


# E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle

## Fagrapport Sporkapasitet

<input checked="" type="checkbox"/>	Akseptert
<input type="checkbox"/>	Akseptert m/kommentarer
<input type="checkbox"/>	Ikke akseptert / kommentert Revider og send inn på nytt
<input type="checkbox"/>	Kun for informasjon
Sign:	
<b>Gunnar Levring, 26.10.2020</b>	
21:47:54	

04B	Teknisk detaljplan – endringer etter kommentarer	19.10.2020	ANLI	TAST	RPH
03B	Teknisk detaljplan – endringer etter kommentarer	16.09.2020	ANLI	TAST	RPH
02B	Teknisk detaljplan	01.07.2020	ANLI	TAST	RPH
01B	Oppretting av kommentarer fra Bane NOR og supplerende analyser	24.04.2020	ANLI	TAST	RPH
00B	Første utgave	13.02.2020	ANLI	TAST	RPH
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Tittel: <b>Bergensbanen (Dale) – Bergen, Arna-Stanghelle Sporkapasitet Fagrapport Sporkapasitet</b>		Sider: <b>32</b>			
		Produsert av:			
		Entreprise:			
		Prod.dok.nr.:		Rev:	
		Erstatter:			
		Erstattet av:			
Prosjekt:	E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle	Dokumentnummer:			Revisjon:
Prosjektnr:	B10462 / 77003301	<b>UAS-03-A-00022</b>			<b>04B</b>
		Drift dokumentnummer:			Drift rev.:

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>3</b>
1.1	GENERELT.....	3
<b>2</b>	<b>DOKUMENT INFORMASJON .....</b>	<b>4</b>
2.1	DOKUMENT HISTORIKK .....	4
2.2	REFERANSELISTE .....	4
<b>3</b>	<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>5</b>
3.1	PLASSERING AV BLOKKPOSTER .....	6
3.2	STANGHELLE STASJON.....	6
<b>4</b>	<b>INFRASTRUKTUR .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>SAMMENSTILLING AV TRAFIKKGRUNNLAG.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>KJØRETIDSBEREGNING .....</b>	<b>11</b>
6.1	PARAMETER FOR KJØRETIDSBEREGNING.....	11
6.2	RESULTAT .....	11
6.2.1	<i>Vurderinger av hastighetsbegrensninger ved Arna stasjon.....</i>	<i>13</i>
<b>7</b>	<b>VERIFISERING AV STREKNINGSKAPASITET .....</b>	<b>14</b>
7.1	MULIGE TOGREKKEFØLGER I RUSH .....	14
7.2	KAPASITETSUTNYTTELSE I RUSH .....	16
7.2.1	<i>Kapasitet med enkeltspor Stanghelle-Voss.....</i>	<i>16</i>
<b>8</b>	<b>VURDERING AV PLASSERING AV OVERKJØRINGSSLØYFER.....</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>VURDERING AV KAPASITET FØRSTE FASE ETTER ÅPNING.....</b>	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>VURDERING AV KAPASITET VED STENGT SPOR 3.....</b>	<b>22</b>
<b>11</b>	<b>ANALYSE AV TOGFØLGETID.....</b>	<b>23</b>
11.1	PARAMETER FOR ANALYSE AV TOGFØLGETID.....	23
11.2	PLASSERING AV BLOKKPOSTER .....	23
11.2.1	<i>Scenario 1.....</i>	<i>23</i>
11.2.2	<i>Scenario 2.....</i>	<i>25</i>
11.2.3	<i>Togfølgetid endelig løsning .....</i>	<i>28</i>
11.3	LENGRE VENTESPOR PÅ STANGHELLE .....	28
<b>12</b>	<b>KONKLUSJON.....</b>	<b>31</b>
12.1	PLASSERING AV BLOKKPOSTER .....	31
12.2	STANGHELLE STASJON .....	31
<b>13</b>	<b>UAVKLARTE SAKER.....</b>	<b>32</b>

# 1 INNLEDNING

## 1.1 Generelt

Rambøll Sweco ANS er engasjert av Statens vegvesen og Bane NOR for å prosjektere ny veg og jernbane mellom Arna og Stanghelle/ Helle i prosjektet «E16 og Vossebanen, Arna-Stanghelle». Det skal utarbeides en felles statlig reguleringsplan for veg og bane med tilhørende konsekvensutredning for den ca. 30 km lange strekningen. Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) er planmyndighet.

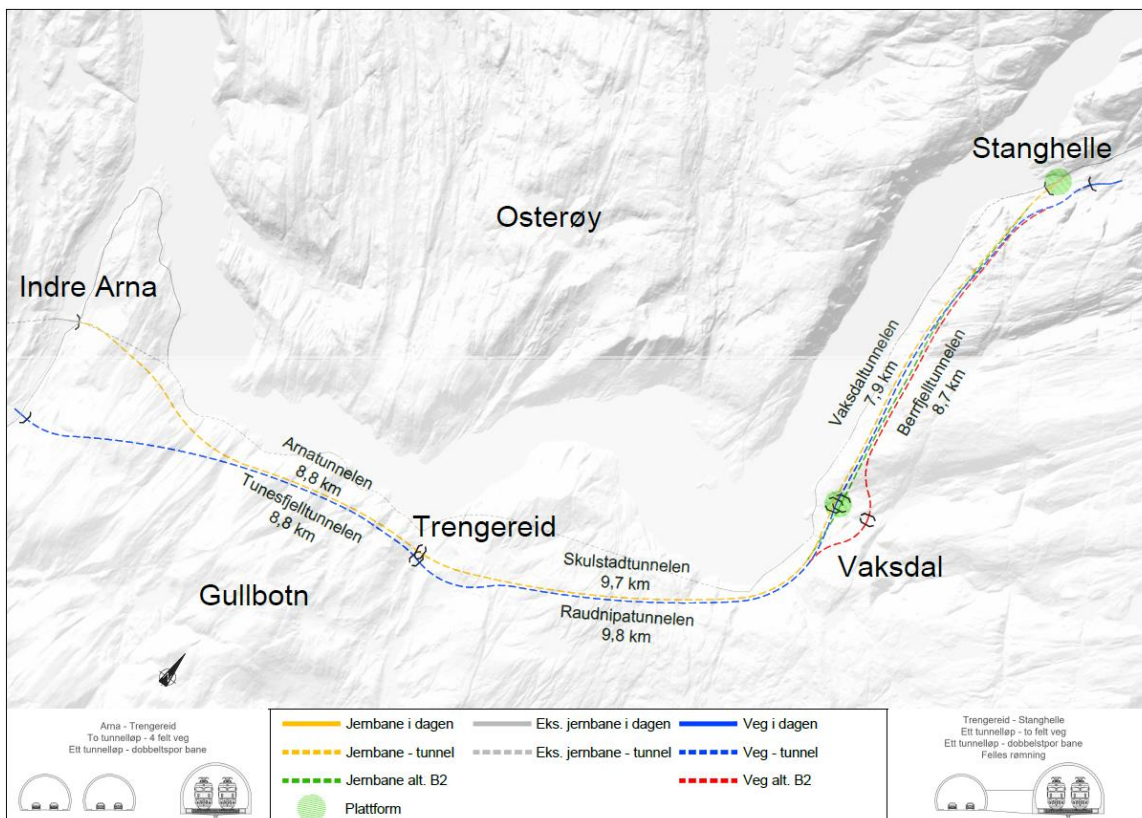
Bakgrunnen for prosjektet er at det er en meget viktig forbindelse lokalt og nasjonalt med stor trafikk, samtidig som at strekningen er svært utsatt for ras og har mange ulykker. Dagens vegtunneler tilfredsstiller heller ikke EU sine tunneldirektiv. For jernbanen vil utbyggingen også gi økt kapasitet og redusert reisetid.

Ny dobbeltsporet jernbane består av 3 tunneler på ca. 8-9 km samt to nye stasjoner; Vaksdal og Stanghelle. Nytt dobbeltspor skal føres inn på Arna stasjon og nord for Stanghelle skal ny bane koples på dagens jernbanetrase. På hele strekningen skal det etableres sikringsanlegg av typen ERTMS.

Ny E16 består av 3 lange tunnelstrekninger på ca. 9-10 km med korte dagsoner på Trengereid, Vaksdal og Helle. Tunnelen mellom Arna og Trengereid skal bygges med to tunneløp. Tunnelen mellom Trengereid og Vaksdal samt Vaksdal og Helle skal bygges med ett tunneløp med tovegstrafikk. Kryssløsninger i fjell benyttes for avgreining til Vaksdal og Trengereid.

