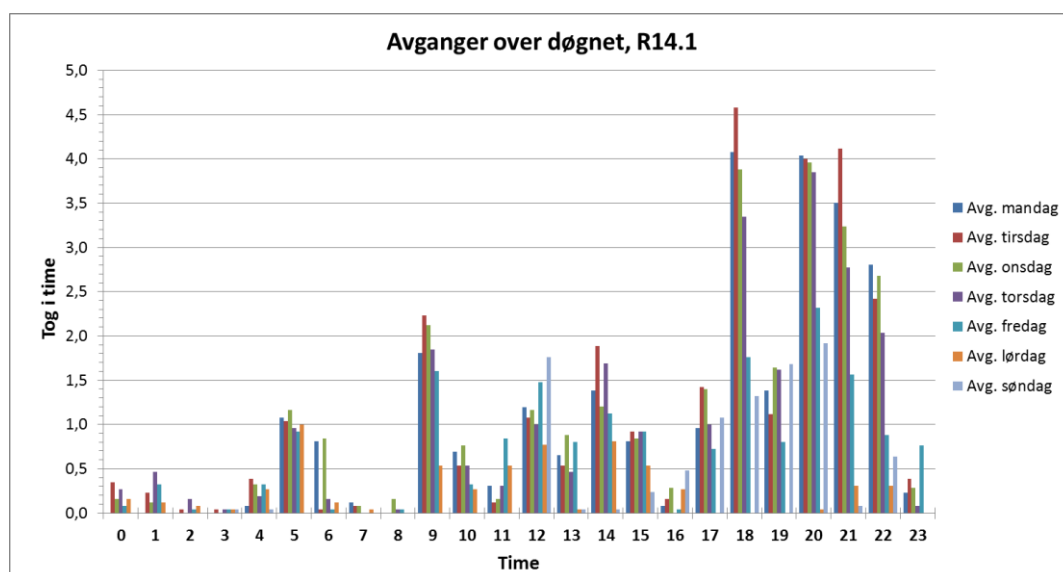
Formålet med undersøkelsen av sammenheng er ikke direkte å identifisere andre årsaker til forsinkelser, men å identifisere *om* det er indikasjoner som tyder på at hovedgrunnen til forsinkelser finnes i slike årsaker. Det å identifisere slike årsaker vil kreve en nærmere analyse og må gjøres som en del av videre arbeid med problemstillingen.

6.2 Observert trafikk

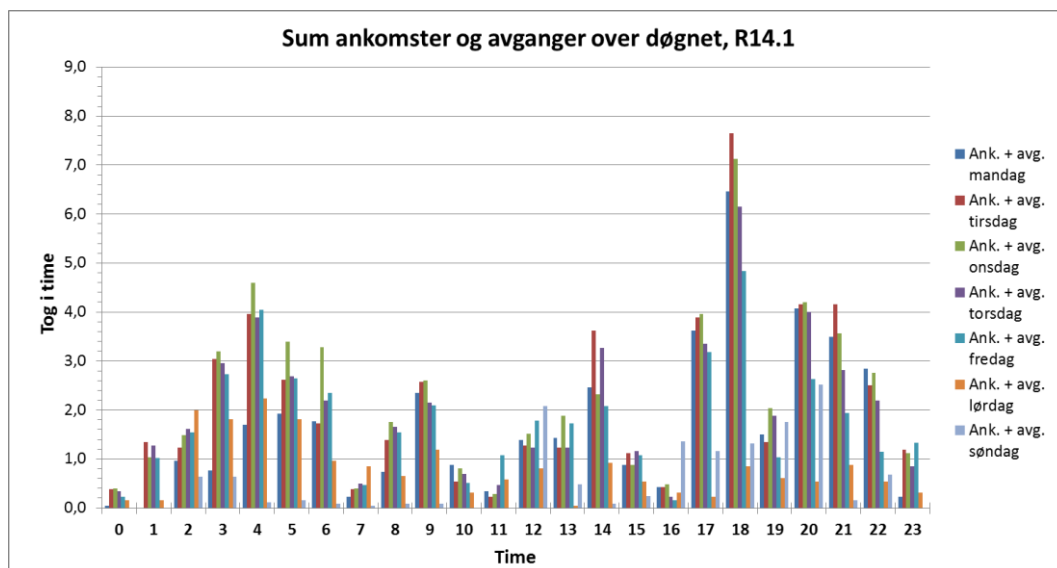
Figur 3 til Figur 5 viser gjennomsnitt av antall faktiske (de som det er kjørt, ikke planlagt) avganger og ankomster samt summen av ankomster og avganger per time på døgnet og per ukedag for R14.1 (første halvår 2014).



Figur 3. Antall faktiske ankomster ved Alnabru per time over døgnet og per ukedag, R14.1.

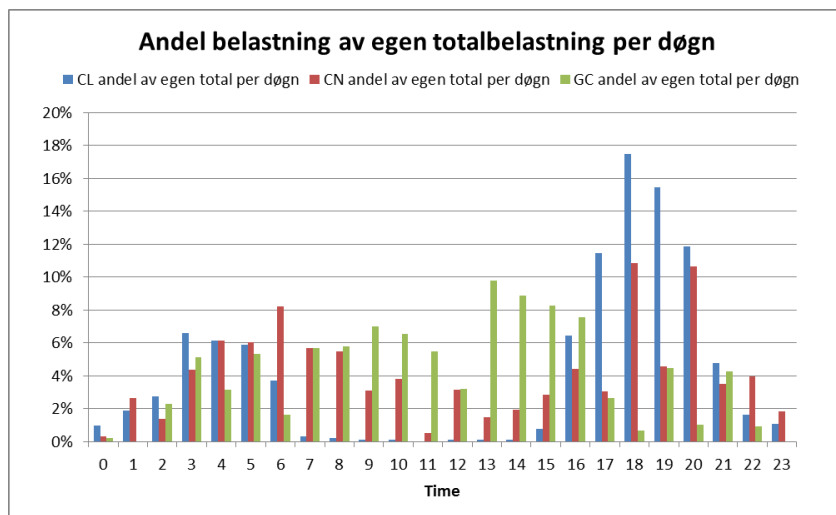


Figur 4. Antall faktiske avganger ved Alnabru per time over døgnet og per ukedag, R14.1.



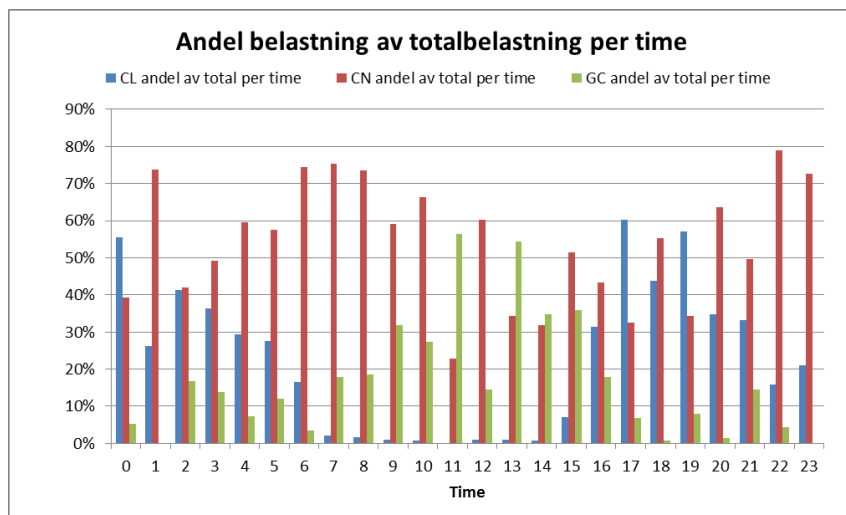
Figur 5. Antall faktiske ankomster og avganger ved Alnabru per time over døgnet og per ukedag, R14.1.

I Figur 6 er det vist hvordan andel av samlet antall tog per operatør (det er valgt ut Cargolink, CargoNet og Green Cargo for analysen siden de er de dominerende) fordeler seg over døgnet.



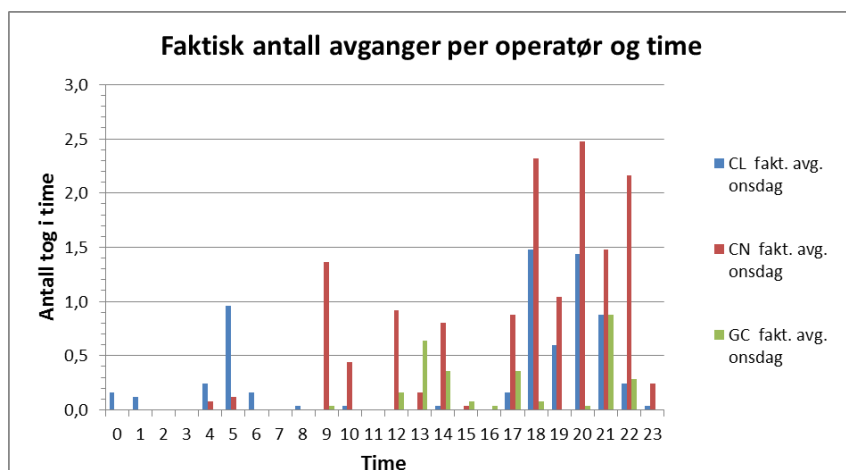
Figur 6. Andel av belastning per operatør per time i forhold til egen belastning per døgn.

I Figur 7 er det vist hvor stor andel hver operatør (av Cargolink, CargoNet og Green Cargo) utgjør av belastningen per time over døgnet.



Figur 7. Andel av belastning per operatør av totalbelastningen per time.

Figur 8 viser faktisk antall avganger per time per operatør.



Figur 8. Antall avganger per operatør, onsdag i R14.1 (første halvår 2014).

6.3 Punktlighet

For første halvår 2014 er andel av tog med en gitt forsinkelse eller lavere som vist i Tabell 5. Tallene gjelder for alle operatører.

Punktligheten ved grense på 0 min (0 min inkl., dvs. maks 00:59 min) er 69 %. Regnes det med 5-minuttersgrense (maks 5:59 min) er punktligheten 78 %.

Tabell 5. Andel av forsinkelser på eller under en viss grense (rutetermin R14.1).

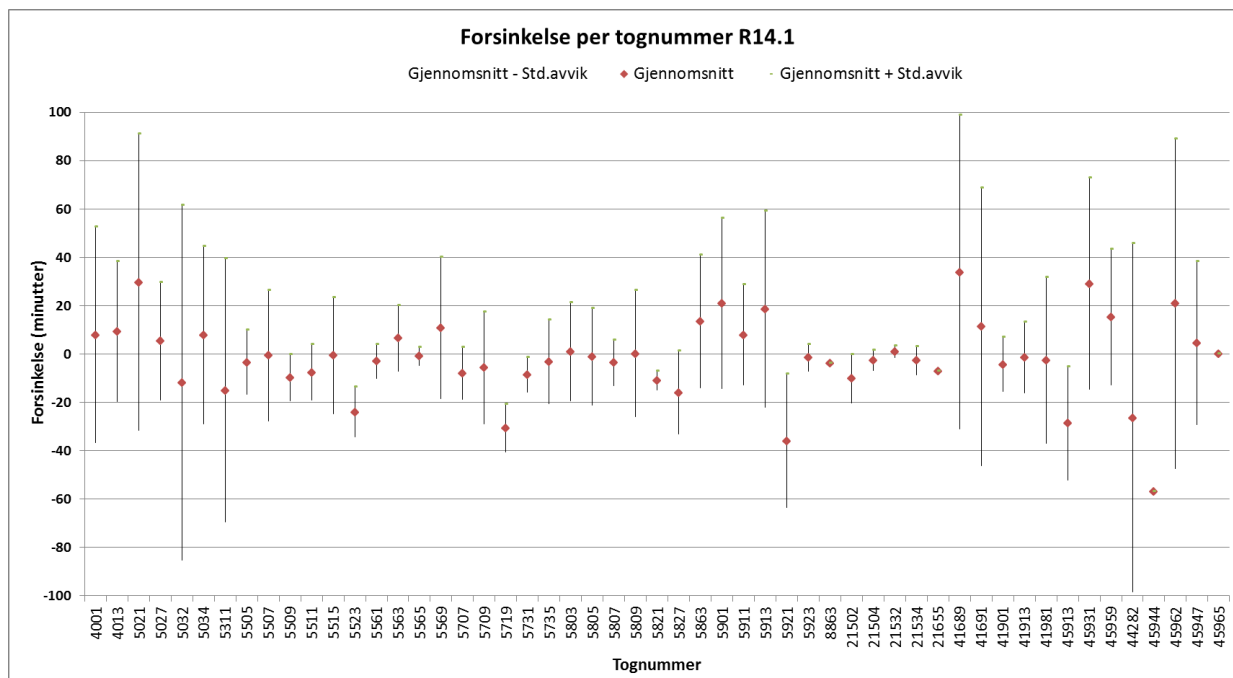
Forsinkelsesgrense, avgang (minutter)	Andel tog med avgangsforsinkelse mindre enn eller lik grense
-5	44 %
-4	47 %
-3	51 %
-2	54 %
-1	57 %
0	69 %
1	71 %
2	73 %
3	75 %
4	77 %
5	78 %
6	79 %
7	81 %
8	82 %
9	83 %
10	84 %
11	84 %
12	85 %
13	85 %
14	86 %
15	87 %
20	88 %
30	91 %
60	96 %
120	99 %

I Tabell 6 er det vist forsinkelse per operatør ved 0 min hhv. 5 minutters forsinkelsesgrense.

Tabell 6. Punktlighet per operatør første halvår 2014 ved 0 minutters og 5 minutters forsinkelsesgrenser.

Operatør	Forsinkelsesgrense	
	0 min	5 min
Cargolink	57 %	65 %
CargoNet	82 %	88 %
Green Cargo	50 %	60 %
Hector Rail	47 %	55 %
Tågakeriet	36 %	57 %
Grenland Rail	33 %	40 %

Forsinkelsen per tognummer er vist i Figur 9. Der er her vist gjennomsnittlig forsinkelse og gjennomsnitt ± 1 standardavvik.



Figur 9. Forsinkelse per tognummer. R14.1

Det sees i Figur 9 at alle forsinkelser varierer en del, men det ser ikke ut til at det er noe mønster mht. tognummer serier og enkelttog eller tidspunkt for avgang (tog med størst spredning kjører i forskjellige perioder av døgnet). Det ser ut til å være liten forsinkelse og variasjon for løsløst (det kan evt. skyldes få registreringer og skjevt utvalg i TIOS) og stor variasjon for 41XXX og 45XXX-seriene, mens det er flere tog i de sistnevnte seriene som har negative gjennomsnittsforsinkelser.

Selv om det er positiv (faktiske) forsinkelser for tog er det også mange avganger som går før tiden. Dvs. at det fra dag til dag er variasjoner i punktligheten (og det er positive og negative forsinkelser for samme tog på ulike dager; ikke vist her), og det tyder på at mangel kapasitet ikke er en dominerende faktor (men kan selvsagt være en *bidragende* faktor).

For første halvår 2014 fordeler forsinkelsesårsakene og forsinkelsesminuttene seg som vist i Tabell 7. Det er benyttet 0 min som forsinkelsesgrense, dvs. at tog som er minst 1 minutt forsinket regnes som forsinkede. Det sees at for 1. halvår 2014 er 50 % av forsinkelsesminuttene og 63 % av forsinkelsestilfellene relatert til kode 82 "Materiell sent fra hensettingsspor". Denne årsakskoden er for lite spesifikk til å avdekke egentlige årsaker.

Tabell 7. Forsinkelsesårsaker og forsinkelsesminutter R14.1. Forsinkelser > 0 min.

1. halvår 2014				
Årsakskode	Antall forsinkelser > 0 min	Andel forsinkelser	Sum forsinkelser ≥ 1 min	Andel av forsinkelsesminutter
82 - Materiell sent fra hensettingsspor	617	63 %	19790	50 %
91 - Forsinkelse fra utlandet	39	4 %	5499	14 %
2 - Sikringsanlegg, signalanlegg, fjernstyring	61	6 %	4557	11 %
83 - Manglende personell	51	5 %	3687	9 %
93 - Uhell, påkjørsel	20	2 %	2187	6 %
81 - Feil ved materiell	26	3 %	1324	3 %
7 - Trafikkavvikling	109	11 %	1023	3 %
1 - Bane	19	2 %	699	2 %
3 - Elkraft/Kontaktledningsanlegg	12	1 %	461	1 %
94 - Uønsket hendelse	2	0 %	332	1 %
84 - Stasjonsopphold	14	1 %	99	0,2 %
4 - Tele- og transmisjonsfeil	3	0 %	34	0,1 %
85 - Planforutsetninger endret	6	1 %	34	0,1 %
6 - Materiell med feil sperrer sporet/blokkstrekning	2	0 %	25	0,1 %

For å belyse mulige årsaker til avgangsforsinkelse undersøkes det i det følgende hvordan avgangspunktighet og avgangsforsinkelse er korrelert med

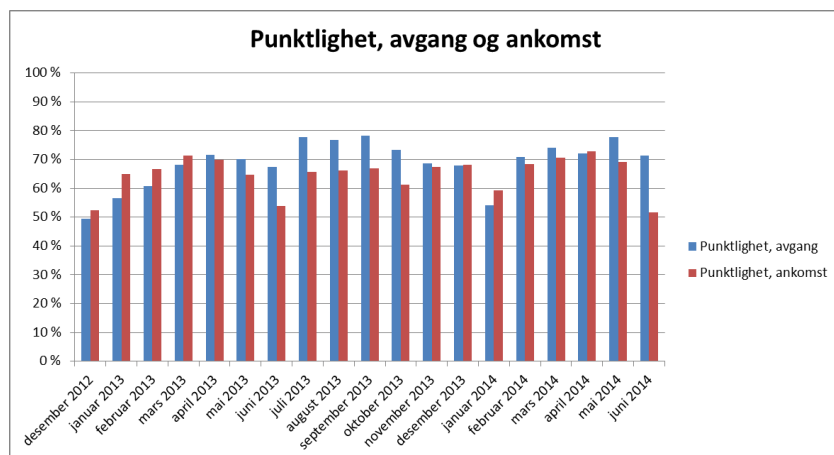
- Ankomstpunktighet
- Tid på året
- Antall togankomster og togavganger over døgnet
- Antall tog per time
- Operatør
- Sammenheng mellom forsinkelse og størrelse av tidsintervall mellom tog i felles sporelement

6.4 Ankomstpunktighet og avgangspunktighet

6.4.1 Ankomstpunktighet og avgangspunktighet over året

Det er i Figur 10 vist hvordan ankomst- og avgangspunktigheten varierer på månedsbasis fra desember 2012 til juni 2014. Se også avsnitt 6.5 og 6.7.2 som omhandler sesongvariasjoner.

I beregning av punktighet er det benyttet en grense på 0 minutter for punktlig tog, dvs. at tog med avgangsforsinkelse fra og med 1 min er regnet som ikke-punktlig.



Figur 10. Punktlighet per måned, avgang og ankomst.

Punktligheten ser ut til å være korrelert med årstiden. Det sees at dette gjelder for både avgangspunktlighet og ankomstpunktlighet. Det er ikke så sannsynlig at det er en direkte kobling mellom lav avgangspunktlighet fra Alnabru og en lav ankomstpunktlighet til Alnabru (etter som det for de aller fleste tog er en lang periode fra materiellet ankommer til det går igjen).

Variasjonen i punktlighet tyder på at det er felles forhold som ikke spesifikt er knyttet til avgangs for Alnabru som dominerer punktligheten. En naturlig forklaring at vinterforhold gjør drift og framføring vanskeligere og at feilrate (hjulslag) på vogner øker.

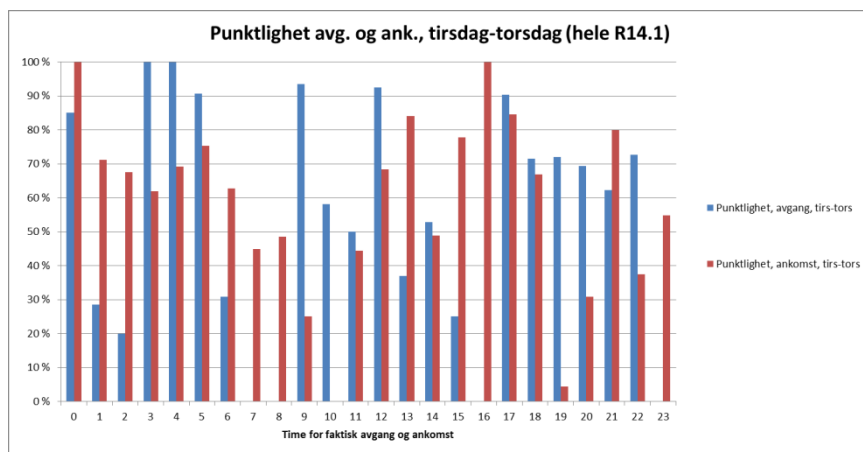
Det kunne også være slik at dårlig kapasitet på Alnabru påvirker avgangsforsinkelsen mens værforhold langs linjen og kapasitetsforhold på avgangsterminalene påvirker ankomstforsinkelsen til Alnabru. Alle tre forhold vil ha størst effekt om vinteren. I så fall kan kapasiteten på Alnabru være en flaskehals mht. avgangsforsinkelse selv om det er en korrelasjon mellom avgangsforsinkelse og ankomstforsinkelse og denne varierer med årstiden.

I sommermånedene er det høyere avgangspunktlighet enn ankomstpunktlighet, mens det for resten av året er ganske lik ankomst- og avgangspunktlighet. Det tyder på at det er forhold som varierer ulikt for ankomstpunktlighet og avgangspunktlighet over året.

Uansett hva som skaper sesongvariasjonen er det ikke mulig alene på grunnlag av korrelasjon mellom ankomst- og avgangsforsinkelse på måned-nivå å konkludere om kapasitetsforhold er viktig for avgangsforsinkelsen.

6.4.2 Punktlighet avgang og ankomst per time over døgnet

I Figur 11 er det vist ankomst- og avgangsforsinkelser per time over døgnet.

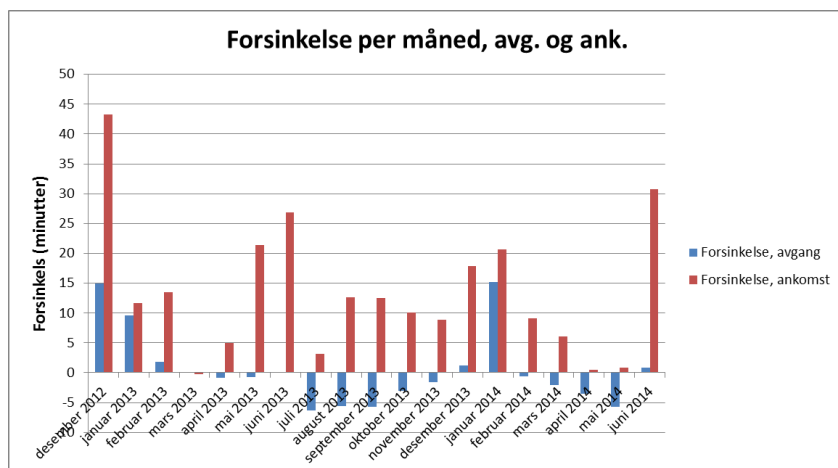


Figur 11. Ankomst- og avgangspunktligheit over døgnet.

Det er ikke noen tydelig korrelasjon mellom ankomst- og avgangspunktligheit over døgnet. Dette tyder på at avgangsforsinkelse avhenger mest av interne forhold på Alnabru (selv om det selvsagt også kan skyldes manglende eller ikke nok korrigerede data), dvs. at togantall og kapasitetsmangel (for høy belastning) ikke er en tydelig årsak til forsinkelser.

6.5 Forsinkelse over året

I Figur 12 er det vist hvordan gjennomsnittlig avgangs- og ankomstforsinkelser varierer per måned. Se også avsnitt 6.4.1 og 6.7.2 som omhandler sesongvariasjoner og korrelasjon mellom forsinkelse og belastning per time, analysert for forskjeller mellom vinter og vår/sommer.



Figur 12. Gjennomsnittlig forsinkelse per måned, avgang og ankomst.

Toppen for ankomstforsinkelser i juni 2014 skyldes i stor grad forsinket ankomst fra utlandet.

Alle forsinkelser er tatt med. Store forsinkelser kan skyldes spesielle forhold som ikke er vanlige og som ikke er rimelige å ta med som uttrykk for vanlige driftsforhold. En analyse og tolkning av resultatene bør derfor ta hensyn til at spesielt store verdier for forsinkelser

(verdien, ikke antallet) i en måned eller i en time ikke bør tillegges like mye vekt som selve verdien tilsier.

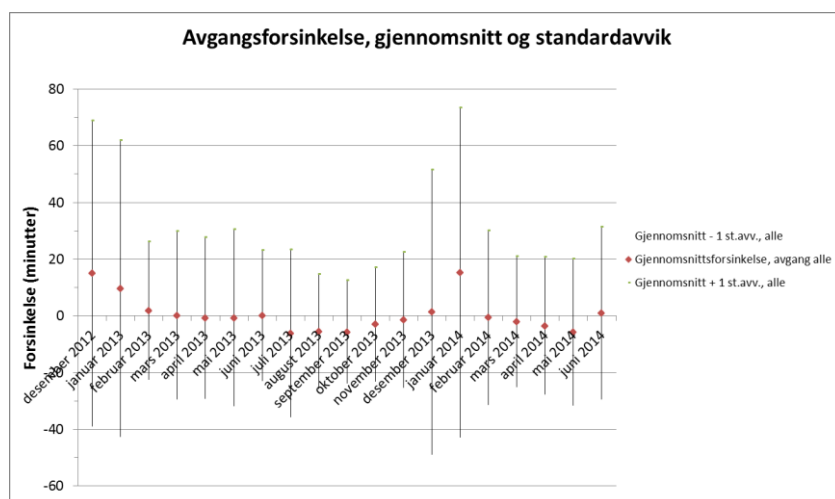
Avgangsforsinkelse følger et tydelig mønster med høy forsinkelse på vinteren og lav forsinkelse på sommeren. Ankomstforsinkelser har ikke dette forløpet. Det indikerer at det ikke er noen korrelasjon mellom ankomst- og avgangsforsinkelse. Ankomstforsinkelse kan skyldes flere årsaker som snø på vinteren – ting tar generelt lengre tid når føret er vanskelig og det er is i vogner - og solslyng på sommeren eller omlagte ruter til andre baner. Ankomstpunktligheten ser ut til å bli frikoblet fra avgangspunktligheten.

Tilsvarende punktligheten er *forsinkelse* er også korrelert med årstiden. Det sees at det er negativ gjennomsnittlig forsinkelse om sommeren og våren.

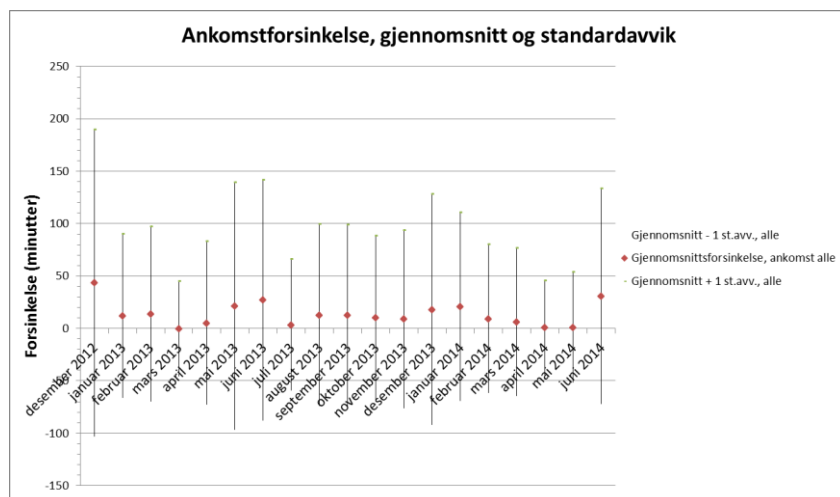
Avgangspunktlighet og ankomstpunktlighet følger samme mønster over året. Det kan da være enten infrastrukturmessige årsaker eller det en felles årsak til ending i både ankomst- og avgangspunktlighet Det kunne være slik at lav ankomstpunktlighet genererer lav avgangspunktlighet som igjen genererer lav ankomstpunktlighet etc.

Sannsynligvis er det i hovedsak en felles årsak som påvirker både ankomst- og avgangspunktlighet når det sees på variasjoner på månedsnivå. En naturlig forklaring er variasjoner i vær- og snøforhold, men kapasitetsforhold kan ut fra dataene her alene ikke utelukkes siden kapasitetsutnyttelsen også varierer med årstiden.

Figur 13 og Figur 14 er det vist gjennomsnittlig forsinkelse med +/- ett standardavvik. Det sees igjen at det er en tydelig sesongvariasjon i både gjennomsnittlig forsinkelse og i variasjonen i forsinkelser (begge er størst om vinteren).

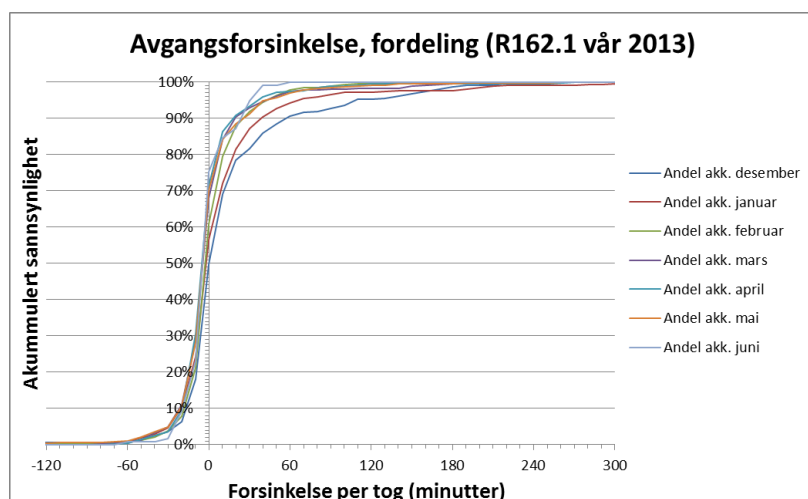


Figur 13. Gjennomsnittlig avgangsforsinkelse og standardavvik.



Figur 14. Gjennomsnittlig ankomstforsinkelse og standardavvik.

Høy punktlighet er det samme som lav andel forsinkelser. Det er naturlig å tenke at det er en større stigningsgrad i akkumulert kurve for høy punktlighet. Dvs. at høyere punktlighet også medfører færre store forsinkelser, dvs. mindre spredning. Figur 15 viser akkumulert sannsynlighetsfordeling per måned for første halvår 2013.



Figur 15. Akkumulert sannsynlighet for forsinkelse.

Også om vinteren er det en andel negative forsinkelser (drøyt 40 %), dvs. tog som har avgang før planlagt tid. Dvs. at det er mulig å få kjørt tog ut rettidig, men andelen er lavere enn om sommeren (tilsvarende er punktligheten lavere om vinteren).

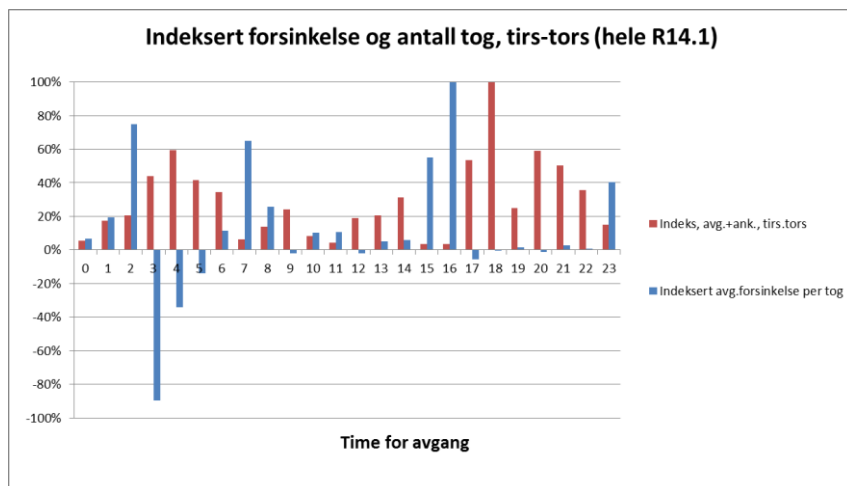
Korrelasjonen mellom årstid og punktlighet sammenfaller med en høyere kapasitetsutnyttelse om vinteren på grunn av flere vogner med feil (hjulslag) og økt tidsbruk for avising.

Det at det er en større andel store forsinkelser om vinteren skyldes antakelig at det flere skader på vogner om vinteren og at en større andel av disse er store.

Forskjell i punktlighet som følge av årstid er korrelert med utnyttelse av terminalkapasitet på Alnabru, men antakelig er det også høyere utnyttelse på andre terminaler. Dette kan også bidra til variasjon i ankomstpunktlighet.

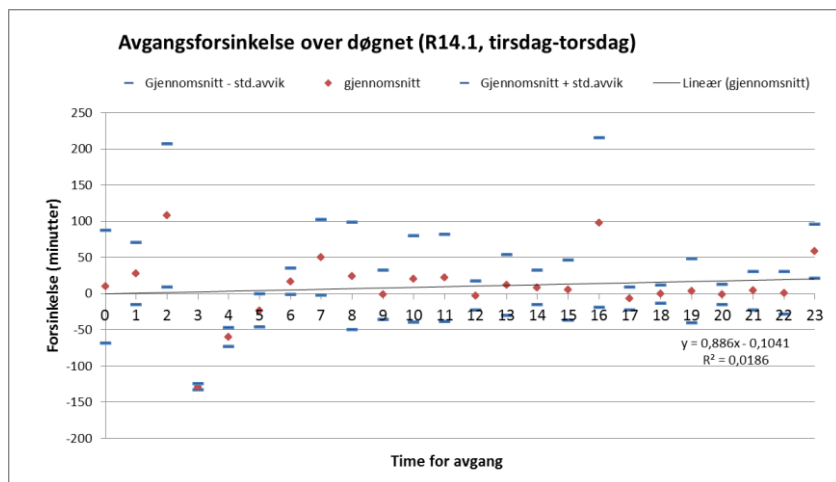
6.6 Forsinkelse per time over døgnet

Bildet er tilsvarende like lite entydig når det sees på *forsinkelse* (i motsetning til punktlighet) og belastning med antall tog/bevegelser. Dette er vist i Figur 16.



Figur 16. Forsinkelse og antall tog per time over døgnet.

Figur 17 viser hvordan forsinkelse og spredning (standardavvik) varierer per time over døgnet.



Figur 17. Forsinkelse og standardavvik per time over døgnet.

Det sees ikke større gjennomsnitt eller variasjon i rush-timene på ettermiddagen og kvelden.

6.7 Avgangsforsinkelse og totalt antall tog per time

6.7.1 Analyse for hele rutetermin R13.2 og R14.1 sammen

Det er naturlig å forvente at gjennomsnittsforsinkelsen øker med antall tog per time, etter som den totale utnyttelsesgraden øker med antall tog og det er mindre reservertid mellom tog.

Hvis kapasiteten skal være en god forklaring på avgangsforsinkelse og -punktlighet bør det være en korrelasjon mellom avgangsforsinkelse og antall tog- og skiftebevegelser i sporområdene på terminalen. Korrelasjonen bør dessuten være positiv slik at økt antall tog gir økte forsinkelser. Denne sammenhengen undersøkes i dette avsnittet der det sees på om det er sammenheng mellom forsinkelse og antall tog og skift totalt på terminalen. (Det er viktig å huske at korrelasjon ikke beviser en årsakssammenheng.)

Ideelt sett skal belastningen i hvert sporelement identifiseres og sees i sammenheng med enkelttog for å gi best beskrivelse av sammenhengen mellom belastningen og forsinkelse. Belastningen av infrastrukturen representeres i analysen på en forenklet måte basert på at avganger belaster infrastrukturen både ved og før avgang og at ankomster tilsvarende belaster både ved og etter ankomst.

Belastningen er beregnet løpende over tid for hver enkelt avgang (alle datoer og alle klokkeslett) på den måten at antall tog- og skiftebevegelser belaster terminalen med (a) like mange tog- og skiftebevegelser to timer etter ankomst som ved tiden for ankomst og (b) like mange tog- og skiftebevegelser to timer før avgang som ved tiden for avgang. Basert på dette beregnes et antall bevegelser per time som representerer belastningen. (Stigningstallet i regresjonslinjer og konfidensintervaller for stigningstallet - se senere - vil avhenge av hvordan belastningen på terminalen per time defineres ut fra togantallet per time, men den relative andelen som er over eller under 0 er den samme.) Videre er belastningen beregnet som et gjennomsnitt av antall tog/skift over en totimersperiode før avgangen for det aktuelle toget forsinkelsen gjelder for. Belastningen er derfor beregnet som ekvivalent (uten hensyn til senere eller tidligere belastning) antall umiddelbare ankomster eller avgang per time.

Det er videre antatt at sporområder som er kritiske mht. forsinkelser blir belastet proporsjonalt med antall bevegelser. Sporområde 3 mellom G-spor og C-spor vil bli belastet fra ca. 90 % av alle bevegelser i forbindelse med tog. Samtidig er dette sporområdet det hardeste belastede (se Tabell 2 side 13 og Tabell 3 side 14) slik at denne antakelsen virker rimelig.

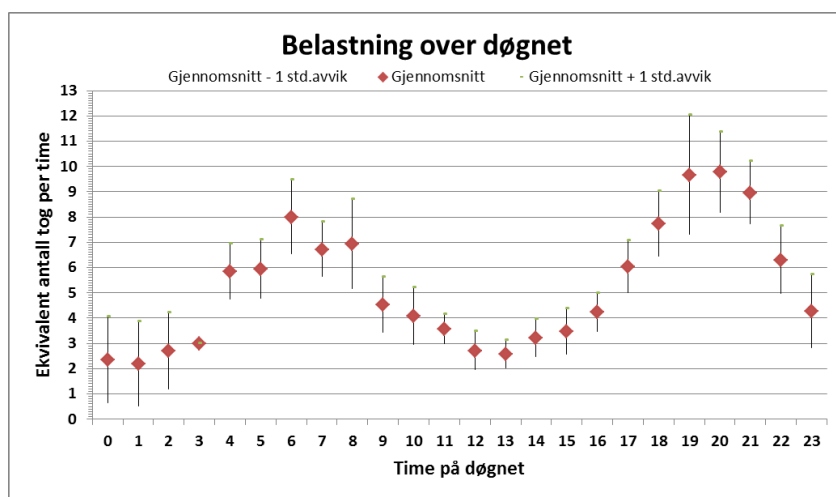
Belastningen fra skiftebevegelser for uttak av vogner kommer i tillegg til belastning i forbindelse med tog. Uttak av vogner belaster primært krysset mot Alnabanen og vil kunne påvirke tog til Bergen. For disse togene tog kan det være forskjell på sammenhengen mellom forsinkelse og beregnet belastning. Det er forutsatt at skifting primært skjer uten om rush og det er anslagsvis vel 20 % av trafikken som går via Alnabanen uten om rush. Dvs. at de resterende ca. 80 % av togene ikke direkte vil bli påvirket av ekstra skifting mot Alnabanen.