Det skal etableres felles rømning mellom veg og bane fra Trengereid og østover. Mellom Arna og Trengereid skal bane i størst mulig grad rømme til vegtrase.

Denne rapporten danner sammen med andre fagrapporter et grunnlag for utarbeidelse av forprosjektrapport, detaljplan for bane samt planbeskrivelse.



Figur 1 Oversiktskart over aktuell strekning.

## 2 DOKUMENT INFORMASJON

### 2.1 Dokument historikk

Rev.	Dokument historikk
00B	Første utgave.
01B	Oppretting av kommentarer fra Bane NOR og supplerende analyser
02B	Teknisk detaljplan
03B	Teknisk detaljplan – endringer etter kommentarer
04B	Teknisk detaljplan – endringer etter kommentarer

### 2.2 Referanseliste

- [1] "Bergensbanen, (Dale) - Bergen, Arna - Stanghelle. E16 og Vossebanen Arna - Stanghelle. Konseptdokument jernbane. Foreløpig utgave.," Bane NOR, Aug. 2019.
- [2] "KVU Voss - Arna. Kapasitetsutredning jernbane. Vedlegg 6.," Jernbaneverket, Apr. 2014.
- [3] "KVU Voss - Arna. Supplerende utredning," Jernbaneverket, Nov. 2015.
- [4] Bergensbanen Dobbelspor Arna - Stanghelle, Ruteplanstudie", Bane NOR Des. 2018.
- [5] "Fjerntogstrategi," Jernbanedirektoratet, Apr. 2019.
- [6] "UAS-03-S-09003 til 09007 rev. 00B Skjematiske planer strekningen Arna-Stanghelle"
- [7] "ERP-30-S-00097\_13E Engineering guidelines"
- [8] Codex 405R Capacity, UIC, 1996
- [9] UAS-03-A-09008, Utredning blokk lengder Arna-Stanghelle
- [10] UAS-03-A-09007, Utredning ventespor Stanghelle
- [11] Avtale om planlegging og prosjektering av jernbaneinfrastruktur: K03-66 Fellesprosjekt E16 og Vossebanen: Arna – Stanghelle
- [12] KVU Voss – Arna Konseptvalutgreiing for transportløsning veg/bane Hovudrapport

### 3 SAMMENDRAG

Når strekningen Stanghelle-Arna får nytt dobbeltspor vil kapasiteten på strekningen øke vesentlig. For å sikre at strekningen Stanghelle-Arna dimensjoneres for å klare fremtidig trafikk og fungerer i sammenheng med fremtidig utbygging analyseres strekningskapasiteten i en fremtidig situasjon når dobbeltsporet er helt klart til Voss.

Beregninger av strekingskapasitet og analyse av ruteplaner viser at kapasiteten på strekningen er tilstrekkelig, med god margin, til å oppfylle målene om redusert kjøretid og mulighet for rushtilpasset rutetilbud for godstrafikk og persontrafikk når dobbeltsporet er ferdig utbygget helt til Voss.

Beregnet kjøretid oppsummeres i Tabell 1. Tabellen viser kjøretider på forskjellige delstrekninger for fjerntog som kjører hele strekningen uten å stoppe, fjerntog og regiontog som stopper i henhold til spesifisert stoppmønster og godstog som kjører hele strekningen uten å stoppe.

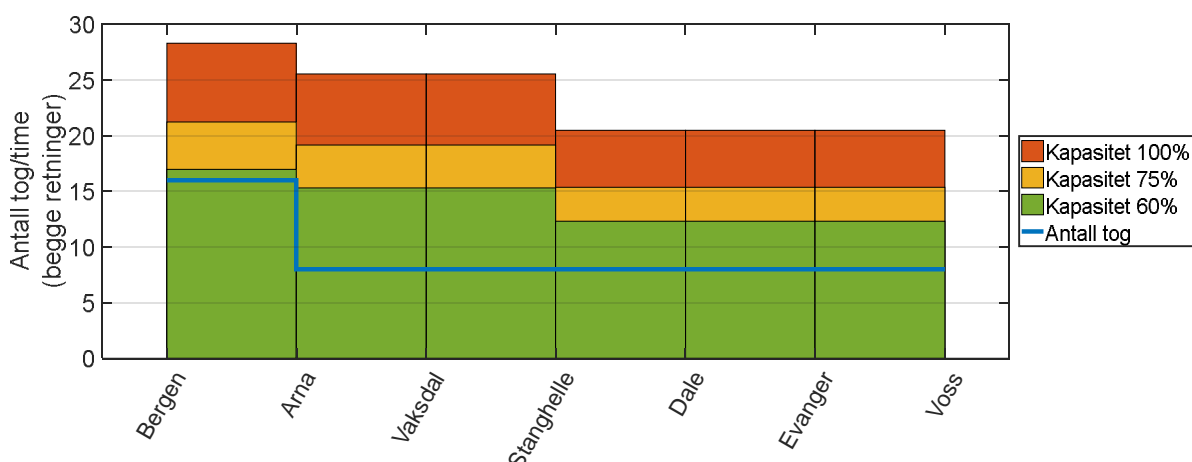
**Tabell 1 Kjøretid [min:sek]. Merk at kjøretidene Voss-Stanghelle er basert på en generisk modell av nytt dobbeltspor og at kjøretidene Arna-Bergen er tatt fra dagens ruteplan.**

Mot Bergen	Fjerntog non-stop	Fjerntog	Regiontog	Godstog	Fra Bergen	Fjerntog non-stop	Fjerntog	Regiontog	Godstog
Voss-Evanger	06:13	07:14	08:06	12:13	Bergen-Arna	08:00	08:00	08:00	09:00
Stopptid Evanger	-	-	00:40	-	Stopptid Arna	-	02:00	00:40	-
Evanger-Dale	05:23	06:15	07:15	10:33	Arna-Vaksdal	07:12	07:50	08:27	12:50
Stopptid Dale	-	01:00	00:40	-	Stopptid Vaksdal	-	-	00:40	-
Dale-Stanghelle	02:48	03:50	04:40	05:31	Vaksdal-Stanghelle	02:46	02:46	04:40	05:26
Stopptid Stanghelle	-	-	00:40	-	Stopptid Stanghelle	-	-	00:40	-
Stanghelle-Vaksdal	02:46	02:46	04:35	05:27	Stanghelle-Dale	02:43	03:36	04:36	05:22
Stopptid Vaksdal	-	-	00:40	-	Stopptid Dale	-	01:00	00:40	-
Vaksdal-Arna	06:55	07:26	08:32	12:46	Dale-Evanger	05:23	06:24	07:15	10:33
Stopptid Arna	-	02:00	00:40	-	Stopptid Evanger	-	-	00:40	-
Arna-Bergen	08:00	08:00	08:00	09:00	Evanger-Voss	06:13	07:05	08:06	12:13
<b>Totalt</b>	<b>00:32:05</b>	<b>00:38:31</b>	<b>00:44:28</b>	<b>00:55:30</b>	<b>Totalt</b>	<b>00:32:17</b>	<b>00:38:41</b>	<b>00:44:24</b>	<b>00:55:24</b>

For å være sikker på at banen har nok kapasitet uansett hvilket trafikkscenario som blir realisert i fremtiden, er det laget en sammenstilling av tilgjengelige trafikkgrunnlag fra ulike utredninger. Det grunnlag som har mest trafikk er beskrevet i Konseptdokumentet [1] og det får dermed ligge til grunn for kapasitetsanalysen. Videre er det valgt å kun analysere rushperioden da det ofte er denne som er dimensjonerende. Følgende trafikk er lagt til grunn i kapasitetsanalysen:

- 2 regiontog per time per retning Voss-Bergen
- 1 fjerntog per time per retning Voss-Bergen
- 1 godstog per time per retning Voss-Bergen
- 4 lokaltog per time per retning Arna-Bergen

Figur 2 viser beregnet tilgjengelig kapasitet og brukt kapasitet basert på trafikken beskrevet ovenfor. Merk at figuren viser kapasitet og trafikk når det er dobbeltspor helt til Voss. Det er tydelig at kapasitetsutnyttelse er godt under maksgrensen på 75% på alle strekningene. Konklusjonen blir derfor at strekningen Stanghelle-Arna oppfylder målene om høy kapasitet som er nok til å dekke fremtidig etterspørsel. Før strekningen Stanghelle – Voss er bygget ut med dobbeltspor, så er kapasiteten mellom Stanghelle og Voss omtrent 3 tog/time.



**Figur 2 Kapasitet og antall tog i rushperioden på strekningen Voss-Bergen når dobbeltsporet til Voss er klart. I rush anbefales det at maks 75 % av kapasiteten utnyttes (gule søyler i figuren). Før strekningen Stanghelle – Voss er bygget ut med dobbeltspor, så er kapasiteten mellom Stanghelle og Voss omtrent 3 tog/time.**

### 3.1 Plassering av blokkposter

Det anbefales at det etableres en blokkpost mellom Stanghelle og Vaksdal og tre blokkposter mellom Vaksdal og Arna. Blokkposten mellom Stanghelle og Vaksdal plasseres midt på strekningen. Blokkstrekningene blir da 2,4 km lange mellom Stanghelle og Vaksdal. Mellom Vaksdal og Arna plasseres blokkpostene slik at blokkene inn mot stasjonen blir kortere enn blokken i midten. Blokkene blir da 3,3, 4,6, 4,6 og 3,3 km. Selv om det er nok med to blokkposter mellom Vaksdal og Arna for å oppfylle kravet om togfølgetid, anbefales tre blokker for å få en jevnere fordeling av togfølgetiden på hele strekningen Stanghelle-Arna og for å redusere togfølgetiden når godstog blir forbi kjørt på Stanghelle stasjon. Analyse av togfølgetider viser at blokkpostene er godt plassert, se Tabell 2. Hele utredningen om blokk lengder finnes i [9].

**Tabell 2 Togfølgetider for blokkstrekningene mellom Stanghelle og Arna. Merk at togene kjører i forskjellige retninger (kjøreretning er markert med piler). I første kolonnen står Marker boardenes navn angitt (start-slutt på blokkstrekningene i retning mot Bergen).**

Togfølgetid [s]	Fjertog non-stop		Fjertog		Regiontog		Godstog	
	Mot Bergen	Fra Bergen	Mot Bergen	Fra Bergen	Mot Bergen	Fra Bergen	Mot Bergen	Fra Bergen
Stanghelle	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
L03 A117	96	108	96	107	83	88	175	215
A117 A01	99	105	99	105	97	87	196	193
Vaksdal	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
L03 A117	112	129	112	129	105	137	212	250
A117 A127	130	131	130	130	126	134	250	247
A127 A137	136	132	136	131	135	126	252	251
A137 A01	136	105	136	105	138	102	249	211
Arna	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑

### 3.2 Stanghelle stasjon

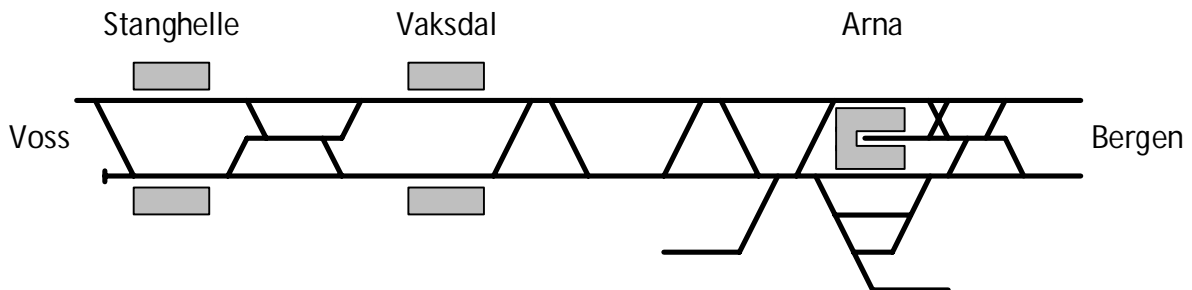
Et ventespør på Stanghelle vil kunne legge til rette for at hurtigkjørende persontog kan kjøre forbi saktekjørende materiell som godstog og arbeidsmaskiner. Selv om kapasitetsanalysen viser at kapasitetsutnyttelsen på strekningen ikke vil være høy, vil ventesporet bli brukt og bidra til å redusere framføringstiden for godstog og øke robustheten i systemet. I framtiden, med dobbeltspor helt til Voss, gjør hastighetsforskjeller mellom fjertog, regiontog og godstog, at det i mange tilfeller er nødvendig å forbi kjøre godstog på Stanghelle. Uten forbi kjøringssporet må godstogene vente lengre på rett luke mellom fjertog og regiontog i Voss og Bergen. Ventesporet er ikke plassert eksakt midt på strekningen Voss – Bergen, men litt nærmere Bergen. Dette er ikke nødvendigvis en ulempe da ventesporet vil brukes til å magasinere godstog før de kjører inn på strekningen Arna – Bergen som

har betydelig høyere kapasitetsutnyttelse. I noen tilfeller kan godstog i retning mot Bergen forbikjøres på Arna stasjon. Denne muligheten finnes imidlertid ikke i den andre retningen. Når det fortsatt er enkeltspor mellom Stanghelle og Voss, har ikke hastighetsforskjeller mellom ulike togopplegg like stor betydning for ventesporets funksjon. Imidlertid vil enkeltsporet mellom Stanghelle og Voss sannsynligvis ha veldig høy belastning og ventesporet i Stanghelle kan bidra til å avlaste enkeltsporet ved gjøre det mulig å endre togrekkefølge før togene kjører inn på den hardt belastede strekningen.

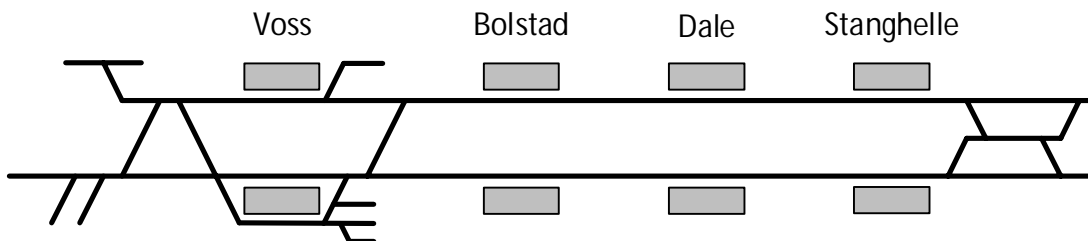
## 4 INFRASTRUKTUR

En skjematisk sporplan for den nye strekningen mellom Stanghelle og Arna vises i Figur 3. På strekningen blir det to nye stasjoner i Stanghelle og Vaksdal. Både i Stanghelle og Vaksdal stopper persontogene på hovedtogsporet og det finnes ikke mulighet til å kjøre forbi tog som stopper for passasjerutveksling. Sør for Stanghelle etableres det et ventespor i tunnelen for å muliggjøre forbi-kjøring av godstog og posisjonskjøring med arbeidstog. Ventesporer er plassert omtrent midt mellom Voss og Bergen (Stanghelle er litt nærmere Bergen). På strekningen etableres det også to doble spor-søyfer som forbedrer kapasiteten i avvikssituasjoner om det ene sporet må stenges for trafikk. Øst for Arna etableres det en avgrening til den gamle Vossebanen. Hastigheten på den nye strekningen er 200 km/t.

Den nye strekningen er relativt kort og kapasiteten må vurderes i sammenheng med strekningene Voss-Stanghelle og Arna-Bergen. For strekningen Voss-Stanghelle brukes Konseptdokumentets [1] skjematiske sporplan av en mulig løsning på dobbeltspor med makshastighet på 200 km/t, se Figur 4. I analysene forutsettes det også at dobbeltsporet Arna-Bergen er ferdigstilt.



Figur 3 Skjematisk sporplan Arna – Stanghelle med utbygget dobbeltspor til Arna – Stanghelle.



Figur 4 Skjematisk sporplan av fremtidig dobbeltspor Stanghelle – Voss (basert på Konseptdokumentet [1]).



## 5 SAMMENSTILLING AV TRAFIKKGRUNNLAG

Hensikten med sammenstillingen er å oppsummere hvilke trafikkgrunnlag som har blitt brukt i tidligere gjennomførte utredninger på strekningen. Sammenstillingen lages for å sikre at eventuell usikkerhet omkring trafikkgrunnlaget ikke har betydning på anleggets utforming.