Hvis det er flest ekstra skift mot Alnabanen i timer med lavt antall tog skal forsinkelser for de lave verdiene av belastningen (på x-aksen) egentlig avbildes ved høyere verdier mens øvrige verdier ligger fast. Det betyr at stigningstallet i regresjonslinjen blir større enn det beregnede, men fortegnet blir som beregnet. Er det økende sammenheng blir det større økning og motsatt. Er det mest skifting for høye verdier av antall tog per time vil sammenhengen (virkningen av togantall) bli mindre enn beregnet. Er skifting fordelt jevnt er det ingen forskjell. Virkningen

av disse forholdene og effekt av ekstra skifting for uttak av vogner kan beskrives mer detaljert i en eventuell videre analyse.

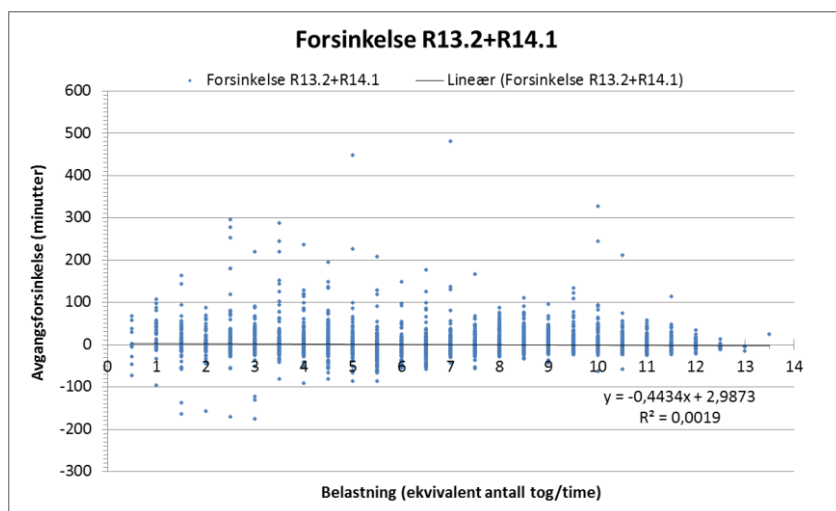
Det benyttes data for faktiske avganger. Det kan være tog som er kjørt men ikke registrert i TIOS slik at TIOS-data ikke er komplette, men dette vil også avspeiles i punktlighetstallene som beregnes ut fra de samme TIOS-dataene. Det er derfor benyttet faktisk kjørte tog (med tilstrekkelige registreringer for å beregne forsinkelser) i TIOS som grunnlag i beregningene.

I Figur 18 er det vist hvilke verdier for belastning som er for hver klokke-time. Data er fra rutetermin R14.1.



Figur 18. Belastning per klokke-time på døgnet, gjennomsnitt og ± 1 standardavvik. R14.1.

Figur 20 viser sammenhengen mellom alle forsinkelser for enkeltobservasjoner (unike tognummer og datoer) og ekvivalent belastning som antall tog per time. Dataene er for andre halvår 2013 og første halvår 2014 sammen.

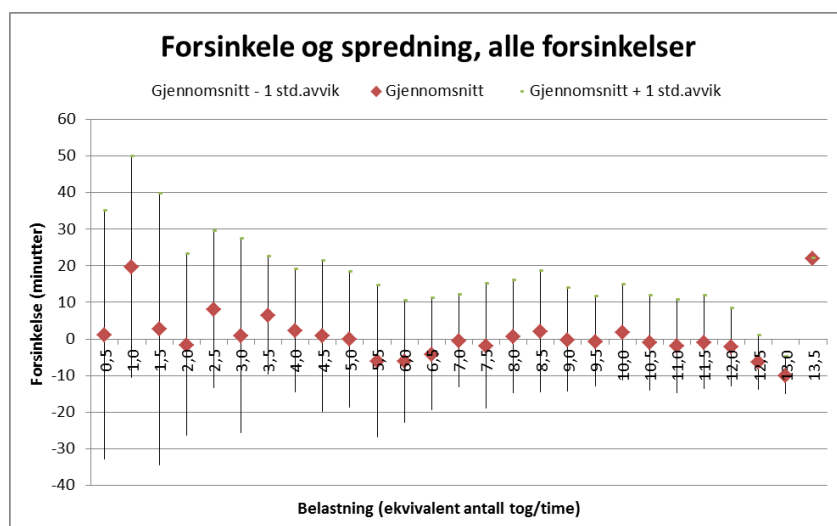


Figur 19. Forsinkelse og antall tog per time, rutetermin R13.2 og R14.1 sammen.

Sammenhengen mellom antall tog og punktligheten i Figur 19 kan undersøkes statistisk. Stigningstallet er beregnet til -0,44. Korrelasjonskoeffisienten er beregnet til -0,043. (En korrelasjonskoeffisient på +1 eller -1 viser perfekt sammenheng mens en verdi på 0 viser at det ikke er noen sammenheng.) Konfidensintervallet for stigningstallet av regresjonslinjen er med et 95 % signifikansnivå beregnet til [-0,76; -0,13]. (Dette betyr at stigningstallet med 95 % sikkerhet er mellom -0,76 og -0,13.)

Siden begge intervallgrenser er negative kan det konkluderes at det er en statistisk signifikant, *negativ* sammenheng mellom antall tog og forsinkelse, slik at flere tog gir lavere forsinkelse. Det at stigningstallet er negativt tyder i seg selv på at kapasitetsmangel ikke er en viktig årsak til avgangsforsinkelser. Dessuten er korrelasjonen veldig liten. Verdien av R^2 er bare 0,0019 hvilket betyr at bare 2 promille av variasjonen fra gjennomsnittet kan forklares ut fra antall tog. Selv om sammenhengen er statistisk signifikant er den altså marginal.

Figur 20 viser gjennomsnittlig forsinkelse for alle forsinkelser og ± 1 standardavvik. Det ser ut til at det er mindre spredning når det er høy belastning.



Figur 20. Gjennomsnitt og spredning av forsinkelser. Alle forsinkelser.

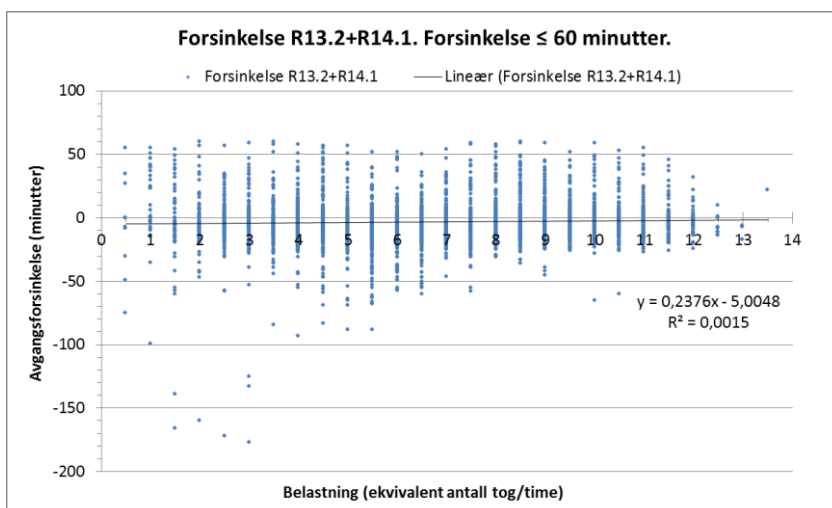
Til sammenligning er det i Figur 21 vist fordelingen av antall forsinkelser med ulik belastning. Det sees at hovedvekten ligger mellom 2,5 og 11 tog/time (ekvivalent).



Figur 21. Fordeling av forsinkelser etter belastning, alle forsinkelser.

Siden det er mange observasjoner også ved ganske høy belastning tyder det på at den lave spredningen i Figur 20 ved høy belastning ikke skyldes tilfeldigheter og få observasjoner. Det kan hende at det er annen ressursituasjon og større fokus i rush-periodene og at dette forklarer sammenhengen.

Det sees i Figur 19 at det er en del store forsinkelser (f.eks. større enn 60 minutter) og disse er de naturlig å anta ikke skyldes lav kapasitet men andre årsaker. Hvis forsinkelsene begrenses i størrelse bør det være en tydeligere sammenheng mellom belastning og antall tog, hvis den finnes. Når forsinkelser større enn 60 minutter tas ut fås resultat som vist i Figur 22.



Figur 22. Forsinkelse og antall tog per time, rutetermin R13.2 og R14.1 sammen. Forsinkelser maks 60 min.

Sammenhengen mellom antall tog og punktligheten i Figur 22, der forsinkelsen er begrenset og der det antas størst sammenheng med belastning, kan undersøkes statistisk. Stigningstallet er beregnet til 0,24 og korrelasjonskoeffisienten er beregnet til 0,038. Konfidensintervallet for stigningstallet av regresjonslinjen i Figur 22 er med et 95 % signifikansnivå er [0,04; 0,43].

Dvs. at hele konfidensintervallet er positivt og det er da signifikant, positiv korrelasjon med antall tog. Imidlertid sees det at selv om det er en signifikant og positiv korrelasjon er korrelasjonen og R^2 (lik 0,0015) *mindre* enn før (0,0019), hvilket gjør en sammenheng mindre tydelig enn før.

Det kan oppsummerende sies at sammenhengen mellom belastning og antall tog er veldig svak. Det sees heller ikke i Figur 19, Figur 20 og Figur 22, ved visuell inspeksjon, ut til å være noe mønster i forsinkelsene mht. antall tog per time. Det er omtrent like mange negative som positive forsinkelser for alle verdier av belastningen. Dette sees også i Figur 20 ved at gjennomsnittet er ganske nært 0 og at det er nok så stabilt uavhengig av belastningen.

Oppsummering

Analysen i dette avsnittet viser følgende:

- Stigningstallet for sammenheng mellom antall tog og forsinkelse er negativt og tyder i seg selv på at kapasitetsmangel ikke er en viktig årsak til avgangsforsinkelser.
- Når store forsinkelser, som neppe skyldes lav kapasitet, tas ut av analysen er det positiv, statistisk signifikant korrelasjon, men korrelasjonskoeffisienten og R^2 reduseres til et enda lavere nivå, hvilket betyr svakere sammenheng mellom belastning og forsinkelse.
- I figur for gjennomsnittlig forsinkelse og spredning som funksjon av belastningen sees det at gjennomsnittet av forsinkelser er ganske nært 0 og at det er nok så stabilt uavhengig av belastningen.

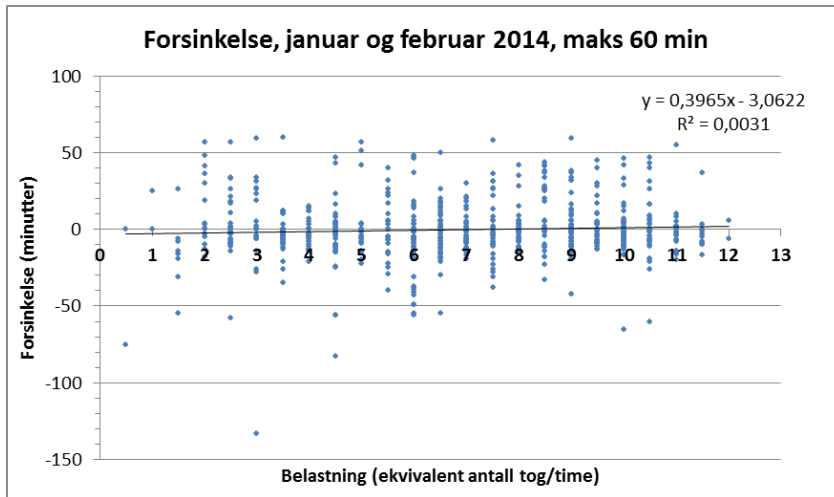
Dette betyr i sum at det ikke er grunnlag for å anta at høyere antall tog per time gir større forsinkelser. Dette tyder på at det er andre forhold på terminalen enn kapasiteten som dominerer med tanke på avgangsforsinkelser (og avgangspunktlighet).

6.7.2 Analyse av korrelasjon vinter og korrelasjon vår

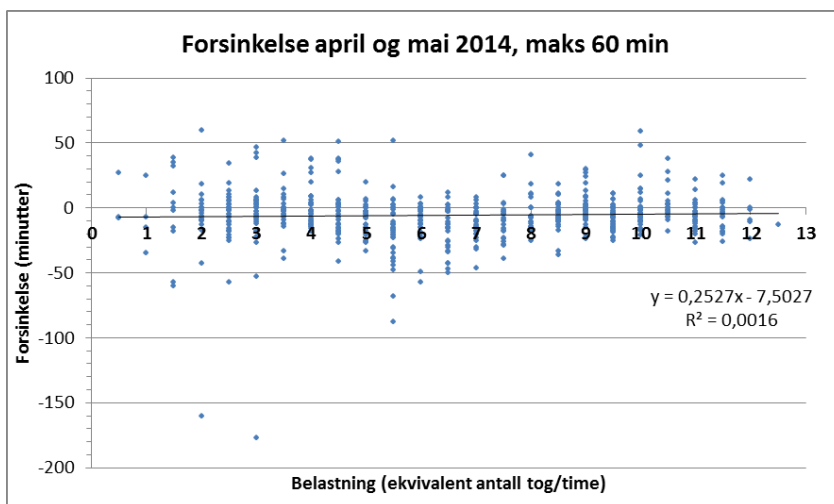
Dette avsnittet analyserer forskjeller mellom vinter og vår/sommer for korrelasjon mellom forsinkelse og belastning. Se også avsnitt 6.4.1 og 6.5 som omhandler sesongvariasjoner.

Kapasitetsutnyttelsen av Alnabru varierer dels med (a) antall tog og skift fra tog (ankomster og avganger) og dels med (b) antall øvrige skift. Kapasitetsutnyttelsen av terminalen totalt er størst om vinteren (jf. avsnitt 5.1), men dette vil typisk være på grunn av skift til vognuttak og avising i periodene uten om rush. Dvs. at det for lave verdier av belastning kan ventes større forsinkelser om vinteren enn for samme verdier om sommeren. Dvs. at en regresjonslinje vil bli flatere og det kan ventes lavere korrelasjon om vinteren, selv om totalnivået av forsinkelser kan være høyere.

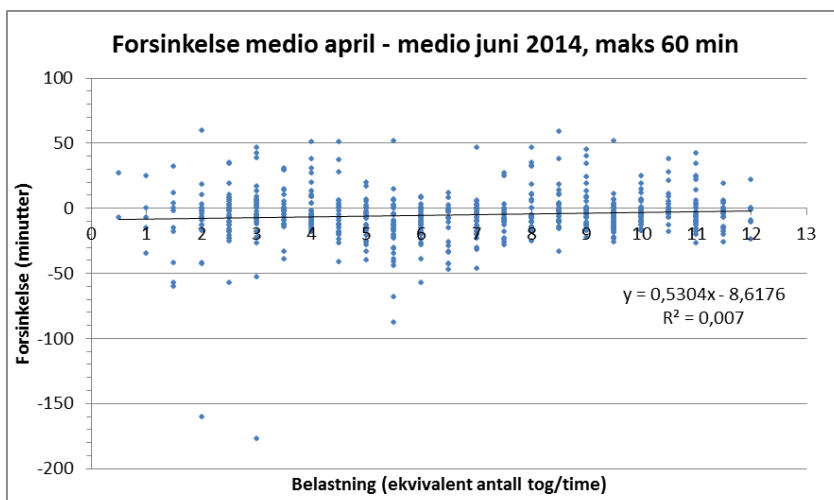
Sammenhengen mellom korrelasjon mellom belastning og forsinkelse kan analyseres mht. tid på året. Dette er vist i Figur 23 til Figur 25, der det er vist resultater for perioden januar-februar 2014, april-mai 2014 og medio april-medio juni 2014.



Figur 23. Belastning og forsinkelse på vinteren, januar og februar 2014.



Figur 24. Belastning og forsinkelse på vinteren, april og mai 2014.



Figur 25. Belastning og forsinkelse om våren, medio april til medio juni 2014.

I Tabell 8 er det vist verdier fra statistisk analyse for de viste periodene.

Tabell 8. Konfidensintervaller for stigningstall mht. sammenheng mellom antall av alle tog og forsinkelse.

Periode	Estimert stigningstall forsinkelse mht. belastning	Konfidensintervall for stigningstall (95 %-nivå)	Korrelasjonskoeffisient	R ²
Januar og februar 2014	0,40	[-0,14; 0,94]	0,06	0,003
April og mai 2014	0,25	[-0,22; 0,73]	0,04	0,002
Medio april – medio juni 2014	0,53	[0,05; 1,02]	0,08	0,007

Det sees i Tabell 8 at det (siden det er overlappende konfidensintervaller) ikke er statistisk signifikant forskjell på periodene. Dvs. at det ikke kan konkluderes at det er større påvirkning om vinteren enn om våren/sommeren.

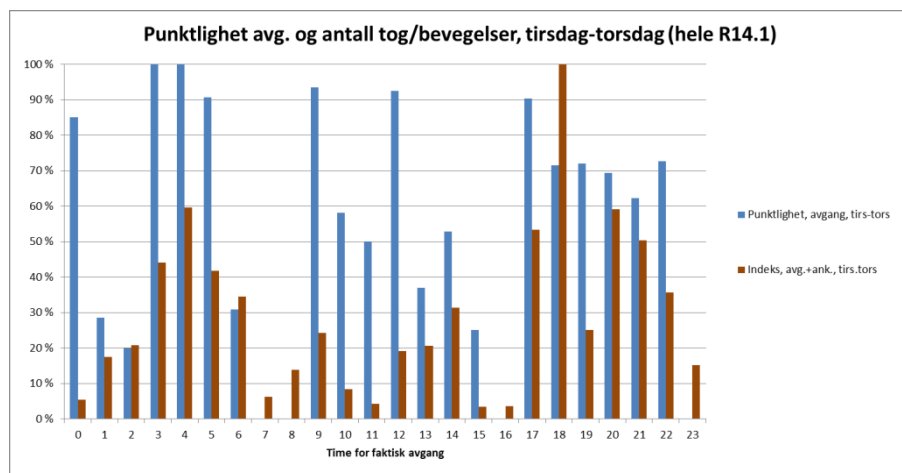
Det ser derfor ut til at forskjellen for punktlighet mellom sommer og vinter best kan forklares med andre ting enn kapasitetsutnyttelsen på terminalen.

6.8 Punktlighet og totalt antall tog per time

Tilsvarende analysen i avsnitt 6.7 kan det gjøres en analyse av *punktligheten* som funksjon av antall tog. Forskjellen er at punktligheten ikke fanger opp størrelsen på forsinkelsene, men bare om forsinkelsen er større enn 0 eller ikke (det er benyttet 0 minutter som forsinkelsesgrense).