Sammenstillingen oppsummeres i Tabell 3. Tabellen viser trafikken som ligger til grunn for analysene i de forskjellige utredningene. Kun to av utredningene tar for seg situasjonen når det er dobbeltspor helt til Voss. Før dobbeltsporet er klart til Voss, begrenses mulig trafikkøkning av kapasiteten på den enkeltsporede strekningen mellom Voss og Stanghelle. Av den grunnen er det mest interessant å bruke trafikkgrunnlaget fra Konseptdokumentet [1], Avtale med Jernbanedirektoratet [11] og KVVU Voss-Arna [2, 12] i dette prosjektet for å sikre at strekningen Stanghelle-Arna oppfyller krav til fremtidig kapasitet og ikke risikerer å bli en flaskehals. Av disse to utredningene er det [1] og [11] som legger mest persontrafikk til grunn med et fjerntog per time per retning og et regiontog per time per retning (to i rush). Antallet godstog er ikke spesifisert i Konseptdokumentet [1] når dobbeltsporet til Voss er klart. I KVVU Voss-Arna [2] er antallet godstog 0,25-0,5 per time per retning. I avtale med Jernbanedirektoretater er det 10 godstogpar/døgn.

Som trafikkgrunnlag for kapasitetsanalysen i dette prosjekt brukes persontrafikken som er spesifisert i Konseptdokumentet [1] og avtale med Jernbanedirektoratet [11] for rushperioden med dobbeltspor til Voss. I tillegg antas det at ett godstog går per time per retning. Det tas dermed høyde for å kjøre godstog i perioden for persontogsrush.

- 2 regiontog per time per retning Voss-Bergen
- 1 fjerntog per time per retning Voss-Bergen
- 1 godstog per time per retning Voss-Bergen
- 4 lokaltog per time per retning Arna-Bergen

På tider av døgnet kan det gå flere enn et godstog per time per retning. Dette er sannsynligvis ikke samtidig og i samme retning som persontogsrushet. På den dobbeltsporete strekningen er det sannsynlig at det er persontogenes rushperioder som blir dimensjonerende grunnet persontrafikkens krav på stive ruter og at det er stor forskjell i gjennomsnittlig hastighet mellom fjerntog, regiontog, og godstog.

**Tabell 3 Sammenstilling av trafikk fra forskjellige utredninger.**

Dokument	Avtale mellom Jernbanedirektoratet og Bane NOR [11]	Konseptdokument [1]	KVU Voss-Arna Hovedrapport (K5) [12]	KVU Voss - Arna Kapasitetsutredning - Vedlegg 6 [2]	KVU Voss -Arna Supplerende utredning [3]	Bergensbanen - Dobbeltspor Arna - Stanghelle - Ruteplanstudie [4]	Jernbanedirektoratets fjerntogstrategi [5]
Dato	19-08-2019	08-01-2019	04-2014	04-2014	11-09-2015	12-2018	26-04-2019
Strekning med dobbeltspor	Stanghelle	Stanghelle / Voss	Voss	Ikke samme dobbeltsporparceller	Ikke samme dobbeltsporparceller	Stanghelle	Stanghelle
Ventespor Stanghelle	-	JA	-	-	-	JA	Nei
<b>Trafikk dobbeltspor til Stanghelle (per retning)</b>							
Fjerntog	-	4+1 per døgn 1 per time	-	0,25-0,5 per time	0,5 per time	5 per døgn 1 per time	7+1 per døgn 1 per time
Regiontog	-	(kjører ikke i timer med fjerntog)	-	0,5-1 per time	0,5 + 0,5 per time i rush	(kjører ikke i timer med fjerntog)	(kjører ikke i timer med fjerntog)
Godstog	-	10 per døgn	-	0,25-0,5 per time	0,5 + 0,5 per time i godstogs rush	13 per døgn	14 per døgn
<b>Trafikk dobbeltspor til Voss (per retning)</b>							
Fjerntog	Totimers grunnrute, ekspressavganger i rush	1 per time	1 per time	0,25-0,5 per time	-	-	-
Regiontog	Stiv timesfrekvens med havtimesfrekvens i rush	1 per time (2 i rush)	1 per time	0,5-1 per time	-	-	-
Godstog	10 tog per døgn	?	-	0,25-0,5 per time	-	-	-
<b>Togtyper</b>							
Fjerntog	-	E18 +7 B7 vogner	-	BM 75	BM 73	E18 +7 B7 vogner	BM 73
Regiontog	-	Type 75 double sett	-	BM 75	BM 75	Type 75 enkeltsett	BM 75
Godstog	600 m	E114, 1200 ton, 600 m, 100 km/h	-	Traxx, 1200 ton	EL 19, 1200 ton, 600 m, 100 km/h	E114, 600 m	CE 119, 450 m, 1000 ton

## 6 KJØRETIDSBEREGNING

### 6.1 Parameter for kjøretidsberegning

Viktige parameter for kjøretidsberegningen:

- Nytt dobbeltspor hele strekningen Voss-Arna
- Godstog: El 14, 600 meter, 1200 tonn
- Regiontog: Type 74 eller 75 (doble togsett)
- Fjerntog: Type 78.
- Regiontog gjør opphold på:
  - Voss, Bolstad, Dale, Stanghelle, Vaksdal og Arna på nytt dobbeltspor.
  - Samtlige stopp er 40 sek.
  - Stoppmønster og stopptider er i henhold til konseptdokumentet.
- Fjerntog gjør opphold på:
  - Voss, Dale og Arna på nytt dobbeltspor.
  - Oppholdstiden er 120 sek i Voss og Arna, 60 sek på Dale.
  - Stoppmønster og stopptider er i henhold til konseptdokumentet.
- Sportrassens gradienter er hentet fra lengdeprofil alternativ B1. På strekningen Voss-Stanghelle er det antatt horisontalt spor (grunnet manglende data).
- Kjøretidsmargin for persontog: 12 %.
- Kjøretidsmargin for godstog: 10 %.
- Minimum time to hold speed: 10 sek

Analysen er gjennomført i Sweco sitt verktøy for kjøretidsberegning og kapasitetsanalyse (TigerSim). Det har blitt bygget opp en modell av infrastrukturen mellom Voss og Arna. Mellom Voss og Stanghelle er modellen generisk med avstander og plassering av stasjoner fra Konseptdokumentet [1]. Mellom Stanghelle og Arna er sportrassen for alternativ B1 lagt in i modellen. Forskjellen mellom alternativ B1 og B2 er liten og vil ha marginal betydning for resultatene. Kjøretider for strekningen Arna-Bergen er tatt fra rutetabell 2019. Det er antatt en takhastighet på 200 km/t på hele strekningen (Voss-Arna).

I Konseptdokumentet er EL18 lokomotiv med B7 vogner lagt til grunn som materiell for fjerntog. B7 vogner har maksimal hastighet på 160 km/t. Da den nye banen har makshastighet 200 km/t er valgt å bruke et annet materiell for fjerntogene slik at banens potensial brukes fullt ut. Type 78 er samme materiell som brukes i IC prosjektene. Raskere fjerntog vil medføre større hastighetsforskjeller mellom langsomme tog og raske tog på banen, noe som også vil medføre økt kapasitetsutnyttelse.