Hvis kapasiteten skal være en god forklaring på avgangspunktligheit bør det være en korrelasjon mellom avgangspunktligheit og antall tog- og skiftebevegelser i sporområdene på terminalen. Dette undersøkes i dette avsnittet.

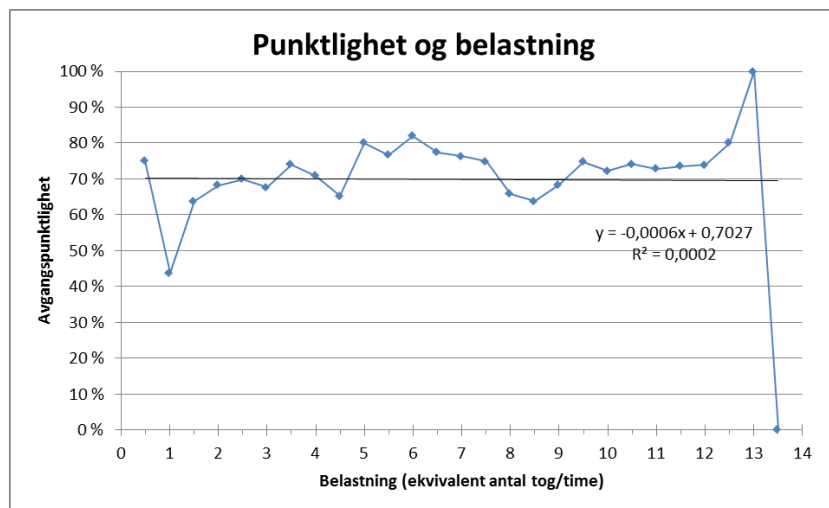
En mulig korrelasjon mellom punktlighet og antall tog - dvs. kapasitetsutnyttelse - kan illustreres ved å vise punktlighet og antall tog per time over døgnet. Ved å indeksere antall tog ut fra maksantallet (slik at største verdi blir vist som 100 % for både punktlighet og antall tog) blir det lettere å se en eventuell sammenheng (korrelasjon). Denne framstillingen er gjort i Figur 26.



Figur 26. Avgangspunktlighet og antall tog, per time over døgnet.

Det er ikke noe entydig korrelasjon mellom punktlighet og antall avganger og ankomster. Punktlighet natt/morgen er høyere enn punktlighet ettermiddag/kveld, mens togantallet er høyest ettermiddag/kveld. Dvs. at det for disse to periodene er negativ korrelasjon mellom togantall og punktlighet. Midt på dagen er det en lavere punktlighet enn om natten selv om det er færre togavganger og ankomster enn om natten, dvs. en positiv korrelasjon med togantall. Dette tyder på at det ikke er selve antallet av ankomster og avganger, men andre faktorer som dominerer punktligheten.

En mulig sammenheng kan også belyses ved å avbilde avgangspunktlighet mot antall tog per time (men da uten dimensjonen tid på døgnet). Resultatet av avbildningen av punktlighet og antall tog per time er vist i Figur 27. Det sees her at det er stor variasjon i punktligheten med antall tog, men at kurven er ganske stabil rundt 70 % uavhengig av belastning.



Figur 27. Punktlighet og antall tog per time, andre halvår 2013 og første halvår 2014.

Sammenhengen mellom antall tog og punktligheten kan undersøkes statistisk. Stigningstallet er beregnet til -0,0006. Korrelasjonskoeffisienten er beregnet til -0,015. Konfidensintervallet for stigningstallet av regresjonslinjen i Figur 27 er med et 95 % signifikansnivå beregnet til [-0,02; 0,02].

Siden konfidensintervallet har både positive og negative verdier er det ikke mulig å si om punktligheten har positiv eller negativ sammenheng med belastningen.

Selv om det er en reell negativ korrelasjon sees det at R^2 uansett bare er 0,00002, dvs. at i praksis ingenting av variasjonen fra gjennomsnittet i punktlighet kan forklares med belastningen eller kapasitetsutnyttelsen.

6.9 Punktlighet og forsinkelse per operatør

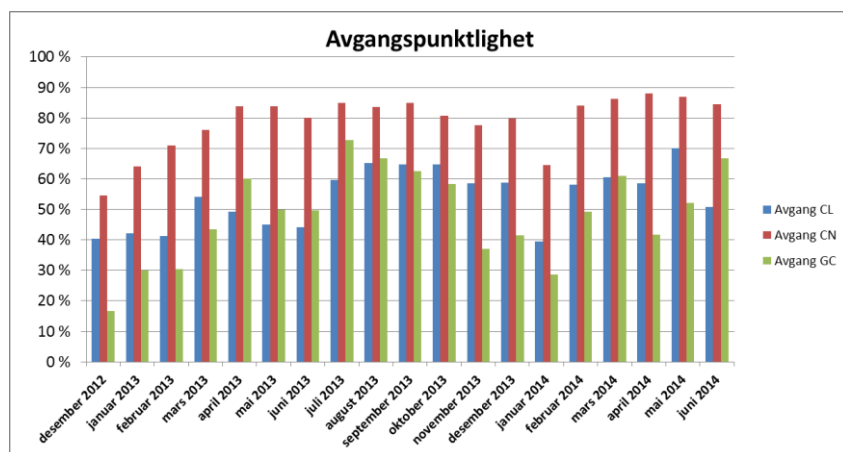
6.9.1 Generelt

Hvis det er forskjell mellom operatørens avgangspunktlighet -eller forsinkelse må det skyldes forhold som er forskjellige mellom operatørene. Det undersøkes i dette avsnittet hvordan avgangspunktlighet varierer per operatør.

Hvis det er forskjeller vil det være naturlig å anta at det som kan forklare forskjellene også gjelder for andre operatører men i mindre grad. Disse forklaringene - fram for den *generelle* kapasitetsutnyttelsen – vil være en god kandidat til årsak til forsinkelser og bestemmende for avgangspunktligheten.

6.9.2 Punktlighet per måned og per operatør

Figur 28 viser punktlighet per operatør (de tre største) per måned (med grense på 1 min for å bli regnet som forsinket).

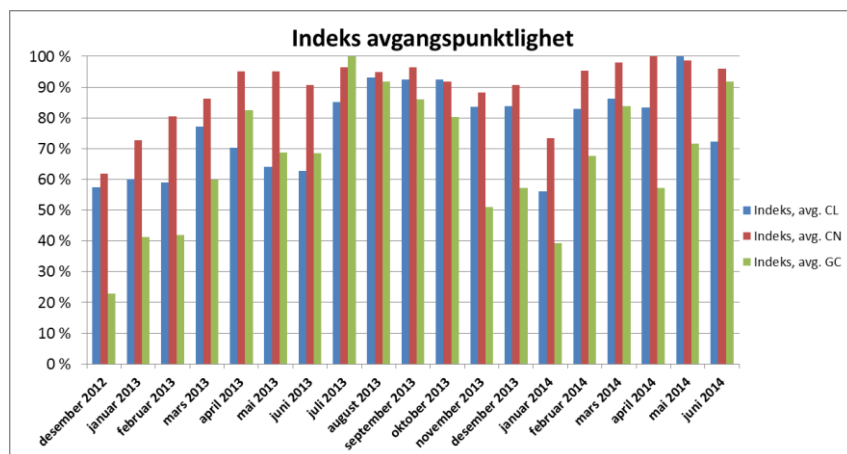


Figur 28. Avgangspunktlighet per måned og per operatør (tre største).

I Figur 29 er det vist indeksert avgangspunktlighet. Det sees da lettere enn i Figur 28 hvordan utvikling i punktlighet er over tid.

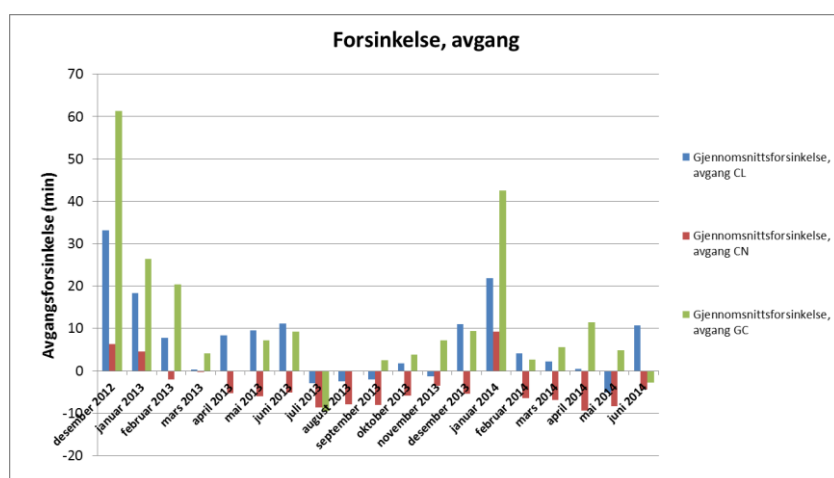
Det ser ut til at punktligheten i første halvår 2013 er steget for CargoNet og Green Cargo, og med størst relativ stigning for Green Cargo mens punktligheten for Cargolink har holdt seg

ganske uendret. I andre halvår 2013 har punktligheten vært nok så lik for alle tre, men med et større fall for Green Cargo i november og desember. I første halvår 2014 har punktligheten for CargoNet holdt seg ganske jevn etter en stigning fra januar, mens det for de to andre har vært mer varierende punktlighet.



Figur 29. Indeksert avgangspunktlighet per måned og per operatør (tre største).

I Figur 30 er det vist hvordan forsinkelsen varierer per måned og per operatør.

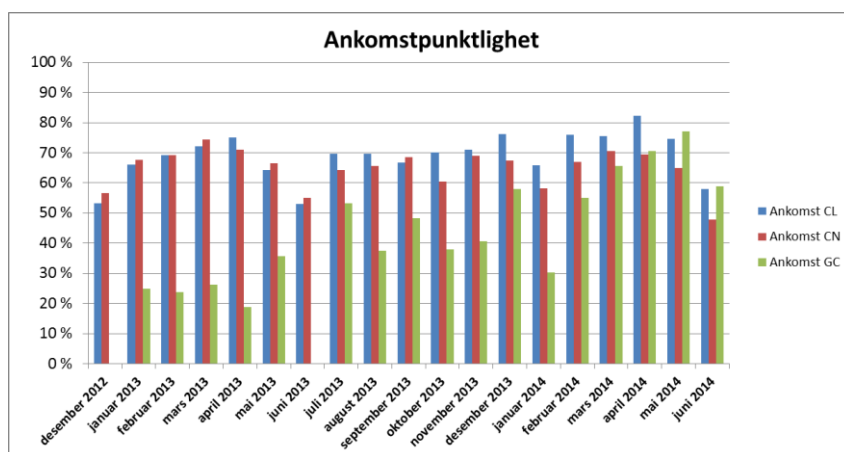


Figur 30. Avgangsforsinkelse per måned og per operatør (tre største).

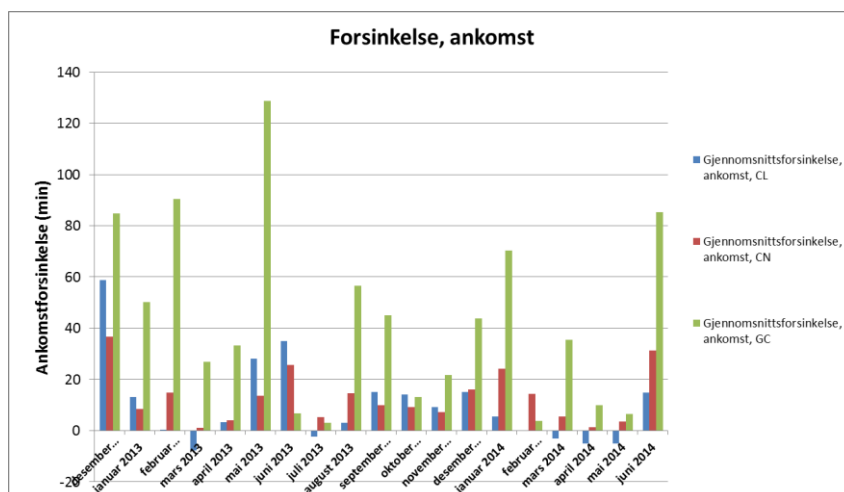
Det sees at forsinkelsen følger et forløp med størst forsinkelser om vinteren og minst forsinkelser om sommeren. CargoNet har generelt mer stabilt lavere forsinkelser enn de andre to operatørene.

Det sees ut fra avgangsforsinkelsene at det delvis er forskjellig utvikling for operatørene over tid. Det kan tyde på at det er interne driftsmessige forhold hos operatørene som er årsaken til variasjon i punktlighet, og ikke kapasitetsmessige forhold i infrastrukturen på Alnabru.

I Figur 31 og Figur 32 er det til sammenligning vist ankomstpunktlighet og ankomstforsinkelser per måned for de tre operatørene.



Figur 31. Ankomstpunktlighet per måned og per operatør (tre største).



Figur 32. Ankomstforsinkelse per måned og per operatør (tre største).

Det sees at det generelt er lavere forsinkelse for operatørene om sommeren.

6.9.3 Avgangsforsinkelse og forskjeller mellom operatør

6.9.3.1 Generelt

Det undersøkes i dette avsnittet om det for hver av operatørene (Cargolink, CargoNet og Green Cargo) er en sammenheng mellom avgangsforsinkelser og

- belastning fra antall tog totalt på terminalen
- belastning fra antall *egne* tog på terminalen

Etter som totalantallet av tog per time ikke ser ut til å påvirke punktligheten (jf. beskrivelsen i avsnitt 6.7 og 6.8) forventes det ikke at det generelt - dvs. for de dominerende operatørene - er en sammenheng mellom avgangspunktligghet og antall tog/kapasitetsutnyttelsen. Hvis det derimot er *forskjell* mellom noen av operatørene må det skyldes forhold som er forskjellige mellom operatørene og som avhenger av antall tog per time.

Det vil da være naturlig å anta at tilsvarende forhold også gjelder for andre operatører men i mindre grad og at disse - fram for den *generelle* kapasitetsutnyttelsen - er forklaring på forsinkelser og bestemmende for avgangspunktliggheten.

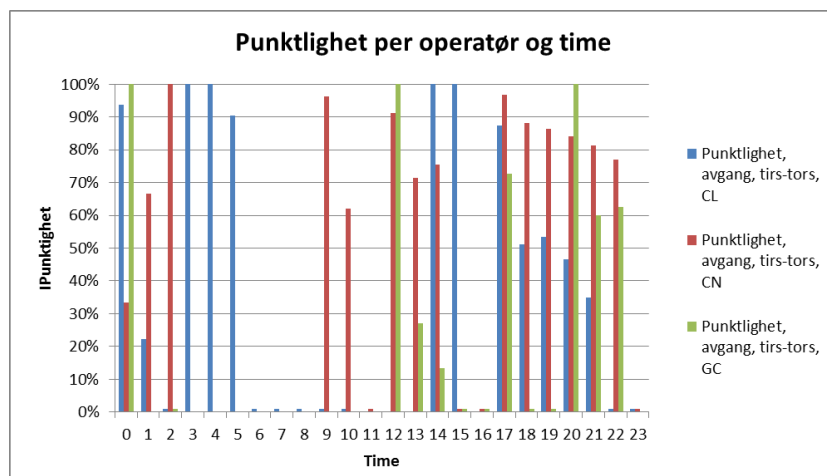
Operatørspesifikke forhold kan være ulik prioritering av operatører ved forsinkelser, ulikt omfang og disponering av interne ressurser per operatør, ulike rutiner og tidsbruk, ulik materiell etc. En operatørspesifikk forskjell kan også skyldes ytre forhold som varierer samtidig med antall tog og slår annerledes ut for en operatør enn for andre (f.eks. på linjen uten for terminalen med vanskelige kapasitetsforhold og ulike forsinkelsesnivåer til ulike tider).

Hvis det er større korrelasjon med avgangsforsinkelse og operatørens eget togantall enn for totalt togantall må det skyldes forhold som ikke kan knyttes til det samlede togantallet. Det kan være interne forhold som forskjellige mellom operatørene, men det kan også skyldes samvariasjon med parametere som er bedre korrelert til eget togantall enn det totale togantallet.

Det er verdt å minne om at analysen ser på *korrelasjoner* og ikke nødvendigvis påviser en årsakssammenheng.

6.9.3.2 Avgangspunktligghet per operatør og time

Figur 33 viser punktlighet totalt på Alnabru per time over døgnet. Data er for R14.1 (første halvår 2014).



Figur 33. Punktligghet per operatør over døgnet (rutetermin R14.1).

6.9.3.3 Forsinkelse per operatør og antall tog totalt

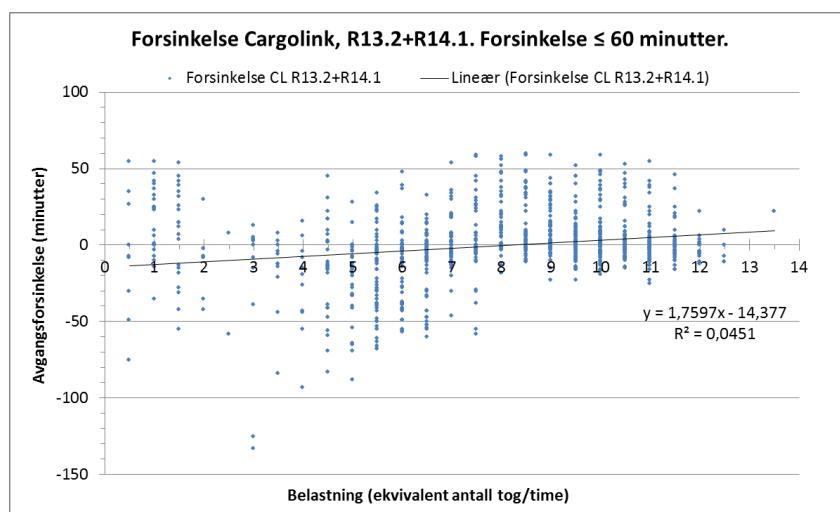
Det er naturlig å forvente at gjennomsnittsforsinkelsen øker med antall tog per time, etter som den totale utnyttelsesgraden øker med antall tog og det er mindre reservertid mellom tog. Hvis den enkelte operatøren har hovedvekten av avganger i perioder med høy kapasitetsutnyttelse forventes det at det er høyere forsinkelse enn hvis hovedvekten av avganger er i perioder med lav utnyttelse. Selv om det ikke er eksplisitt analysert hvor mange tog hver operatør har av egne tog i hver time vil gjennomsnittsforsinkelsen kunne påvirkes av samlet kapasitetsutnyttelse. Er det mange tog i en gitt time vil avgangsforsinkelsen da forventes å være høyere enn når det er få tog i en annen time.

Forskjeller mellom operatører kan derfor belyses ved å se om det er sammenheng mellom antall tog totalt sett og forsinkelser. Dette er gjort i Figur 34 til Figur 36 som viser forsinkelse og belastning på Alnabru (gjennomsnitt over en totimersperiode av sum avgang og ankomst; antall som er benyttet er justert for belastning også 2 timer før avgang og 2 timer etter ankomst).

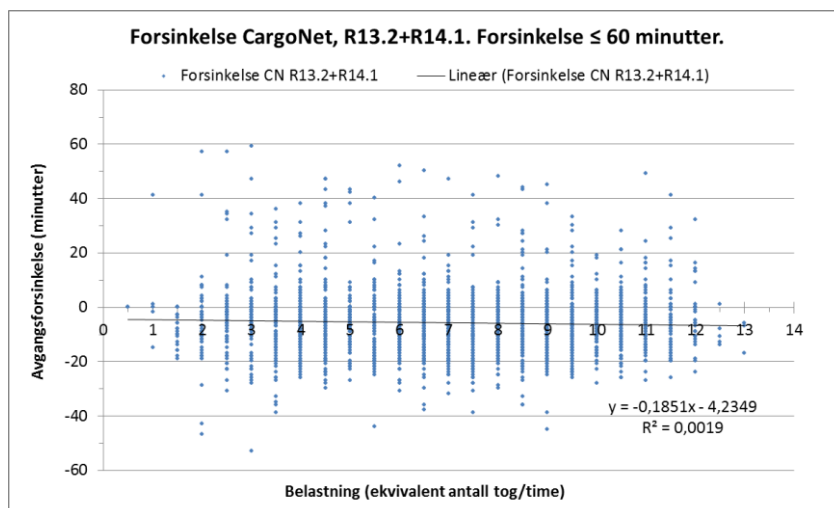
Hvis det er forskjell mellom operatørene ville det indikere at det er forhold (forskjeller) knyttet til operatørene fram for den generelle kapasitetsutnyttelsen som kan forklare avgangspunktligheten. Forskjeller i sammenheng mellom avgangspunktlighet og antall tog kunne forklares med f.eks. ulik tilgang til og utnyttelse av skifteressurser og materiell i timene med høyt antall tog eller prioritering av avganger ved forsinkelser.

Som mål eller en indikator på belastningen av hele infrastrukturen på terminalen benyttes sum av antall ankomster og avganger i den pågjeldende time, og det korrigeres for at ankomster også belaster terminalen etter ankomst og at avganger belaster terminalen også før avgang.

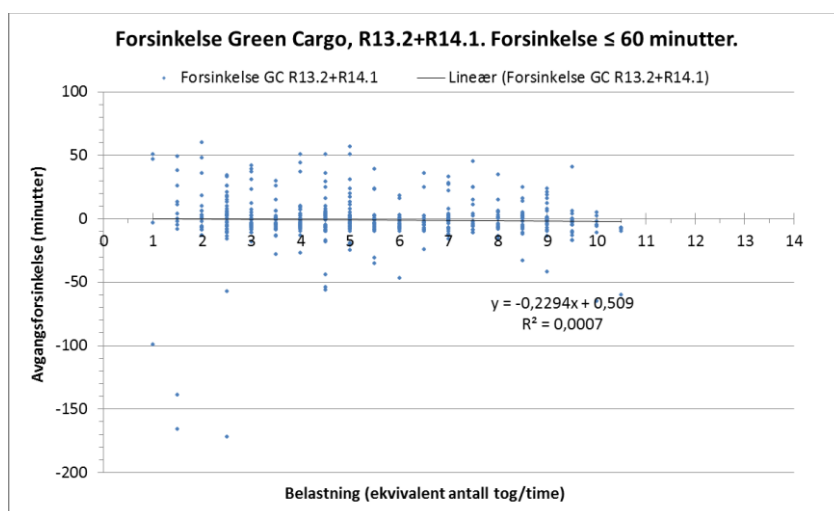
Sammenhengen mellom forsinkelse og antall tog per time er vist for hver operatør i Figur 34 til Figur 36.



Figur 34. Forsinkelse for Cargolink og belastning. R13.2+R14.1. Forsinkelser ≤ 60 minutter.



Figur 35. Forsinkelse for CargoNet og belastning. R13.2+R14.1. Forsinkelser ≤ 60 minutter.



Figur 36. Forsinkelse for Green Cargo og belastning. R13.2+R14.1. Forsinkelser ≤ 60 minutter.

Det ser ikke ut til å være noen vesentlig sammenheng mellom antall tog og fordelingen av forsinkelser, men regresjonslinjene indikerer en (veldig) positiv korrelasjon for Cargolink og svak, negativ korrelasjon for CargoNet og Green Cargo. Cargolinks data fordeler seg litt i en bølgeform. Det er derfor ikke sikkert at en lineær regresjonslinje er velegnet til å beskrive sammenhengen for Cargolink og at der er visse årsaker bak denne formen som kan være interessante å undersøke. Det er imidlertid ikke sett nærmere på dette i denne analysen.

Sammenhengen mellom antall tog og forsinkelsen kan undersøkes statistisk. Konfidensintervallet for stigningsgraden av regresjonslinjene i Figur 34 til Figur 36 er vist i Tabell 9. Det er også vist korrelasjonskoeffisient og R^2 (R^2 viser hvor stor del av variasjonen fra gjennomsnittlig forsinkelse per operatør som kan forklares med antall tog).

Tabell 9. Konfidensintervaller for stigningstall mht. sammenheng mellom forsinkelse og belastning av alle tog.

Operatør	Estimert stigningstall forsinkelse mht. belastning av alle tog	Konfidensintervall for stigningstall (95 %-nivå)	Korrelasjonskoeffisient	R ²
Cargolink	1,76	[1,25; 2,26]	0,21	0,045
CargoNet	-0,19	[-0,36; -0,01]	-0,04	0,0019
Green Cargo	-0,23	[-1,04; 0,58]	-0,03	0,0007

Det sees at CargoNet har hele konfidensintervallet med negative verdier, mens de to andre operatørene har intervall med positive verdier eller delvis positive verdier. Det kan på dette grunnlaget ikke konkluderes at det er forskjell på CargoNet og Green Cargo eller på Cargolink og Green Cargo (intervallene overlapper), men det er forskjell på Cargolink og CargoNet (ikke-overlappende intervaller). En forklaring kan være at det i de mest belastede timene er bedre ressursituasjon og/eller større fokus på rettidige avganger (det er mer kritisk å treffe ruteleie på linjen og mer kritisk å komme rettidig fram til endeterminale).

Det at CargoNet (og kanskje Green Cargo) har negativ korrelasjon med totalt togantall (reduisert forsinkelse med økt antall tog) tyder på at CargoNet ikke opplever generelle kapasitetsproblemer som dominerende årsaker. Det er imidlertid veldig liten korrelasjon. Bare i størrelsesordenen 2 promille av variasjonen fra gjennomsnittsforsinkelsen kan forklares med antall tog, slik at det totale togantallet ikke er en viktig forklaring på forsinkelser.

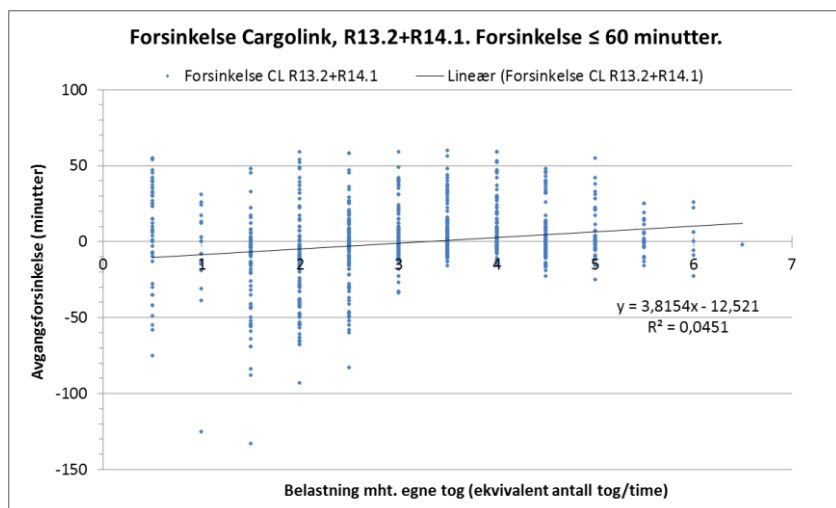
Ut fra analysen er det forskjell på Cargolink og CargoNet, selv om betydningen av forskjellen er liten (korrelasjonen og R² er veldig liten i alle tilfeller). Figur 6 (side 19) viser at fordelingen av belastning over døgnet er omtrent lik for CargoNet og Cargolink, slik at de burde oppleve samme kapasitetsutfordringer og kapasitetsutnyttelse synes derfor ikke å være en viktig forklaring på forskjellen. Nærmere studier av forskjellene mellom operatørene kan avdekke mekanismer som er generelle og kan forklare forsinkelser generelt. Det er ikke sett på dette spørsmålet i denne analysen.

6.9.3.4 Forsinkelse per operatør og antall egne tog per operatør

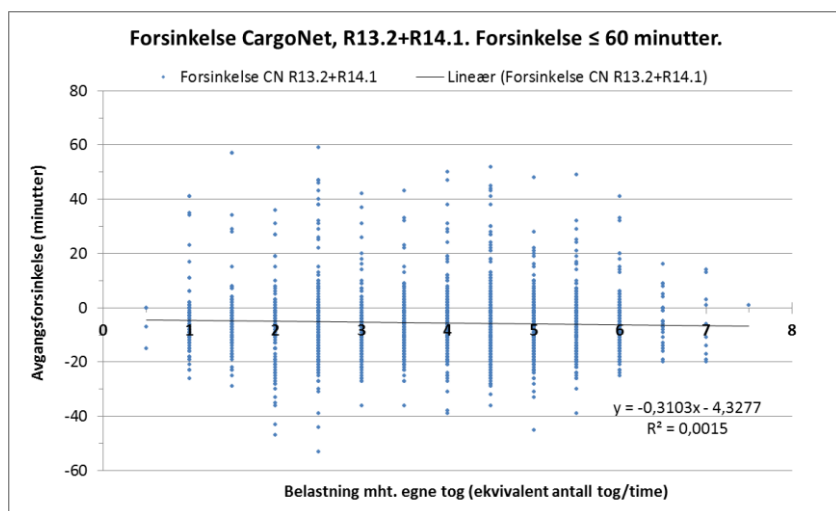
Sammenheng mellom avgangsforsinkelsen og belastningen av *egne tog* for hver operatør belyses i dette avsnittet. Forskjeller i sammenheng mellom avgangsforsinkelse og antall egne tog kunne forklares med forhold som varierer med antall egne tog, f.eks. ulik tilgang til og utnyttelse av interne ressurser og skiftmateriell i forhold til togantallet (egne tog).

Det er i denne sammenhengen ikke relevant å se på hvor mange tog det er totalt sett på terminalen. Dette ville avspeile den totale kapasitetsutnyttelsen og poenget er nettopp å *ikke* se på dette forholdet, men å isolere faktorer som er uavhengige av kapasitetsutnyttelsen generelt på terminalen. (Avhengighet av total kapasitetsutnyttelse er analysert i avsnitt 6.7 og 6.9.3.3.)

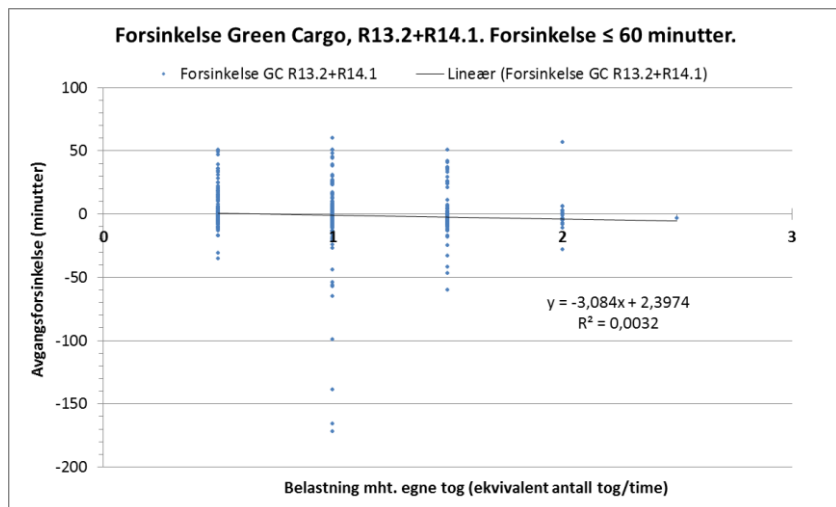
I Figur 37 til Figur 39 er det vist sammenheng mellom forsinkelse og belastning mht. egne tog for hver operatør.



Figur 37. Forsinkelse og antall egne tog, Cargolink. R14.1. Forsinkelser ≤ 60 minutter.



Figur 38. Forsinkelse og belastning fra egne tog, CargoNet. R14.1. Forsinkelser ≤ 60 minutter.



Figur 39. Forsinkelse og belastning fra egne tog, Green Cargo. R14.1. Forsinkelser ≤ 60 minutter.

Sammenhengen mellom belastning fra egne tog for operatørene og forsinkelser kan undersøkes statistisk. Konfidensintervallet for stigningsgraden av regresjonslinjene i Figur 37 til Figur 39 er vist i Tabell 10. Det er også vist korrelasjonskoeffisient og R^2 (som viser hvor stor del av variasjonen fra gjennomsnittlig forsinkelse per operatør som kan forklares med antall egne tog).

Tabell 10. Konfidensintervaller for stigningstall mht. sammenheng mellom forsinkelse og belastning av egne tog.

Operatør	Estimert stigningstall forsinkelse mht. belastning av egne tog	Konfidensintervall for stigningstall (95 %-nivå)	Korrelasjonskoeffisient	R^2
Cargolink	3,8	[2,7; 4,9]	0,21	0,045
CargoNet	-0,3	[-0,64; 0,02]	-0,04	0,0015
Green Cargo	-3,1	[-8,1; 1,9]	-0,06	0,003

Det sees i Tabell 10 at alle konfidensintervallene har overlapp. Det kan derfor ikke konkluderes på signifikant grunnlag at det er forskjell på hvordan operatører responderer mht. forsinkelse på belastning av egne tog. Imidlertid er konfidensintervallet for CargoNet og Green Cargo i hovedsak negativt mens konfidensintervallet for Cargolink er positivt, slik at det kan indikere en forskjell på Cargolink og de to andre operatørene som ikke kan forklares med belastning fra egne tog (og skift).

Resultatet i dette avsnittet viser det samme bildet som for korrelasjonen mht. totalbelastning (avsnitt 6.9.3.3). Siden CargoNet og Cargolink er dominerende operatører kan det ikke utelukkes at belastning mht. egne tog også er et uttrykk for generelle kapasitetsproblemer. Siden det er *forskjell* mellom operatørene tyder det imidlertid på at det *ikke* er totalbelastning eller belastning med egne tog (kapasitetsutnyttelse i infrastrukturen) som er den viktigste årsaken til å forklare forsinkelser, men andre interne forhold for operatørene.

CargoNet og Cargolink har det meste av konfidensintervallet i det negative området. Det indikerer at det ikke er kapasitetsmangel for disse operatørene som er dominerende årsaker til forsinkelser. (Sammenhengen utelukker ikke kapasitetsproblemer i seg selv: det kan være samtidige variasjoner i andre forhold som korrelerer med variasjon i antall egne tog og som kompenserer en kapasitetsmangel når det er mange egne tog, men ikke gjør det når det er få egne tog.)

At korrelasjonen kan være negativ for Green Cargo kan evt. skyldes at Green Cargo kjører på tider der de andre operatørene ikke kjører (Figur 7 side 20), og at skiftmateriell og ressurser som leies av andre operatører er mer tilgjengelige. En annen forklaring kan være at Green Cargo kjører på tider der de andre ikke er så mange tog og skift og at samlet kapasitetsutnyttelse derfor er lavere til de tidene der Green Cargo selv har mange tog. Dette stemmer også med at det er positiv korrelasjon (se Tabell 9) med *totalt antall tog* (flere andre tog gir høyere kapasitetsutnyttelse og større forsinkelse). Dette stemmer imidlertid ikke for CargoNet. En tredje forklaring igjen kan være at det i de mest belastede timene er bedre ressurssituasjon og/eller større fokus på rettidige avganger (mer kritisk å treffe ruteleie på linjen og mer kritisk å komme rettidig fram til endeterminal). At det da er positiv korrelasjon for Cargolink kan skyldes andre forhold som dominerer for akkurat denne operatøren.

Oppsummerende kan det sies at kapasitetsforhold ser ikke ut til å være en vesentlig forklaring til forsinkelser. Sammenhengen er uansett veldig svak (korrelasjonen er liten og R^2 i Tabell 10 er maksimalt ca. 0,05, dvs. at maks ca. 5 % av variasjonen fra gjennomsnittet av forsinkelser kan forklares med belastning fra antall tog og skift).

6.9.3.5 Oppsummering om forsinkelse per operatør og antall tog

Sammenhengen mellom og forsinkelse og belastning fra tog og skift er ikke entydig og er uansett veldig svak. Det er maksimalt 5 % av variasjonen fra gjennomsnittsforsinkelsen som kan forklares med belastningen.

Når det sees på sammenheng mellom forsinkelser samlet sett for alle operatører og *totalbelastning* er det ikke grunnlag for å anta at høyere antall tog per time gir høyere forsinkelser.

Når det sees på sammenheng mellom forsinkelser samlet sett for alle operatører og belastning mht. *egne tog* er det tilsvarende bilde og altså heller ingen entydig sammenheng mellom belastning og forsinkelse.

Samlet sett er det ikke noen entydig eller vesentlig sammenheng mellom forsinkelser og totalbelastning eller belastning fra egne tog for operatørene. Dette tyder på at det er andre forhold på terminalen enn kapasiteten som dominerer med tanke på avgangsforsinkelser (og avgangspunktlighet).

6.10 Forsinkelse og tidsintervall mellom tog

6.10.1 Generelt

Selv om kapasiteten på Alnabru til tider kan være for høy ser det som tidligere nevnt i kapittel 5 ikke ut til at kapasitetsmangel er en viktig årsak til avgangsforsinkelser.

Kapasitetsanalysen undersøker hvor stor andel av tiden sporelementene på Alnabru er belagt og om dette kan sies å være for høyt. Kapasitetsanalysen sier ikke noe om hvordan togbevegelser er planlagt i forhold til hverandre på minuttall, og det kan teoretisk være konflikt mellom enkelte tog selv om kapasitetsutnyttelsen generelt er akseptabel.

Det er interessant å undersøke om selve ruteplanen kan forklare forsinkelser, dvs. om tog er planlagt med så kort tid mellom seg i felles sporelementer at det påvirker punktligheten. En liten forsinkelse kan evt. føre til at et tog mister et ruteleie og må vente lenge på nytt ruteleie. Veldig store forsinkelser skyldes antakelig andre forhold, men det er ikke sett nærmere på dette, og alle forsinkelser er i utgangspunktet inkludert.

Formålet er altså å undersøke om det er en sammenheng mellom minste tidsintervall mellom togbevegelser på Alnabru (teknisk togfølgetid) og avgangsforsinkelse.

Hvis det ikke er noen korrelasjon er det heller ikke forventet noen sterk årsakssammenheng mellom tiden mellom tog og forsinkelser (årsakssammenheng medfører korrelasjon men ikke nødvendigvis motsatt).

Analysen gjelder *tog* og ser ikke på gjennomføringen av og konflikter for skiftebevegelser.

Data er for avganger på tirsdag-torsdag (for å få flere data enn for en ukedag), mens ruteplanen er hentet fra onsdager (representativ virkedag) i første halvår 2014.

Det er i alt 101 togpar i løpet av et driftsdøgn på onsdager i R14.1. Når det tas bort togpar med løsløst og togpar der det ikke er tilstrekkelige registreringer i TIOS til å beregne forsinkelser gjennstår det 26 togpar.