### 6.2 Resultat

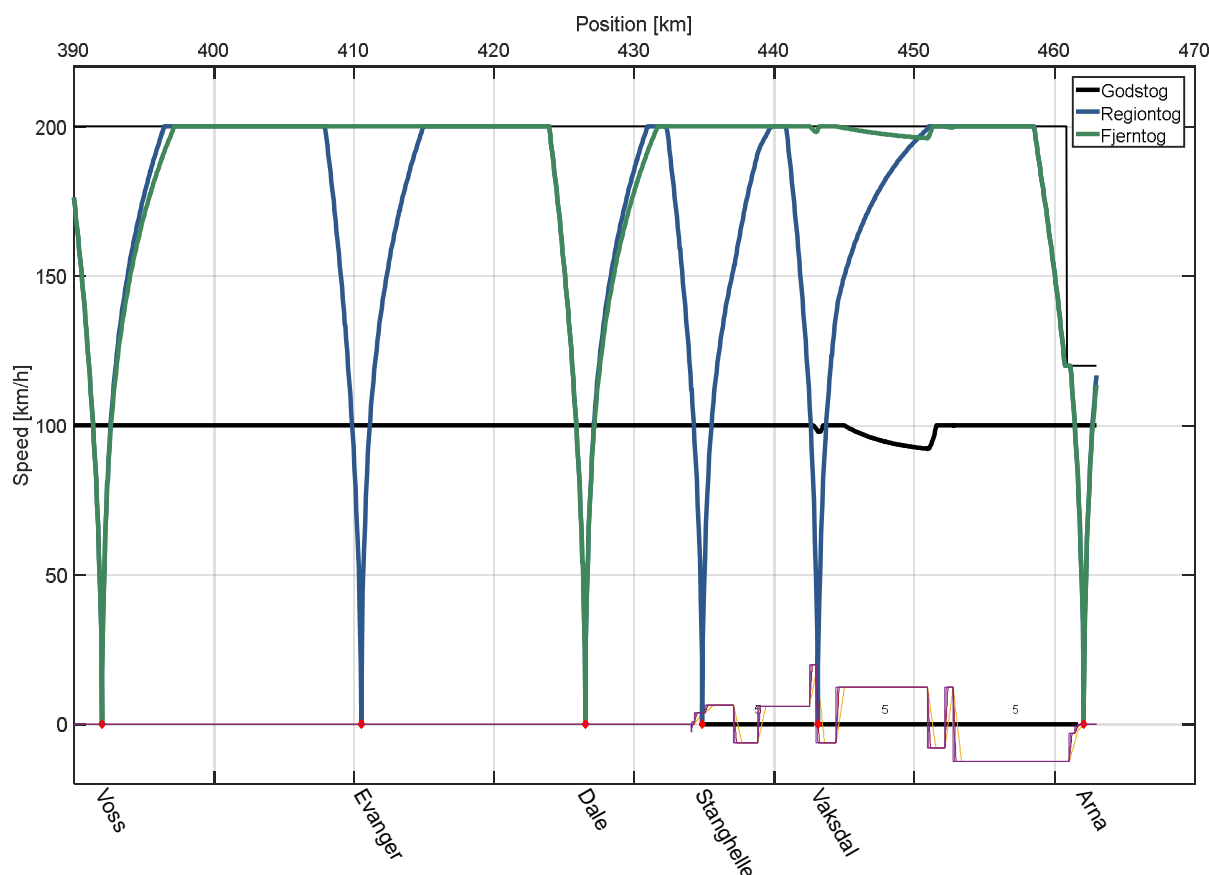
Kjøretidene oppsummeres i Tabell 4. Tabellen viser kjøretider på forskjellige delstrekninger for fjerntog som kjører hele strekningen uten å stoppe, fjerntog og regiontog som stopper i henhold til spesifisert stoppmønster, og godstog som kjører hele strekningen uten å stoppe.

Sammenlignet med tog som ikke stopper på strekningen taper fjerntogene 6 min og regiontogene omtrent 12 min grunnet planlagt stoppmønster. Planlagt stoppmønster bidrar dermed til å redusere hastighetsforskjellen mellom persontog og godstog betraktelig. Hvis for eksempel fjerntogene ikke stopper på Dale og/eller Arna, vil behovet for forbikjøringer på strekningen øke.

Tabell 4 Kjøretider i retning mot og fra Bergen [min:sek].

Mot Bergen	Fjerntog non-stop	Fjerntog	Regiontog	Godstog	Fra Bergen	Fjerntog non-stop	Fjerntog	Regiontog	Godstog
Voss-Evanger	06:13	07:14	08:06	12:13	Bergen-Arna	08:00	08:00	08:00	09:00
Stopptid Evanger	-	-	00:40	-	Stopptid Arna	-	02:00	00:40	-
Evanger-Dale	05:23	06:15	07:15	10:33	Arna-Vaksdal	07:12	07:50	08:27	12:50
Stopptid Dale	-	01:00	00:40	-	Stopptid Vaksdal	-	-	00:40	-
Dale-Stanghelle	02:48	03:50	04:40	05:31	Vaksdal-Stanghelle	02:46	02:46	04:40	05:26
Stopptid Stanghelle	-	-	00:40	-	Stopptid Stanghelle	-	-	00:40	-
Stanghelle-Vaksdal	02:46	02:46	04:35	05:27	Stanghelle-Dale	02:43	03:36	04:36	05:22
Stopptid Vaksdal	-	-	00:40	-	Stopptid Dale	-	01:00	00:40	-
Vaksdal-Arna	06:55	07:26	08:32	12:46	Dale-Evanger	05:23	06:24	07:15	10:33
Stopptid Arna	-	02:00	00:40	-	Stopptid Evanger	-	-	00:40	-
Arna-Bergen	08:00	08:00	08:00	09:00	Evanger-Voss	06:13	07:05	08:06	12:13
<b>Totalt</b>	<b>00:32:05</b>	<b>00:38:31</b>	<b>00:44:28</b>	<b>00:55:30</b>	<b>Totalt</b>	<b>00:32:17</b>	<b>00:38:41</b>	<b>00:44:24</b>	<b>00:55:24</b>

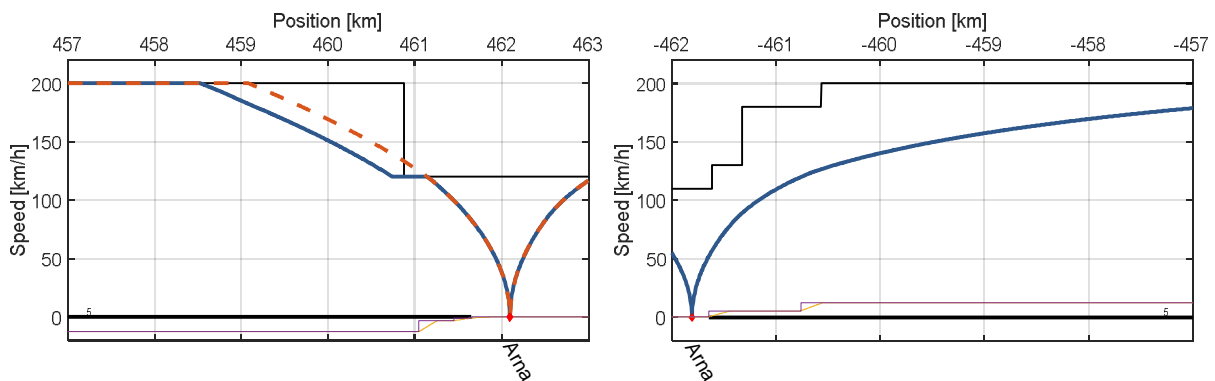
Figur 5 viser togenes hastighet fra Voss til Arna. Avstanden mellom Dale, Stanghelle og Vaksdal er så korte at regiontogene akkurat rekker å nå makshastighet før de må starte å bremse til neste stopp. Stigningen fra Vaksdal til Trengereid medfører at godstoget og fjerntoget ikke kan klare å kjøre med full hastighet. Effekten på kjøretiden er imidlertid liten. Kjøretidsberegningen er laget for et forholdsvis tungt godstog (1200 tonn) og lettere godstog vil ha bedre mulighet til å holde full hastighet på hele strekningen.



Figur 5 Hastighetsprofiler for tog mot Bergen. Merk at figuren viser hastighetsprofiler uten kjøretidsmargin. Banens fall/stigning er vist med tynnere linje (‰), positiva tall betyr stigning og negative fall. For strekningen Voss-Stanghelle mangler data om stigning/fall og det er antatt horisontalt spor. Stigningen fra Vaksdal til Trengereid medfører at godstoget og fjerntoget ikke kan klare å kjøre med full hastighet.

### 6.2.1 Vurderinger av hastighetsbegrensninger ved Arna stasjon

Nær Arna stasjon reduseres takhastigheten fra 200 til 120 km/t for tog som kjører mot Bergen. I andre retningen øker hastigheten i flere trinn fra 110 til 200 km/t, se Figur 6. Kjøretiden for godstog vil ikke påvirkes av takhastigheten på Arna stasjon da de kjører maks 100 km/t. Både fjerntog og regiontog stopper på Arna stasjon. Regiontogene har noe bedre akselerasjon enn fjerntogene og begge persontogene har samme bremseevne. Da regiontogene har noe bedre akselerasjon, brukes regiontogene som dimensjonerende togtype i Figur 6.



**Figur 6 Bremsing mot og akselerasjon fra Arna stasjon. Toget kjører fra venstre til høyre i begge figurene (blå linje). Sort linje viser takhastigheten. Venstre figur viser et regiontog mot Bergen som bremses inn mot Arna stasjon og høyere figur et regiontog fra Bergen som starter fra Arna stasjon. I venstre figur viser stiptet linje optimal innbremsing mot Arna, som ikke er begrenset av takhastigheten.**

Figuren til venstre viser regiontog mot Bergen som bremses mot Arna stasjon (blå linje). Takhastigheten er vist med sort linje. Takhastigheten reduseres fra 200 til 120 km/t omtrent ved km 461. Stiptet rød linje viser hvordan toget kan kjøre om takhastigheten var 200 km/t hele veien inn på Arna stasjon. Det er tydelig i figuren at toget må starte å bremse tidligere grunnet hastighetsbegrensningen. Det er ikke optimalt, men forskjellen i kjøretid mellom blå og rød kurve er kun 5 sek.

Figuren til høyere viser situasjonen når et regiontog fra Bergen starter fra Arna stasjon. Akselerasjonen begrenses ikke av takhastigheten i dette tilfelle. Avstanden fra den punkt toget befinner seg når det når en hastighet på 110 km/t og den punkt som takhastigheten høyes fra 110 til 130 km/t er omtrent 600 meter. Dette betyr at ikke heller et lengre tog med samme akselerasjon vil begrenses av takhastigheten.

## 7 VERIFISERING AV STREKNINGSKAPASITET

Før det er bygget dobbeltspor helt til Voss vil det ikke være mulig å øke trafikken spesielt mye. Årsaken er at enkeltsporet mellom Voss og Stanghelle vil være en flaskehals og at det ikke legges opp til vending av tog i Stanghelle (det finnes ikke markedsgrunnlag til å kjøre tog kun til Stanghelle). For å sikre at strekningen Stanghelle-Arna dimensjoneres for å klare fremtidig trafikk og fungerer i sammenheng med fremtidig utbygging analyseres strekningskapasiteten i en fremtidig situasjon når dobbeltsporet er helt klart til Voss.

I sammenstillingen av trafikkgrunnlag er det kun to rapporter som analyserer situasjonen med dobbeltspor på Voss, se Tabell 3. For å være sikker på at banen har nok kapasitet uansett hvilket trafikkscenari som blir realisert i fremtiden, brukes det grunnlag som har mest trafikk. Konseptdokumentet [1] forutsetter mer trafikk enn KVV Voss-Arna [2] og brukes videre i kapasitetsanalysen. Videre er det valgt å kun analysere rushperioden da det ofte er denne som er dimensjonerende. Følgende trafikk er lagt til grunn i kapasitetsanalyse:

- 2 regiontog per time per retning Voss-Bergen
- 1 fjerntog per time per retning Voss-Bergen
- 1 godstog per time per retning Voss-Bergen
- 4 lokaltog per time per retning Arna-Bergen

I konseptdokumentet står det ikke spesifisert hvor mange godstog som skal legges til grunn når dobbeltsporet er klart helt til Voss. For å bekrefte om det er mulig å kjøre godstog i rushperioden, legges det til grunn 1 godstog/time/retning. Dette er mer enn i KVV Voss-Arna [2] (0,25-05 godstog per time per retning).

Analysen gjennomføres kun i en retning da situasjonen vil være omtrent den samme i den andre retningen. Øvrige forutsetninger er listede kapittel 6.1.

### 7.1 Mulige togrekkefølger i rush

I rush vil regiontogene gå med stiv 30 minutters rute mellom Voss og Bergen. På strekningen Arna-Bergen skal det i tillegg gå lokaltog med hvert 15. min. Mellom disse oppleggene skal det kjøre fjerntog og godstog. Med stive opplegg finnes det kun tre unike togrekkefølger på strekningen Voss-Arna:

1. Regiontog-fjerntog-regiontog-godstog
2. Regiontog-fjerntog-godstog-regiontog
3. Regiontog-godstog-fjerntog-regiontog

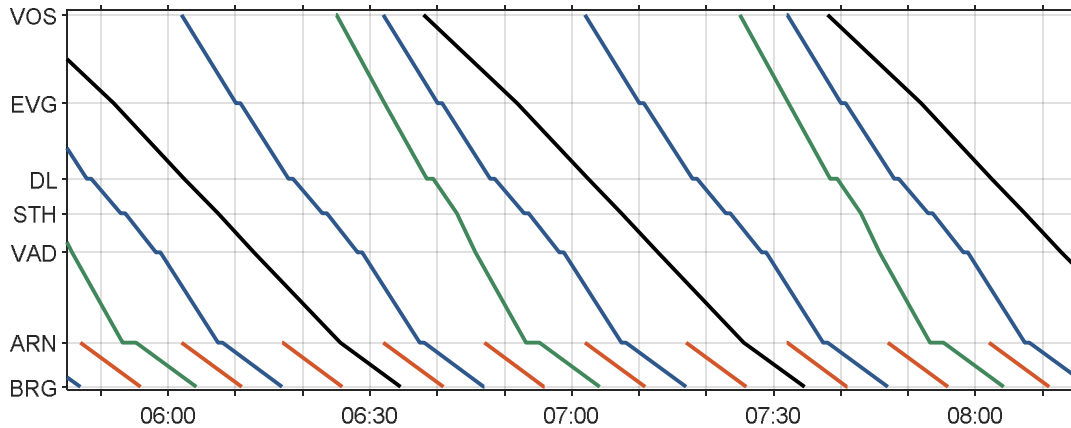
I det første tilfellet går det et fjerntog mellom første og andre regiontog, og et godstog mellom andre og tredje regiontog. I det neste tilfellet går både et fjerntog og godstog mellom to regiontog, samt at fjerntoget kjører før godstoget. I det siste tilfellet går både et fjerntog og godstog mellom to regiontog, men godstoget kjører før fjerntoget. Grafiske ruteplaner for det tre rekkefølgene vises i Figur 7-Figur 9.

I tilfelle 1 er det god plass for fjerntoget og godstoget mellom regiontogene, Figur 7. Grunnen til dette er at det ikke er så stor forskjell i hastighet mellom regiontogene og fjerntoget og det finnes gode muligheter til å tilpasse ruteplanen slik at fjerntoget ikke må stange bak et regiontog. Det finnes også mulighet til å finne gode ruteleier for godstog hvor det ikke er nødvendig med forbikjøring på Stanghelle. Starter godstoget noe senere fra Voss, blir det nødvendig med forbikjøring på Stanghelle. Avhengig av når fjerntoget starter fra Voss, kan det bli aktuelt at både regiontoget og fjerntoget forbikjøres godstoget på Stanghelle.

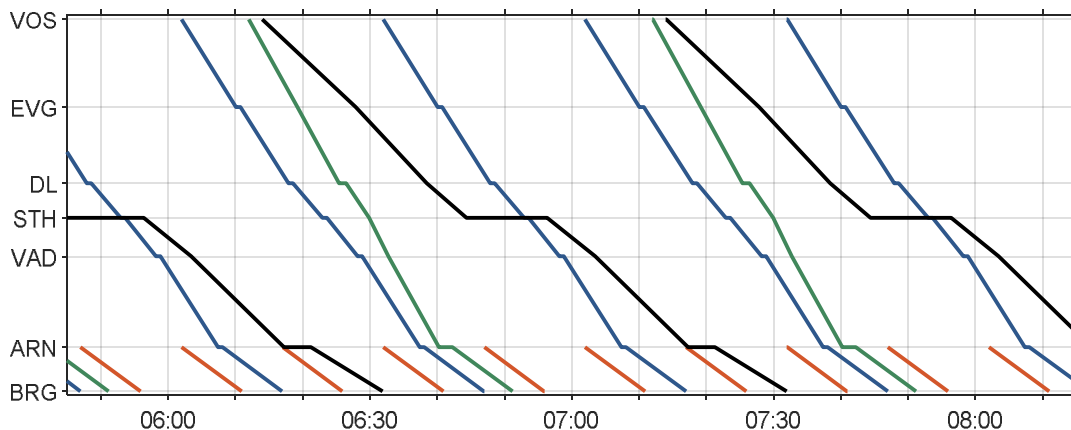
I tilfelle 2 må godstoget alltid forbikjøres på Stanghelle. Årsaken er at godstoget ikke rekker til Arna før lokaltoget avgår mot Bergen. Teoretisk sett kan forbikjøringen skje på Arna stasjon, men da må regiontoget kjøre i sidetogvei om ikke godstoget skal blokkere for lokaltog som skal kjøre mot Bergen. Det er mulig for lokaltog å ankomme spor 2 samtidig som godstog forbikjøres. Godstog kan ikke forbikjøres på Arna i retning fra Bergen uten å blokkere for lokaltog både fra og til Bergen. I tilfeller hvor godstoget blir forbikjørt på Stanghelle kan det bli vanskelig for godstoget å passere Arna før neste

lokaltoget kjører mot Bergen, noe som betyr at godstoget må kjøre med redusert hastighet eller vente noen minutter i Arna, se Figur 8.