(Løsløst er tatt ut av analysen ut fra en antakelse om at tidspunktet for kjøring av disse generelt er mindre kritisk enn tidspunktet for tog som skal ut på linjen og inn blant annen trafikk, og at forsinkelser for løsløst derfor i høyere grad kan skyldes andre ting enn intervallstørrelse og forsinkelse for tog før.)

Tabell 11 viser hvilke togpar som er analysert, hvilke tognummer som inngår og hvor stort intervallet er.

Tabell 11. Analyserte togpar for forsinkelse mht. intervallstørrelse mellom første tog andre tog.

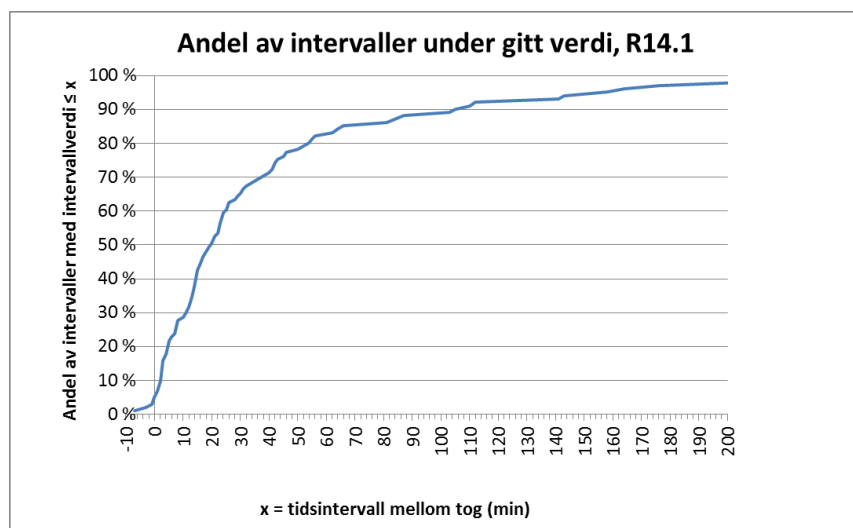
Togpar-nr.	Første tog	Andre tog	Intervall (min)
1	5502	45931	0
2	5512	5032	3
3	5032	5311	3
4	5505	45944	3
5	41913	5707	5
6	45931	5803	7
7	5562	5563	10
8	41981	5735	13
9	45965	5507	14
10	5863	5807	15
11	5709	4001	15
12	5911	41913	19
13	41688	41689	21
14	5507	45959	23
15	5511	5863	23
16	5913	5709	26
17	45962	5505	30
18	5814	5321	32
19	5807	5809	38
20	5863	5569	40
21	45910	5027	42
22	5809	5515	43
23	5707	5901	55
24	5862	5511	64
25	5028	45913	87
26	5515	5034	158

6.10.2 Fordeling av intervallstørrelser

Det er gjort en beregning av størrelsen på minste tidsintervall mellom tog når skal ut av et sporområde, det skal settes togvei og tog skal evt. inn fra innkjørsignal. Dette er gjort for de ulike kombinasjonene av togbevegelser inn og ut på Alnabru på de ulike adkomstveiene, som forekom i R14.1 på onsdager. Se vedlegg 5 for en oversikt over hvilke kombinasjoner som opptrer.

Intervall mellom tog er i utgangspunktet beregnet som forskjell mellom rutemessig (planlagte) avgangstid og rutemessig ankomst- eller avgangstid for toget før (for tog som belegger samme sporelement) Tidsintervallet er fratrukket minste tekniske tid til belegg av sporelementer før ankomst og belegg etter avgang (Se vedlegg 5 for en oversikt over hvilke minste tidsverdier det er regnet med.) De resulterende tidsintervallene representerer altså en buffertid mellom tog som kan benyttes til å redusere forsinkelsen for det andre toget i togparet.

Figur 40 viser fordeling av tidsintervaller mellom alle togpar (uavhengig av registreringer i TIOS om kjøring) på onsdager i rutetermin R14.1.



Figur 40. Fordeling av antall togpar etter intervallstørrelse mellom planlagt avgang/ankomst og avgang, onsdager R14.1 (alle intervaller uavhengig av registreringer i TIOS om kjøring).

Det er 22 % av intervallene som har maksimalt 5 minutters intervall og 10 % som har maksimalt 3 minutters intervall.

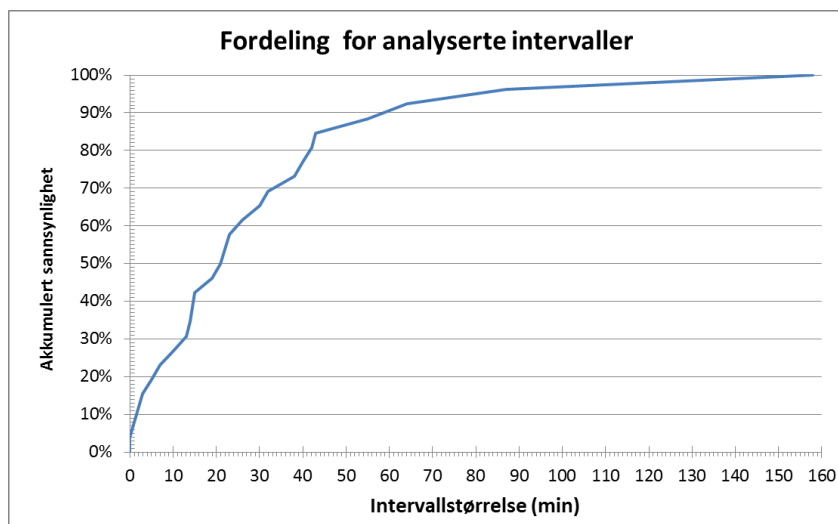
Det er tre togpar som har negativ verdi på intervallet. Det ene er godstog 5901 til Åndalsnes og løsløk 22901 fra Grorud, der intervallet er -7 minutter. Tog 5901 er i gjennomsnitt 20,9 minutter forsinket, tirsdag-torsdag.

Det andre togparet er løsløk 21502 til Loenga og godstog 5814 fra Ganddal. Gjennomsnittlig forsinkelse for 21502 er -10,2 minutter, tirsdag-torsdag.

Det tredje togparet er løsløk 22709 fra Grorud og 41901 til Charlottenberg. Tog 41901 er i gjennomsnitt -4,3 minutter forsinket, tirsdag-torsdag

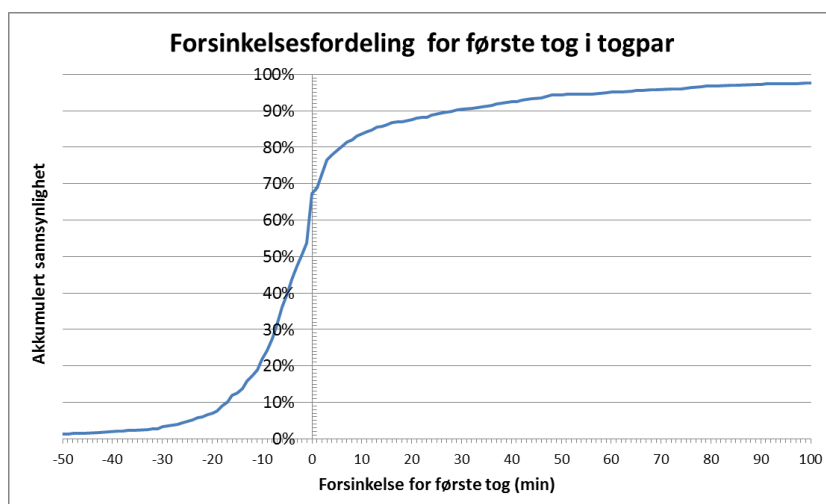
Selv om det er negativt intervall er det allikevel negativ forsinkelse, dvs. at tog i gjennomsnitt kjører før tiden (kanskje er det nettopp på grunn av manglende tid at dette er nødvendig).

Når det sees bare på analyserte intervaller (jf. Tabell 11) blir fordelingen av antall togpar mht. intervaller som vist i Figur 41. Det er 19 % av intervallene som har maksimalt 5 minutters intervall og 15 % som har maksimalt 3 minutters intervall.



Figur 41. Fordeling av antall togpar i henhold til størrelse på analyserte intervaller.

Figur 42 viser forsinkelsesfordeling for førte tog i togpar, for de analyserte togparene, jf. Tabell 11, i konfliktpunkter. Det sees at det de aller fleste togene har er forsinkelser på noen få minutter. 79 % av forsinkelsene er maksimalt 5 minutter og 84 % er maksimalt 10 minutter.



Figur 42. Forsinkelsesfordeling for første tog i togpar.

Det er ikke mange togpar som har små intervaller og det er samtidig ikke så mange større forsinkelser. Det er derfor lite sannsynlig at det vil oppstå forsinkelser for andre tog i et togpar som følge av for små intervaller.

Likevel er det interessant å analysere nærmere om det er en sammenheng mellom intervallstørrelsen og avgangsforsinkelser. Dette vil belyse i hvilken grad den faktiske ruteplanen og mulige konflikter for tog inn og på Alnabru er en forklaring på avgangsforsinkelsene.

6.10.3 Intervallstørrelse og forsinkelse for andre tog

Ved å avbilde forsinkelse som en funksjon av tidsavstand mellom tog i sporområder der det er konflikt er det mulig å se om det er en sammenheng mellom forsinkelser og intervallstørrelsen mellom togene og forsinkelsen.

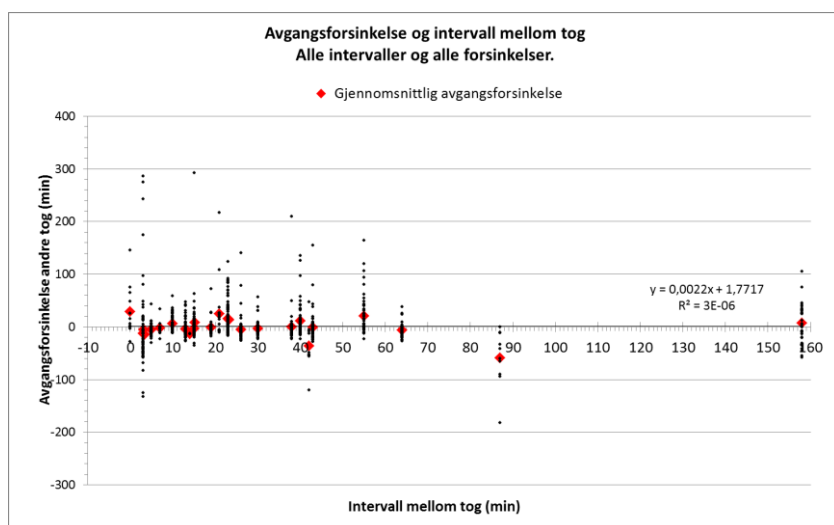
Det er selvsagt ikke intervallstørrelsen i seg selv som skaper forsinkelser men et lite intervall vil bety at en gitt forsinkelse har mindre buffertid og vil skape større overføring av forsinkelse til neste tog (avgangsforsinkelse). Hvis det antas at forsinkelser for første tog (i et togpar med konflikt) i gjennomsnitt opptrer likt for alle togpar vil betydningen av intervallstørrelsen kunne vises gjennom å analysere korrelasjonen mellom intervallstørrelse og avgangsforsinkelse.

Intervallstørrelsen mellom tog kan tenkes å ha en betydning for hvor mye forsinkelse av første tog betyr for avgangsforsinkelse etter som intervallet er en buffertid mellom tog; jo større tidsintervall desto større forsinkelse kan det være før andre tog blir forsinket.

For at en forsinkelse skal overføres til andre tog må forsinkelsen være større enn intervallet mellom togene. Veldig store forsinkelser vil ikke føre til at andre tog venter på første tog men kjøres som planlagt. Bare hvis forsinkelsen er litt større enn intervallet vil det forventes at andre tog holdes igjen og at det blir en overføring av forsinkelser.

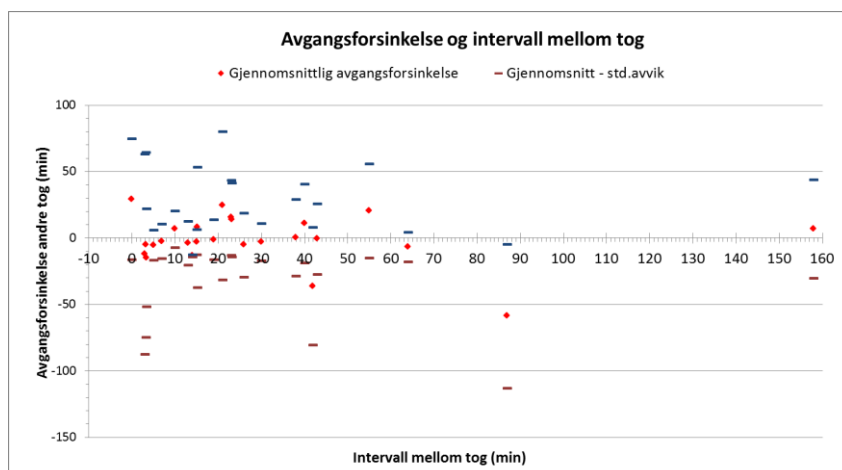
Hvis det er en sammenheng som har noe å si for avgangspunktligheten - dvs. en betydning som ikke domineres av andre forhold - forventes det at data er korrelert.

Figur 43 viser forsinkelse i forhold til intervallstørrelse. Det avbildes alle registreringer for både første og andre tog som oppfyller betingelsene (og der det er data i TIOS til å beregne forsinkelser). Dvs. at hvert punkt i avbildningen svarer til et unikt togpar til alle datoer (med tilstrekkelige registreringer) i rutetermin R14.1.



Figur 43. Forsinkelser for andre tog i alle togpar etter intervallstørrelse. Rutetermin R14.1.

Figur 44 viser gjennomsnittlig forsinkelse og spredning som ± 1 standardavvik.



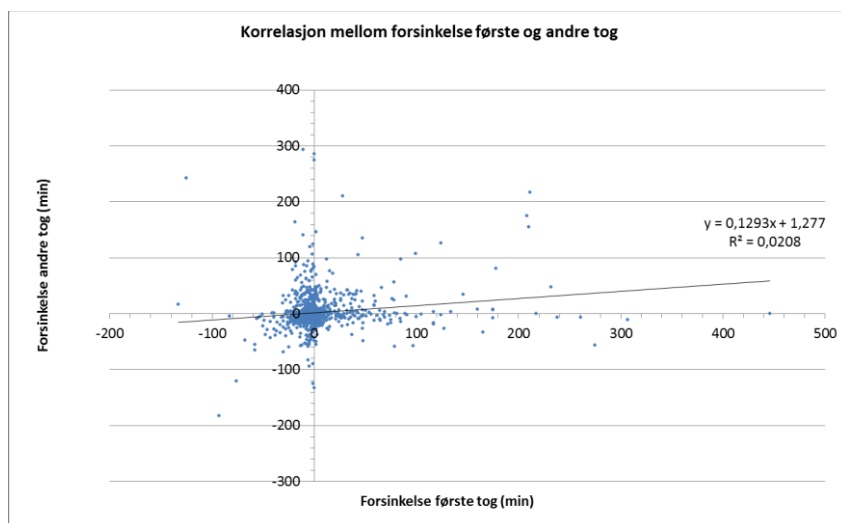
Figur 44. Gjennomsnittlig forsinkelse og spredning i forsinkelse.

Det sees at det ikke er noen egentlig forskjell på forsinkelsene som funksjon av intervallstørrelsen.

Stigningstallet i regresjonslinjen i Figur 43 er beregnet til 0,002. Konfidensintervallet for stigningstallet er med et 95 % konfidensnivå beregnet til [-0,07; 0,07].

Siden intervallet inneholder både negative og positive verdier (så å si halvparten av hver) er det ikke grunnlag for å konkludere om det er positiv, negativ eller ingen korrelasjon mellom intervallstørrelsen og forsinkelser for andre tog.

Til sammenligning er det i Figur 45 vist et plot med forsinkelser for første tog togpar og for andre tog i togpar. Dette plottet viser alle togpar under ett og det er ikke mulig å skille ut intervallstørrelsen mellom tog.



Figur 45. Sammenheng mellom forsinkelser første tog og andre tog. Alle forsinkelser.

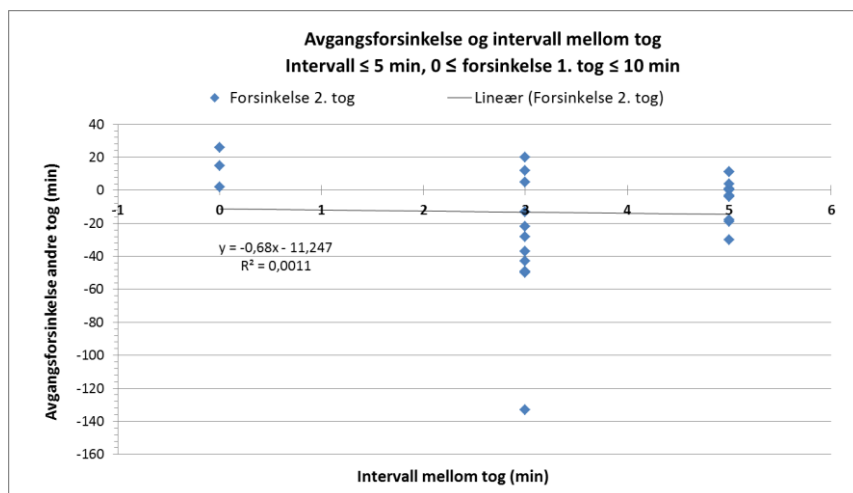
Plottet viser generelt om det er sammenheng mellom forsinkelse på tog før avgang og forsinkelse på selve avgangen. Hvis det er overføring av forsinkelse ville det forventes en gruppering av observasjoner slik at det var en form som ligner på en linje. Ut fra fordelingen av punkter i Figur 45 er det ikke mulig å se en slik sammenheng, hvilket stemmer med konklusjonen tidligere i dette avsnittet.

6.10.4 Forsinkelser for tog ved små intervaller

Siden det kan forventes størst sammenheng ved små forsinkelser og små intervaller gjøres det her et utvalg av data for å teste om det er en slik sammenheng. Forsinkelse for første tog er avgrenset til intervallet 0-10 minutter (begge inklusive) og intervallet er begrenset til maks 5 minutter.

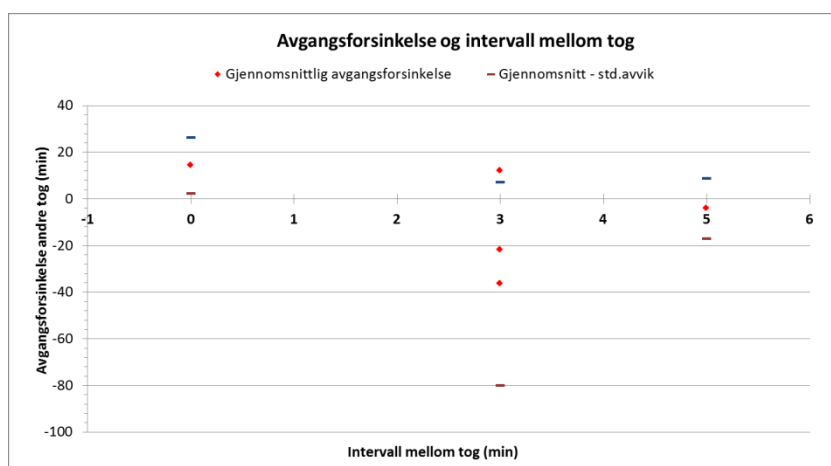
Veldig store forsinkelser for andre tog kan også skyldes felles bakenforliggende årsaker som vil gjelde både første og andre tog slik at en korrelasjon er skyldes en felles årsak og ikke påvirkning mellom de to variablene som analyseres. Forsinkelsene for andre tog er derfor begrenset og grensen er satt til 30 min.