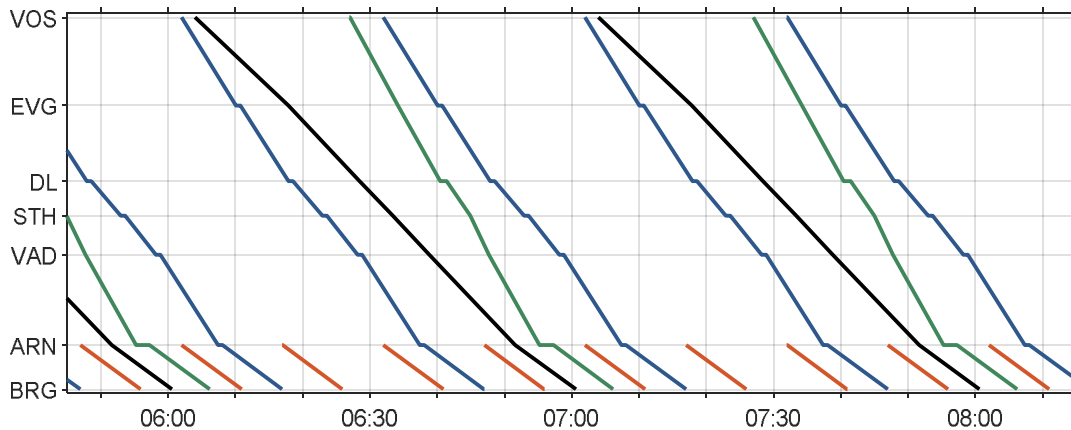
I tilfelle 3 finnes det ruteleier der godstoget kan kjøre direkte til Bergen. Kjører godstoget litt senere fra Voss, eller fjerntoget kommer litt tidligere, må godstoget bli forbikjørt på Stanghelle av både fjerntog og regiontog.



**Figur 7 Grafisk ruteplan for strekningen Voss (VOS) til Bergen (BRG), tilfelle 1. Blå: regiontog, grønn: fjerntog, sort: godstog, rødt: lokaltog.**



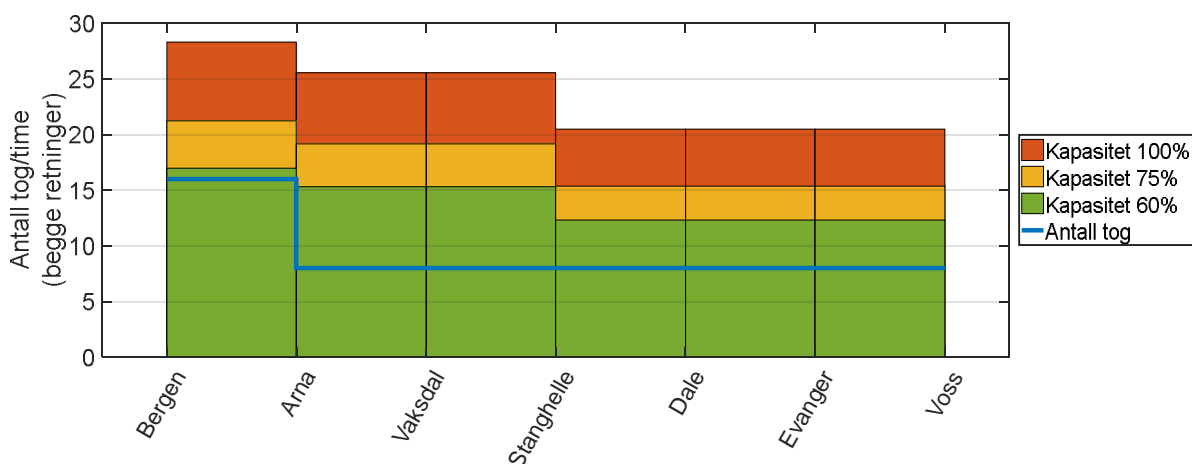
**Figur 8 Grafisk ruteplan for strekningen Voss (VOS) til Bergen (BRG), tilfelle 2. Blå: regiontog, grønn: fjerntog, sort: godstog, rødt: lokaltog.**



**Figur 9 Grafisk ruteplan for strekningen Voss (VOS) til Bergen (BRG), tilfelle 1. Blå: regiontog, grønn: fjerntog, sort: godstog, rødt: lokaltog.**

## 7.2 Kapasitetsutnyttelse i rush

Rutemodellen fra forrige avsnitt brukes også i en enkel UIC 405 [8] analyse for å beregne kapasitetsutnyttelsen på delstrekningene. Resultatet vises i Figur 10. Merk at figuren viser kapasitet og trafikk med dobbeltspor utbygget helt til Voss. UIC anbefaler en kapasitetsutnyttelse på maks 75 % i rush-perioden. Antall tog som medfører 75 % kapasitetsutnyttelse vises med gule søyler i figuren. Høyere kapasitetsutnyttelse medfører økt risiko for forsinkelser og at det kan bli vanskelig å finne ruteleier for ikke planlagt trafikk. Den blå linjen viser antall tog på strekningen (begge retninger). Det er tydelig at kapasitetsutnyttelse er godt under 75 % på alle strekningene. Konklusjonen blir derfor at strekningen Stanghelle-Arna oppfyller målene om høy kapasitet som er nok til å dekke fremtidig etterspørsel. Før strekningen Stanghelle – Voss er bygget ut med dobbeltspor, så er kapasiteten mellom Stanghelle og Voss omtrent 3 tog/time.



**Figur 10 Kapasitet og antall tog i rushperioden på strekningen Voss-Bergen når dobbeltsporet til Voss er klart. I rush anbefales det at maks 75 % av kapasiteten utnyttes (gule søyler i figuren). Før strekningen Stanghelle – Voss er bygget ut med dobbeltspor, så er kapasiteten mellom Stanghelle og Voss omtrent 3 tog/time.**

### 7.2.1 Kapasitet med enkeltspor Stanghelle-Voss

I første trinn vil det kun bli dobbeltspor mellom Arna og Stanghelle. Kapasiteten mellom Arna og Voss vil da begrenses av strekningen Stanghelle-Voss og det vil ikke være mulig å kjøre all den trafikk som er vist i Figur 10. Det vil da ikke være noen kapasitetsbrist på strekningen Arna-Stanghelle. Bane NOR har laget en ruteplanstudie [4] der mulige trafikkopplegg analyseres. I studien er det dobbeltspor til Stanghelle og enkeltspor til Voss. Det konkluderes at flere ønskede trafikkopplegg ikke er kjørbare (grunnet for lav kapasitet mellom Stanghelle og Voss) og det anbefales et alternativ der det kjører 1 persontog/time/retning (inkluderer både regiontog og fjerntog) og et godstogstilbud med et tog-par annenhver time. Dette tilsvarer en kapasitet på totalt 3 tog per time begge retninger mellom Stanghelle og Voss. Det betyr at det ikke vil være mulig å kjøre trafikken som er beskrevet i bestillingen fra Jernbanedirektoratet kun med dobbeltspor til Stanghelle, selv om kapasiteten på strekningen Arna-Stanghelle er tilstrekkelig med nytt dobbeltspor.

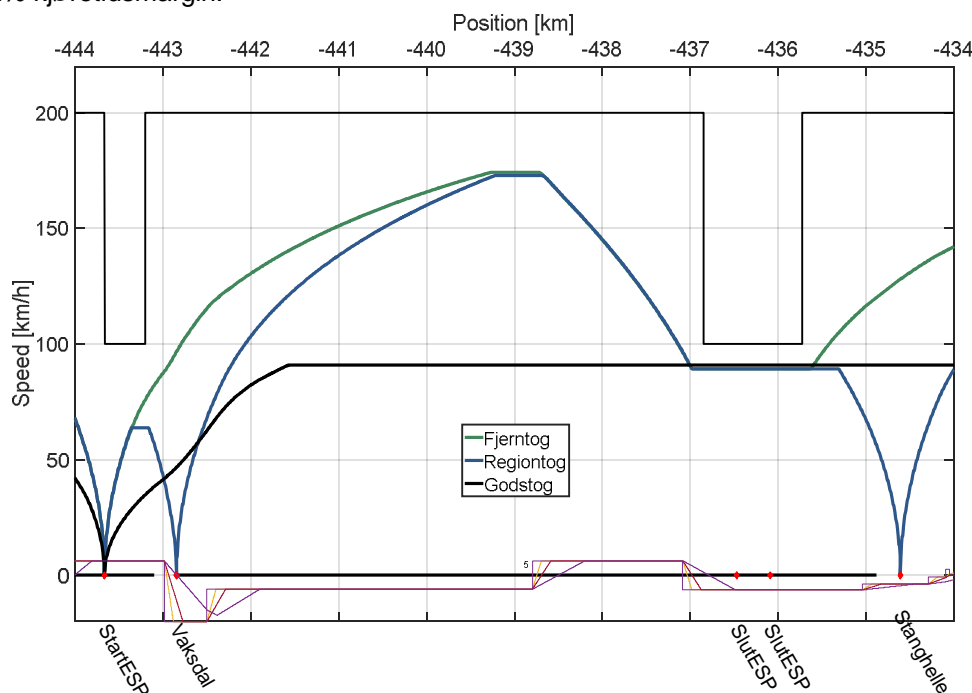


## 8 VURDERING AV Plassering AV OVERKJØRINGS-SLØYFER

Mellom Arna og Vaksdal finnes det overkjøringsløyper på to steder, nære Arna og nære Vaksdal stasjon. Sløyfene gjør det mulig å skifte linjespor, noe som kan være nødvendig ved avvikskjøring da ene linjesporet er stengt for trafikk. Mellom Vaksdal og Stanghelle kan ventesporet ved Stanghelle stasjon brukes til å skifte linjespor.