Figur 46 er det vist hvordan forsinkelsene fordeler seg.



Figur 46. Forsinkelse ved små intervaller og små forsinkelser for første tog.

I Figur 47 er det vist gjennomsnittlig forsinkelse og ± 1 standardavvik (der det er nok data til å beregne det).



Figur 47. Gjennomsnittlig forsinkelse og ± 1 standardavvik ved små intervaller.

Stigningstallet i regresjonslinjen i Figur 46 er beregnet til $-0,7$. Konfidensintervallet for stigningstallet med et 95 % konfidensnivå beregnet til $[-9,3; 8,0]$.

Siden intervallet inneholder både negative og positive verdier (så å si halvparten av hver) er det ikke mulig å konkludere stigningstallet er positivt eller negativt eller om det i det hele tatt er forskjellig fra 0.

Selv om data utvelges slik at det lettere burde kunne sees en sammenheng er det altså heller ikke i denne situasjonen statistisk grunnlag for å si noe sikkert om sammenhengen. Uansett er R^2 (i Figur 46) bare 0,001, dvs. at bare 1 promille av variasjonen fra gjennomsnittet av forsinkelsene som kan forklares med størrelsen av intervallet.

6.10.5 Oppsummering om forsinkelser og intervallstørrelser

Det ikke ut til å være noen reell eller vesentlig virkning av intervallstørrelse (mellom tog i konfliktpunkter) og avgangsforsinkelse. Dette gjelder både samlet sett for alle tog under ett og for individuelle togpar.

Det synes heller ikke å være noen sammenheng mellom intervallstørrelsen og hvor stor korrelasjon det er mellom forsinkelse på første tog og andre tog i et konfliktpunkt.

6.11 Oppsummering av forsinkelsesanalyse

Som oppsummering av de foregående avsnittene kan det sammenfattes at:

- Det er en nok så tydelig sesongvariasjon i punktligheten og samme mønster i variasjon av punktlighet for både ankomst- og avgangspunktlighet. Dette kan skyldes variasjon i kapasitet med sesongen eller en felles årsak som også har sesongvariasjon (vær- og føreforhold gjør at ting generelt tar lengre tid om vinteren) som dominerer påvirkningen av forsinkelser på månedsnivå.

Denne forklaringen virker mer trolig enn at det er en tydelig kobling mellom ankomstpunktlighet og avgangspunktlighet ved Alnabru. Cargolink og CargoNet har samme ankomstpunktlighet men forskjellig avgangspunktlighet; hvis det var en tydelig kobling mellom ankomst- og avgangspunktlighet ville det forventes at det også var samme avgangspunktlighet. Det er også en endring i ankomstpunktlighet for Green Cargo uten at dette avspeiles i en tilsvarende bedring i avgangspunktlighet.

Det mest rimelige forklaringen synes da å være at det er en felles årsak som styrer begge punktligheter, f.eks. vinterforhold kontra sommerforhold. (Dette utelukker altså ikke i seg selv en kobling til kapasitet etter som kapasitetsutnyttelsen også er sesongavhengig).

- Det er på et generelt grunnlag ikke noen vesentlig eller entydig korrelasjon mellom antall tog (belastning) på timenivå og punktlighet eller mellom forsinkelse og time på døgnet. Dette indikerer at kapasitetsmangel ikke er en dominerende årsak til forsinkelser, men at det er andre (driftsmessige) som dominerer mht. årsaker til forsinkelser.

Sammenhengen mellom antall tog og forsinkelse er veldig svar. Det er maksimalt 5 % av variasjonen fra gjennomsnittsforsinkelsen som kan forklares med belastningen (togantallet).

Når det sees på sammenheng mellom forsinkelser samlet sett for alle operatører og totalt antall tog er det ikke grunnlag for å anta at høyere antall tog per time gir høyere forsinkelser. Dette tyder på at det er andre forhold på terminalen enn kapasiteten som dominerer med tanke på avgangsforsinkelser (og avgangspunktlighet).

Når det sees på sammenheng mellom forsinkelser samlet sett for alle operatører og antall egne tog har Gren Cargo negativ korrelasjon. Forklaringen kan være driftsmessige forhold eller kapasitetsforhold (trafikk på tider der annentraffikk er

lavere) men forskjellen er ikke vesentlig. Samlet sett er det ikke noen entydig eller vesentlig sammenheng mellom antall egne tog og forsinkelser.

- Det er ikke grunnlag for å si at det er forskjellig korrelasjon mellom forsinkelse og belastning (antall tog og skift) om vinteren enn om sommeren. Dette indikerer at det ikke er forskjeller i kapasitetsutnyttelse over året som dominerer mht. sesongvariasjoner i forsinkelser, men andre variabler som avhenger av sesongen.
- Ankomstpunktligheten er den samme for CargoNet og Cargolink men avgangspunktligheten er forskjellig. Dette tyder på forskjellige driftsmessige forhold som forklaring på lav avgangspunktlighet.
- Mange forsinkelser er store. Hvis forsinkelsen bare skyldes lav kapasitet vil det i hovedsak forventes mange små forsinkelser (følgeforsinkelser av ulike initialforsinkelser).
- Det er mange forsinkelser som er negative, dvs. at det er avgang før tiden. Dette tyder ikke på at det generelt er kapasitetsmangel, men at forsinkelsene skyldes en rekke sammensatte forhold som varierer.
- Det sees ut fra avgangsforsinkelsene at det delvis er forskjellig utvikling for operatørene over tid. Det kan tyde på at det er interne driftsmessige forhold hos operatørene som er årsaken til variasjon i punktlighet, og ikke kapasitetsmessige forhold i infrastrukturen på Alnabru.
- Det kan ikke konstateres noen sammenheng mellom intervallstørrelse (mellom tog i konfliktpunkter) og avgangsforsinkelse. Dette skyldes at store forsinkelser ikke vil overføres (andre tog treger ikke å vente og går i rute) og mindre forsinkelser kan håndteres gjennom å la forsinket tog bli ytterligere forsinket. Bare de minste forsinkelsene i kombinasjon med små intervaller vil gi en effekt og denne kombinasjonen opptrer ikke ofte.

7 RESULTATER FRA ANDRE RAPPORTER

7.1 Doktorgradsavhandling, Mads Veiseth

En doktorgradsavhandling til Mads Veiseth har i 2009 (“Forbedring av punktlighet i jernbanedrift”, Doktorgradsavhandling ved NTNU, 1009:113) analyser sammenheng mellom avgangsforsinkelse fra Alnabru og ankomstforsinkelse på endeterminaler (data for årene 2006 og 2007).

Det ble i denne sammenhengen også analysert årsaker til avgangsforsinkelse (figur 7.9 i avhandlingen, s. 98). Resultatet er gjengitt i Tabell 12.

Tabell 12. Årsaker til avgangsforsinkelse fra Alnabru (fra figur 7.9, Veiseth 2009).

Årsakskategori	Andel av forsinkede avganger
Tekniske og prosesstekniske forhold	72 %
Ukjente årsaker	12 %
Følgforsinkelser	9 %
Vær-relaterte forsinkelser	4 %
Ytre forhold	3 %

Dette resultatet stemmer godt overens med konklusjonen i kapittel 5 og 6 i denne analysen.

7.2 Studentoppgave NTNU

I 2012 ble det utført en studentoppgave ved NTNU med tittelen “Avgangsforsinkelser fra Alnabru godsterminal” (Ekspert i Team, 02.05.2012, Endal *et al.*)

Det ble her vurdert tiltak for å bedre avgangspunktligheten fra Alnabru godsterminal.

Løsningene som er vurdert som best er følgende:

- En felles aktør
- Telefonsamband
- Presenning på vogner

Dette er tiltak for driftsmessige forhold (altså ikke infrastrukturkapasitet) og konklusjonen stemmer med konklusjonen hos Veiseth (se avsnitt 7.1) og med kapittel 5 og 6 i denne analysen.

8 KONKLUSJON OG ANBEFALING

Konklusjon

Rapporten er en analyse av kapasitetsforhold på Alnabru godsterminal og belyser resultatene gjennom en analyse av forsinkelsesdata fra TIOS.

Kapasitetsutnyttelsen på *døgnnivå* er ikke kritisk høy i noen av sporområdene, hverken vinter eller sommer, men i forbindelsen mellom G-spor og C-spor er det noe høy utnyttelse på vinteren. Det samme er gjeldende for krysset mot Alnabanen i sør i R-sporene.

Kapasitetsutnyttelsen i *makstimen* for dagens situasjon er for høy i forbindelsen mellom G-spor og C-spor, både for sommer og vinter.

Det er i beregningene antatt at vedlikehold utføres i helgene, mens det i praksis har det etter det som er opplyst vært utført vedlikehold også på dagtid ulike steder på terminalen. Det medfører ekstra skiftebevegelser og økt belastning av infrastrukturen. Den beregnede kapasitetsutnyttelsen vil da kunne være høyere enn vist. Antakelig er det primært i periodene uten om rush at dette vil slå ut.

Avvikshåndtering ved større forsinkelser og behov for ekstra skifting er ikke beregnet og kan også føre til økt belastning.

Med ekstra sporforbindelse mellom G-spor og C-spor (sporområde 3 i denne analysen) vil kapasitetsutnyttelsen falle til et akseptabelt nivå.

Det virker ikke som om det er mangel på kapasitet i lastegater i den analyserte perioden (R14.1, dvs. første halvår 2014).

Det er sesongmessig variasjon i kapasitetsutnyttelsen og en sesongmessig variasjon i punktlighet og forsinkelse, men ingen signifikant forskjell i korrelasjon mellom forsinkelse og belastning hhv. vinter og vår/sommer. Siden kapasitetsutnyttelsen varierer med sesongen skulle det forventes en forskjell i korrelasjon hvis belastning (antall tog og skift) var en viktig faktor.

Det virker ikke som om det er noe spesielt mønster i størrelse og variasjon i forsinkelser per tognummer.

Analyse av forsinkelsesdata viser ingen vesentlig sammenheng mellom kapasitetsutnyttelsen (representert ved belastning fra antall tog/skift per time). Heller ikke tid på døgnet ser ut til å ha betydning. Dessuten har tog både positive og negative forsinkelser og det er sesongvariasjoner i punktlighets- og forsinkelsesdata.

Det virker derfor som om det er vær og føreforhold (ting tar generelt lengre tid når føret er vanskelig og det er is i vogner) samt driftsmessige forhold som dominerer mht. forsinkelser, og ikke manglende kapasitet.

En høy kapasitetsutnyttelse på døggnivå kan bidra til lavere avgangspunktlighet, spesielt om vinteren, men bør med de beregnede verdiene på døggnivå ikke i seg selv være en avgjørende årsak til avgangsforsinkelser. I makstimen er infrastrukturen høyt utnyttet og det vil være

større utfordringer med kapasiteten og skifting, selv om det ikke er på bakgrunn av denne analysen kan påvises noen egentlig korrelasjon med togantallet.

På detaljert nivå for enkelte togpar er det heller ikke noen vesentlig sammenheng mellom avgangsforsinkelser og størrelsen av tidsintervall mellom tog i konfliktpunkter.

Konklusjonen er på det foreliggende grunnlaget at kapasitetsforhold i sporområdene på terminalen, både generelt på døgn- og makstimenivå og for enkelte togpar i konfliktpunkter, ikke er viktige som forklaring for avgangsforsinkelser. Kapasitetsmangel i infrastrukturen kan ha betydning for konkrete forsinkelser og i avvikssituasjoner. Betydningen er størst om vinteren og minst om sommeren.

De viktigste forklaringene til forsinkelser må i all hovedsak finnes i forhold som f.eks. organisering av skift, organisering av logistikken generelt, driftsmessige ressurser som personal og antall skiftelok, vær og føre, feilrater på vogner og lok etc. Det er ikke sett nærmere på disse forholdene i denne analysen.

Anbefaling

Basert på den foreliggende analysen vil følgende tiltak trolig kunne forbedre avgangspunktligheten (betydning er ikke kvantifisert og listen er ikke prioritert etter viktighet):

- Bedre koordinering og styring av sporbruk ved skifting (inkl. styring av hvilken ende av R-spor som brukes til skift ut og inn i R-spor slik at nordenden mot A-spor benyttes mer for å avlaste kryss i sør mot Alnabanen)
- Lavere feilrate på vogner (bedre vedlikehold av vogner)
- Bedre feilidentifikasjon (bedre rutiner for å oppdage feil på vogner)
- Ekstra sporforbindelse mellom G-spor og C-spor (retablere sporforbindelse) for å sikre uavhengige skifteveier og økt kapasitet ved spissbelastning

Sporforbindelsen mellom G-spor og C-spor vil avlaste den eksisterende sporforbindelsen. Spesielt i rush-perioder vil dette lette skifting. Selv om resultatene ikke tilser at kapasitetsbegrensning er en vesentlig årsak til forsinkelsene, vil det være fornuftig å etablere en ekstra sporforbindelse for å øke fleksibiliteten. Også med hensyn til en framtidig situasjon der driftsforhold ikke er dominerende mht. forsinkelser bør kapasiteten være høy nok til at kapasiteten ikke blir ny begrensende faktor.

Videre arbeid

Som videre arbeid anbefales det å se nærmere på bakenforliggende årsaker til avgangsforsinkelse. Det kan være forhold på følgende områder:

- Omfang av skiftmateriell og mannskap i mest belastende perioder
- Organisering av tog og skift
- Oversikt over sporbruk

(listen fortsettes)

- Driftsstabilitet av lok (feil på lok før avgang kan føre til at lok må returnere til Nydalen før avgang)
- Buffer mellom siste tidspunkt for lasting av vognstammer og avgangstid (bedre lastekapasitet og/eller mottakskapasitet)
- Bruk av lastegater for å analysere om bruken av lastegater er en flaskehals.
- Logistikken knyttet til lasting og lossing av containere, ankomst og avgang av lastebiler, lagring av semihengere og containere, krankapasitet etc. og om det evt. er konflikter mellom bevegelse av lastebiler og tog/skift i planoverganger på terminalen.

På en terminal - i motsetning til en banestrekning - er det også mange andre bidrag som kan skape spredning av forsinkelser (og generere disse) slik at selve kapasitetsutnyttelsen er vanskeligere å koble direkte til forsinkelser og punktlighet enn det er på en banestrekning.

Punktlighet påvirkes alt annet likt av høy sporutnyttelse etter som det vil kunne bli større forsinkelser ved forflytting av materiell enn ved lavere utnyttelse. Det er imidlertid også viktig å se på hvor store marginer det er for lasting av vogner frem til sluttidspunkt for lossing.

Hvis det er stor margin fram til første lasting før avgang er det ikke så viktig, men hvis samlastere forventer oppsett av vognstamme til en viss tid og det ikke er mottakskapasitet til containere vil forsinkelse forplante seg til avgang. Hvis containere kommer i god tid og det ikke er løftekapasitet for containere kan det også skape forsinkelser.

Hvis dette ikke er faktiske problemer kan forsinkelser oppstå i forbindelse med klargjøring, f.eks. hvis skiftepersonell ikke er til stede fordi de er opptatt andre steder (bl.a. grunnet forsinkelse som følge av høy sporutnyttelse). Ellers kan feil på lok og sent oppdagede feil på vogner føre til forsinket avgang.

9 VEDLEGG

Vedlegg 1. Avganger, ankomster og tidsbruk

Figurene (tabellene) under viser hvilke forutsetninger det er gjort om tidsbruk for ulike tog- og skiftebevegelser i forbindelse med avgang og ankomst av godstog. Det er først beskrevet kvalitativt hva som er forutsetningen og deretter er det gjort en beregning av hvilken tidsbruk dette medfører.

	TIL ALNABRU	TIL ALNABRU
Kornsjø/Ganddal/Drammen	<ol style="list-style-type: none"> Ank. i området Gil. Lok av og til Nyland. Skiftelok ut fra R-spor og inn foran vognstamme i nord. Trekking opp til lastegate i C-spor. Skiftelok av og retur til R-spor via lastegate øst. <p>TØMMING AV TOG</p> <ol style="list-style-type: none"> Skiftelok inn til lastegate Skifting av tomme vogner til R-spor Skiftelok ut i X ved Alnabanen og inn i annet R-spor 	<ol style="list-style-type: none"> Forsignal i godssporet Brynsbakken v km. 4,58 til bakende forbi middel ved utkjørsignal fra ALB i 6,28+0,05: 1700+600 (toglengde) = 2350 m = 3,5 min, sporområde 1 Hale inn bak motsatt rettet dverg vest på A-spor, samlet 600 + 500 m = 1100 m = 1,7 min+skiftevei = 2,2 min, sporområde 3+4 Skiftevei + 450+450 m +skiftevei = 0,5 + 1,4 min + 0,5 = 2,4 min, sporområde 3 300+500m = 1,2 min + skiftevei = 1,7 min, sporområde 3 1400 m fra C-spor øst ot i veksel og inn R-spor via Gil-GV. Skiftevei + 2,55 min + Skiftevei = 0,5 + 3,4 + 0,5 = 4,4 min, sporområde 3 500 m + skiftevei = 1,8 min, sporområde 3 500+500 m = 1,5 min+ skiftevei = 2 min, sporområde 3 Skiftevei + 300 m + skiftevei + 300 m = 0,5+0,5+0,5+0,5 = 2 min, sporområde 2
Bergen	<ol style="list-style-type: none"> Ank. i Gil via spor 48 mellom spor 41 og spor 47. Lok av og til Nyland. Skiftelok ut fra R-spor og inn foran vognstamme i nord. Trekking opp til lastegate i C-spor. Skiftelok av og retur til R-spor via lastegate øst. <p>TØMMING AV TOG</p> <ol style="list-style-type: none"> Skiftelok inn til lastegate Skifting av tomme vogner til R-spor Skiftelok ut i X ved Alnabanen og inn i annet R-spor 	<ol style="list-style-type: none"> Forsignal på Alnalinjen v km. 2,62 til bakende forbi middel ved utkjørsignal fra ALB i 4,22: 1600+600+50 (toglengde) = 2250 m = 3,4 min, sporområde 2 Hale inn bak motsatt rettet dverg vest på A-spor, samlet 600 + 500 m = 1100 m = 1,7 min+skiftevei = 2,2 min, sporområde 3+4 Skiftevei + 450+450 m +skiftevei = 0,5 + 1,4 min + 0,5 = 2,4 min, sporområde 3 300+500m = 1,2 min + skiftevei = 1,7 min, sporområde 3 1400 m fra C-spor øst ot i veksel og inn R-spor via Gil-GV. Skiftevei + 2,55 min + Skiftevei = 0,5 + 3,4 + 0,5 = 4,4 min, sporområde 3 500 m + skiftevei = 1,8 min, sporområde 3 500+500 m = 1,5 min+ skiftevei = 2 min, sporområde 3 Skiftevei + 300 m + skiftevei + 300 m = 0,5+0,5+0,5+0,5 = 2 min, sporområde 2
Trondheim/Kongsvinger via Grorud	<ol style="list-style-type: none"> Skiftelok inn fra R-spor til lastegate vest. Tog ank. ved lastegate i C-spor (øst). Stopp før lastegate. Skiftelok fram til lok og kopler seg på lok. Trekker hele tog inn på lastegate. Skiftelok og lok kobles av i vest. Hjeleplok og lok kjøres sammen til R-spor. kobler av skiftelok. Lok kjøres til Nyland (skiftelok blir stående). <p>TØMMING AV TOG</p> <ol style="list-style-type: none"> Skiftelok inn til lastegate i C-spor i vest Skifting av tomme vogner til R-spor Skiftelok ut i X mot Alnabanen og inn i annet R-spor 	<ol style="list-style-type: none"> 500 m + skiftevei = 1,8 min, sporområde 3 Forsignal ved Grorud til ankomst lastegate, ca. 2,3 km = 3,5 min, sporområde 5. 0,5 min, sporområde 5 500 m i 20km/t + 0,5 min = 2 min, sporområde 5 Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8=1,3 min, sporområde 3 Skiftevei + 600 m = 1,4 min, sporområde 3+4 Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8=1,3 min, sporområde 3 Skiftevei + 500 m + 500 m = 0,5 + m = 2 min, sporområde 3 Skiftevei + 300 m + skiftevei + 300 m = 0,5+0,5+0,5+0,5 = 2 min, sporområde 2
Trondheim/Kongsvinger via Aker	<ol style="list-style-type: none"> Tog ank. via GXI til R spor (med vanlig lok) Lok av, ut i X v Alnabanen og inn på R-spor Lok til Nyland. Skiftelok ut fra R-spor i X ved Alnabanen og inn bak vognstamme i sør. Skyving opp til lastegate. Skiftelok av og retur til R-spor. <p>TØMMING AV TOG</p> <ol style="list-style-type: none"> Skiftelok inn til lastegate i C-spor vest. Skifting av tomme vogner til R-spor Skiftelok ut i X og inn i annet R-spor. 	<ol style="list-style-type: none"> Forsignal ved Aker km 9,84 in på R-spor, ca. 1,6 km + toglengde = 2,1 km = 3,1 min, sporområde 4 til Nyland (A-spor ikke sperret i seg selv). Skiftevei + 300 m + skiftevei + 300 m = 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 2 min, sporområde 2 Skiftevei + sporlegde 500 m + 600 m = 0,5 + 1,7 = 2,2 min, sporområde 4 Skiftevei + 300 m + skiftevei + 300 m = 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 2 min, sporområde 2 Skiftevei + 500 m spor + 500 m = 1000 m = 0,5+1,5 min = 2 min, sporområde 3 Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8 = 1,3 min, sporområde 3 Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8=1,3 min, sporområde 3 Skiftevei + 500 m + 500 m = 0,5 + m = 2 min, sporområde 3 Skiftevei + 300 m + skiftevei + 300 m = 0,5+0,5+0,5+0,5 = 2 min, sporområde 2

	FRA ALNABRU	FRA ALNABRU
Kornsjø/Ganddal/Drammen	<p>TOMME VOGNER TIL LASTEGATE</p> <p>1a. Skiftelok ut i X i sør ved Alnabanan på R-spor og inn bak vogner</p> <p>1b. CargoLink trekker opp og har luft på vogner. Ca. 50 % av trafikk: Skiftelok inn foran fra øst.</p> <p>2. Skifting (skyving eller trekking) til lastegate</p> <p>3a. Skiftelok retur til R-spor</p> <p>3b. Skifting til R-spor. Skiftelok rundt via C-spor i øst og retur til R-spor</p> <p>LASTING AV VOGNER</p> <p>4. Lok fra Nyland til lastegate via X ved R-spor</p> <p>5. Tog ut fra lastegate gjennom kryss. Frigir X ved lastegate når bakende er bak innkjørsignal km 5,42 til Alnabru på Hovedbanen (utkjør km 6,28 på målevognbilder) dvs. 900 m.</p>	<p>1.a Skiftevei + 300 m + skiftevei + 300 m = 0,5+0,5+0,5+0,5 = 2 min, sporområde 2</p> <p>1b. Skiftevei + 300 + 300 m = 0,5+5+5 min = 1,5 min, sporområde 3</p> <p>2. Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8 = 1,3 min, sporomr. 3</p> <p>3a. Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8 = 1,3 min, sporomr. 3</p> <p>3b. 1400 m fra C-spor øst ot i veksel og inn R-spor via GIL-GV. Skiftevei + 2,55 min + Skiftevei = 0,5 + 3,4 + 0,5 = 4,4 min, sporområde 3 + 1 min sporområde 5</p> <p>4. skiftevei + 600 + 500 m = 1100 m = 1,7 min+skiftevei = 2,2 min, sporområde 3+4</p> <p>5. Skiftevei + 900 m + toglengde 500 m = 0,5 + 1,4+0,8 = 2,7 min., sporområde 3+1, 3 frigis etter 500+500 m, 1,5 min .</p>
Bergen	<p>TOMME VOGNER TIL LASTEGATE</p> <p>1a. Skiftelok ut i X i sør ved Alnabanan på R-spor og inn bak vogner</p> <p>1b. CargoLink trekker opp og har luft på vogner. Ca. 50 % av trafikk: Skiftelok inn foran fra øst.</p> <p>2. Skifting (skyving eller trekking) til lastegate</p> <p>3a. Skiftelok retur til R-spor</p> <p>3b. Skifting til R-spor. Skiftelok rundt via C-spor i øst og retur til R-spor</p> <p>LASTING AV VOGNER</p> <p>4. Lok fra Nyland til lastegate via X ved R-spor</p> <p>5. Tog ut fra lastegate gjennom kryss. Frigir X ved lastegate når bakende er bak innkjørsignal km 5,42 til Alnabru på Hovedbanen (utkjør km 6,28 på målevognbilder) dvs. 900 m.</p>	<p>1.a Skiftevei + 300 m + skiftevei + 300 m = 0,5+0,5+0,5+0,5 = 2 min, sporområde 2</p> <p>1b. Skiftevei + 300 + 300 m = 0,5+5+5 min = 1,5 min, sporområde 3</p> <p>2. Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8 = 1,3 min, sporomr. 3</p> <p>3a. Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8 = 1,3 min, sporomr. 3</p> <p>3b. 1400 m fra C-spor øst ot i veksel og inn R-spor via GIL-GV. Skiftevei + 2,55 min + Skiftevei = 0,5 + 3,4 + 0,5 = 4,4 min, sporområde 3 + 1 min sporområde 5</p> <p>4. skiftevei + 600 + 500 m = 1100 m = 1,7 min+skiftevei = 2,2 min, sporområde 3+4</p> <p>5. Skiftevei + 900 m + toglengde 500 m = 0,5 + 1,4+0,8 = 2,7 min., sporområde 3+2, 3 frigis etter 500+500 m, 1,5 min .</p>
Trondheim/Kongsvinger via Grorud	<p>TOMME VOGNER TIL LASTEGATE</p> <p>1a. Skiftelok ut i X i sør ved Alnabanan på R-spor og inn bak vogner</p> <p>1b. CargoLink trekker opp og har luft på vogner. Ca. 50 % av trafikk: Skiftelok inn foran fra øst.</p> <p>2. Skifting (skyving eller trekking) til lastegate</p> <p>3a. Skiftelok retur til R-spor</p> <p>3b. Skifting til R-spor. Skiftelok rundt via C-spor i øst og retur til R-spor</p> <p>LASTING AV VOGNER</p> <p>4. Lok fra Nyland til østlig del av lastegate via Hovedbanen og Grodud.</p> <p>5. Tog ut fra lastegate via Grorud</p>	<p>1.a Skiftevei + 300 m + skiftevei + 300 m = 0,5+0,5+0,5+0,5 = 2 min, sporområde 2</p> <p>1b. Skiftevei + 300 + 300 m = 0,5+5+5 min = 1,5 min, sporområde 3</p> <p>2. Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8 = 1,3 min, sporomr. 3</p> <p>3a. Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8 = 1,3 min, sporomr. 3</p> <p>3b. 1400 m fra C-spor øst ot i veksel og inn R-spor via GIL-GV. Skiftevei + 2,55 min + Skiftevei = 0,5 + 3,4 + 0,5 = 4,4 min, sporområde 3 + 1 min sporområde 5</p> <p>4. Forsignal ved Grorud til ankomst lastegate, ca. 2,3 km = 3,5 min, sporområde 5.</p> <p>5. Togvei + 2,3 km til utkjørsignal på Grorud + toglengde = 2,8 km = 0,5+4,2 min = 4,7 min, sporområde 5.</p>
Trondheim/Kongsvinger via Aker	<p>TOMME VOGNER TIL LASTEGATE</p> <p>1a. Skiftelok ut i X i sør ved Alnabanan på R-spor og inn bak vogner</p> <p>1b. CargoLink trekker opp og har luft på vngner. Ca. 50 % av trafikk: Skiftelok inn foran fra øst.</p> <p>2. Skifting (skyving eller trekking) til lastegate</p> <p>3a. Skiftelok retur til R-spor</p> <p>3b. Skifting til R-spor. Skiftelok rundt via C-spor i øst og retur til R-spor</p> <p>LASTING AV VOGNER</p> <p>4. Skiftelok fra R-spor til lastegate</p> <p>5. Skift av vogner til R-spor.</p> <p>6. Skiftelok ut i R sør og inn på nytt R-spor. SAMTIDIG MED 7.</p> <p>7. Lok fra Nyland R-nord via A-spor.</p> <p>8. Tog ut via Aker og A-spor</p>	<p>1.a Skiftevei + 300 m + skiftevei + 300 m = 0,5+0,5+0,5+0,5 = 2 min, sporområde 2</p> <p>1b. Skiftevei + 300 + 300 m = 0,5+5+5 min = 1,5 min, sporområde 3</p> <p>2. Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8 = 1,3 min, sporomr. 3</p> <p>3a. Skiftevei + 500 m = 0,5+0,8 = 1,3 min, sporomr. 3</p> <p>3b. 1400 m fra C-spor øst ot i veksel og inn R-spor via GIL-GV. Skiftevei + 2,55 min + Skiftevei = 0,5 + 3,4 + 0,5 = 4,4 min, sporområde 3 + 1 min sporområde 5</p> <p>4. Skiftevei+500 m = 0,5+0,8 min = 1,3 min, sporområde 3</p> <p>5. Skiftevei+500 m +500 m = 0,5+0,8 + 0,8 min = 2,1 min, sporområde 3</p> <p>(6. Skiftevei+300 m + skiftevei + 300 m = 2 min, sporområde 1.) Samtidig med 7</p> <p>7. Skiftevei + 600 m = 0,5+0,9 = 1,4 min, sporområde 4 og 3.</p> <p>8. Togvei + 600 m+1,2 km +toglengde = 2,3 km = 0,5+3,5 min = 4 min sporområde 4. Sporområde 3 belegges 1,2 min mindre og 1,8 min kortere, dvs. 2,2 min.</p>

Vedlegg 2. Skiftebevegelser og tidsbruk

Samlet tidsbruk til skifting i sporområdet mot Alnabanen er estimert ut fra estimert tidsbruk per deloperasjon i forbindelse med skifting. Samlet netto-belegg (operasjonen kan i praksis foregå over lengre tidsrom) er estimert jf. tabellen under.

Skifting i R sør: Uttak av skadet vogn og tilbakesetting av andre vogner. Sporområde 2		
Operasjon nr.	Operasjoner	Tid (minutter)
1	Få skiftevei, legge om veksler manuelt, skiftelok ut i X	3,1
2	Legge om veksler, skiftelok inn til vogner, koble seg på, koble fra vogner	6,1
3	Legge om veksler, skiftelok og vogner ut i X	0,9
4	Legge om veksler, skiftelok og vogner inn i R, koble av skiftelok	3,3
5	Legge om veksler, skiftelok ut i X	0,3
6	Legge om veksler, skiftelok inn til vogner, koble seg på skadet vogn, koble fra skadet vogn far resten av vogner	3,8
7	Legge om veksler, skiftelok og skadet vogn ut i X	0,8
8	Legge om veksler, skiftelok og skadet vogn inn i R, koble fra skiftelok	2,8
9	Legge om veksler, skiftelok ut i X	0,3
10	Legge om veksler, skiftelok inn i R til resten av vogner, koble seg på vogner	2,8
11	Legge om veksler, skiftelok og resten av vogner ut i X	0,8
12	Legge om veksler, skiftelok og resten av vogner inn til andre del av vogner, koble seg på, koble fra skiftelok	8,0
13	Legge om veksler, skiftelok ut i X	0,3
14	Legge om veksler, skiftelok i R	3,0
	I tillegg kan det være nødvendig å få ny skiftevei hvis det skal inn i en annen sporgruppe. Sammenlignet med resten av tidsbelegget er dette bidraget ikke viktig men kan være et par minutter.	2
Sum (minutter)		38

Vedlegg 3. Lastespor og driftsforhold

Tabellen under er en oppsummering av data for lastespor på Alnabru godsterminal.

Spornr.	Lengde til lastegate (m)	Eier	Kommentar
C1	374/414	CargoNet	Lastegate er 414 m lang, men ca. 40 m er blokkert av bygninger. Skal alle 414 m utnyttes må siste 2-3 vogner lastes når vognstammen trekkes fram. Ellers ca. 374 m effektiv lengde. Selve sporet er til hensettingsformål ca. 450 m langt.
C2	0	CargoNet	Selve sporet er til hensettingsformål ca. 450 m langt, men det er utilgjengelig for omlasting pga. plassering mellom spor C1 og C4 uten kran (kran finnes men er ikke i bruk).
C3	0	CargoNet	Selve sporet er til hensettingsformål ca. 450 m langt, men det er utilgjengelig for omlasting pga. plassering mellom spor C1 og C4 uten kran (kran finnes men er ikke i bruk).
C4	414	CargoNet	Selve sporet er til hensettingsformål ca. 450 m langt, men tilgjengelig spor til lastegate er kortere pga. smal lastegate i enden.
C5a	450	CargoNet	
C5b	450	CargoNet	
C8	600	JBV	
C13	573	JBV	
C14	349	JBV	
C16	370	JBV	
C21	0	JBV	Selve sporet er ca. 510 m men det brukes som gjennomkjøringsspor og det er også utilgjengelig pga. plassering mellom spor 16 og 23 uten kran.
C23	510	CargoNet	
C31	563	CargoNet	
C32	668	CargoNet	
C42	571	CargoNet	Kran
C43	571	CargoNet	Kran
C44	571	CargoNet	Kran
C45	571	CargoNet	Kran

Gjennomsnittlig oppholdstid pr. vognstamme på lastespor

Gjennomsnittlig oppholdstid per vognstamme i lastespor varierer, men ut fra laste-/losseplan for CargoNet høsten 2013 er de aller fleste vognstammer der rundt to timer inkl. bremseprøve (estimat: 90 % innen for 1,5 – 2,5 timer) før de skiftes bort etter ankomst eller fra de blir skiftet til lastegaten før avgang.

Operatører ønsker (jf. samtale med RailCombi) å sette opp vognstammer så tidlig som mulig for å unngå mellomlagring fra bil til tog ved tidlig levering av containere med til terminalen.

Bremseprøve på lastespor

Bremseprøve tas der loket settes på.

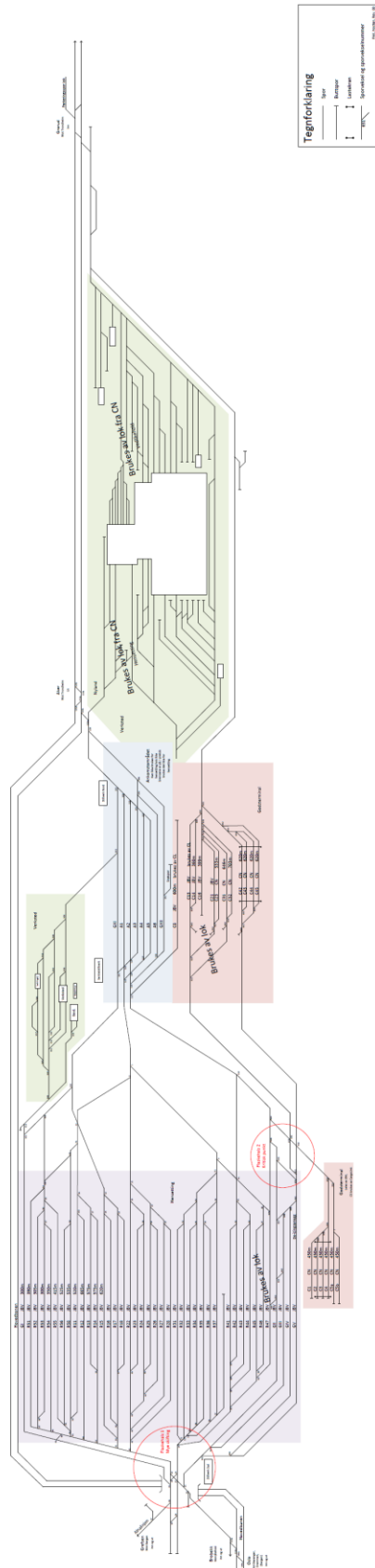
Hvis loket settes på i lastegaten tas bremseprøven der. Hvis toget kjøres som skift til R-spor for påsett av flere vogner (f.eks. bilvogner) blir loket stående på og det foretas ikke ny bremseprøve.

Det kan også forekomme at ferdiglastede vogner skiftes til R-spor og bremseprøve tas da i R-spor når loket settes på der.

RailCombi bruker minst 40 minutter på lastkontroll og bremseprøve.

Vedlegg 4. Sporplan Alnabru

Alnabru godsterminal



Vedlegg 5. Togpar i felles sporelementer til/fra Alnabru

Figuren viser minste tidsavstand mellom tog i sporeområder som blir belagt etter hverandre av togparene 1. tog og 2. tog.

Verdiene sammenlignes med rutetid for å finne mulige konflikter eller resulterende buffertid mellom tog i ruteplanen.

Minste tidsintervall mellom tog (minutter)	Avg./ank. 2. tog		Avgang		Ankomst		Avgang		Ankomst		Avgang		Ankomst		Avgang		Ankomst		
	2. tog bane		TND/KGV via Aker	Brynsbakken	Brynsbakken	Alnabanen	TND/KGV via Aker	Brynsbakken	Alnabanen	TND/KGV via Aker	Brynsbakken	Alnabanen	TND/KGV via Aker	Brynsbakken	Alnabanen	TND/KGV via Aker	Brynsbakken	Alnabanen	
1. tog bane		1. tog spor-gruppe		R		R		R		R		R		R		R		R	
Avgang	Alnabanen	C	00:04:00																
Avgang	Brynsbakken	R	00:05:00	00:04:00															
Avgang	TND/KGV via Aker	R	00:05:00																
Ankomst	Alnabanen	GH-GV	00:02:00																
Ankomst	Brynsbakken	R		00:04:00															
Ankomst	TND/KGV via Grorud	C			00:04:00														
Avgang	TND/KGV via Aker	GXI-GVII	00:04:00																
Ankomst	TND/KGV via Aker	R	00:02:00																
Ankomst	Alnabanen	R	00:04:00																
Ankomst	Brynsbakken	GH-GV	00:02:00																
Avgang	Brynsbakken	GH-GV		00:04:00															
Ankomst	TND/KGV via Aker	GXI-GVII			00:04:00														
Avgang	Brynsbakken	C			00:06:00														
Avgang	TND/KGV via Grorud	C				00:07:00													