Konseptdokumentet spesifiserer at overkjøringsløyper skal plasseres med en avstand på omtrent 15 km. Avstanden mellom overkjøringsløyrene i Arna og Vaksdal er omtrent 16,9 km og mellom Vaksdal og Stanghelle (ventesporet) 6,5 km. Optimalt bør overkjøringsløyrene plasseres slik at kjøretiden mellom dem er så lik som mulig. Da vil kapasiteten ved enkeltsporet drift være omtrent den samme uavhengig av hvilken strekning som er enkeltsporet. I dette tilfelle vil strekningen Arna-Vaksdal få betydelig lavere kapasitet enn strekningen Vaksdal-Stanghelle. Imidlertid er plattformene på Vaksdal stasjon plassert på den kortere strekningen. Dette er gunstig da regiontogenes stopp er plassert på den kortere strekningen (stoppene medfører lengre kjøretider for regiontog). I tillegg er det også en fordel at plattformene er på den korte strekningen, da det medfører en økt sannsynlighet for at det er denne strekning som vil være enkeltsporet. Grunnen er at det kan oppstå situasjoner der tog må bli stående ved plattformene i Vaksdal (evakuering av ødelagt tog, ikke fungerende dører, dårlig oppførsel blant passasjerer, påkjørsel og andre uhell osv.).

Kapasiteten på strekningen som har enkeltsporet drift er avhengig av tiden som hvert tog belegger strekningen. Tiden som strekningen er belagt beregnes for fjerntog, regiontog og godstog som passerer den enkeltsporete strekningen. Det er antatt at togene starter fra stopp da det er sannsynlig at de må vente på tog som passert strekningen i motsatt vei. I den ene retningen må togene kjøre i avvik i overkjøringsløyrene, noe som gir lengre kjøretider grunnet at hastigheten er begrenset i avvik, se eksempel på hastighetsprofil i Figur 11. I Figuren er vekselhastigheten i avvik 100 km/t. Årsaken til at persontogene kjører med litt lavere hastighet enn 100 km/t gjennom vekslene, er at persontogene har 12% kjøretidsmargin.

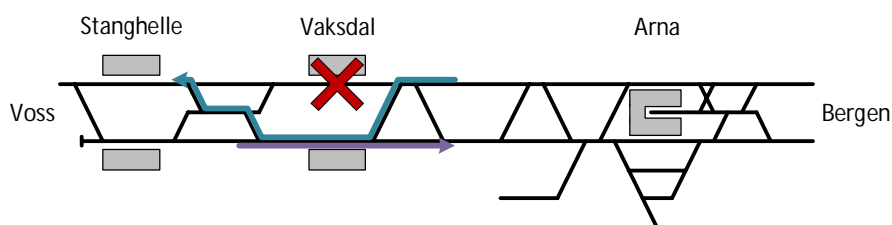


**Figur 11** Eksempel på hastighetsprofil for tog som kjører i retning fra Bergen i scenario 1. Tiden måles fra punktet «StartESP» til «SlutESP». Årsaken til at det finnes to punkter «SlutESP» er at posisjonen er avhengig av toglengden, da hele toget må ha forlatt den enkeltsporete strekningen før neste tog kan kjøre. I beregningen er det antatt at persontog er 220 meter og godstog 600 meter lange. Banens fall/stigning er vist med tynnere linje (%), positive tall betyr stigning og negative fall.

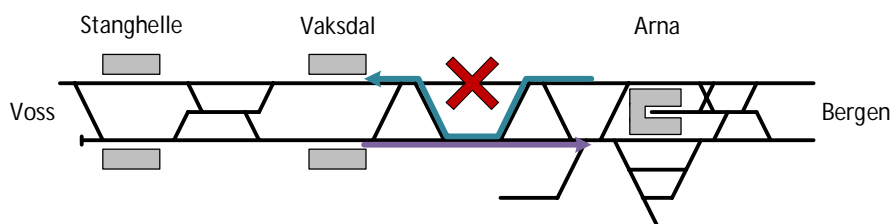
Beregningene gjøres for tre scenarier:

1. Et spor mellom Vaksdal og Stanghelle er stengt for trafikk.
2. Et spor mellom Arna og Vaksdal er stengt for trafikk.
3. Et spor mellom Arna og Vaksdal er stengt for trafikk. En av overkjøringsløyvene på Arna er fjernet.

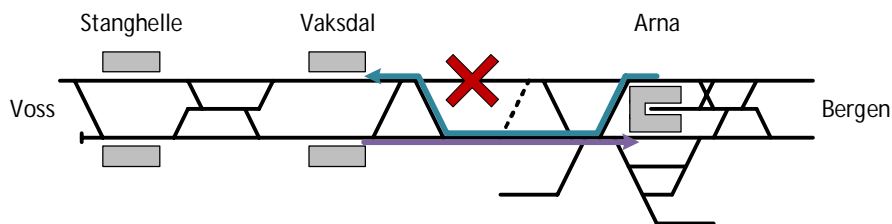
Skjematiske sporplaner for de tre scenarioene vises i Figur 12 – Figur 14. I Scenario 1 og 2 er det ikke sett på hva som skjer om det andre linjesporet blir stengt. Årsaken er at resultatene vil være omtrent de samme, uavhengig av hvilket linjespor som stenges. Bakgrunnen til scenario 3 er at avstanden fra Arna stasjon til overkjøringsløyvene ikke er så langt og at funksjonen til en av overkjøringsløyvene kan dekkes av en av sløyfene inne på Arna stasjon. Om sporet som normalt brukes av tog som kjører fra Bergen blir avstengt, medfører scenario 3 at enkeltsporstrekningen blir lengre enn i scenario 2. I tillegg er hastigheten i sporvekselen inne på Arna kun 40 km/t, mens overkjøringsløyvene ute på linjen tillater 100 km/t. Om det andre linjesporet stenges i scenario 3, vil situasjonen bli omtrent den samme som i scenario 2.



Figur 12 Scenario 1, avstengt spor mellom Vaksdal og Stanghelle.



Figur 13 Scenario 2, avstengt spor mellom Arna og Vaksdal.



Figur 14 Scenario 3, avstengt spor mellom Arna og Vaksdal. En av overkjøringsløyvene på Arna er fjernet (stiplet).

Resultatene fra beregningen vises i Tabell 5. Tabellen viser hvor lenge den enkeltsporete strekningen er belagt av togene i de forskjellige scenarioene. Tiden beregnes som summen av togenes kjøretid (inkludert 12% kjøretidsmargin for persontog og 10% for godstog) på strekningen, siste blokkstrekningens «Release time» (2 sek) og omleggingstiden for sporvekslene (8 sek). Merk at i alle scenarioer kjører togene fra Bergen i avvik gjennom sporvekslene, hvilket medfører lengre kjøretider for passasjertogene. Godstogene fra Bergen får lengre kjøretider grunnet at togene starter i oppoverbakke fra Arna stasjon. Tabellen viser også hvor mange av de forskjellige togtypene som forventes kjøre på strekningen. Antallet brukes til å beregne en vektet gjennomsnittlig tid som strekningen er belagt. Vektingen av de forskjellige togtypene er proporsjonal mot antallet tog av respektive togtype.

**Tabell 5 Tid som togene belegger den enkeltsporete strekningen i de tre scenarioene. Kolonnen antall tog per døgn brukes til å beregne et vektet gjennomsnitt av tiden som togene belegger strekningen. Beregnet kapasitet er sum begge retninger.**

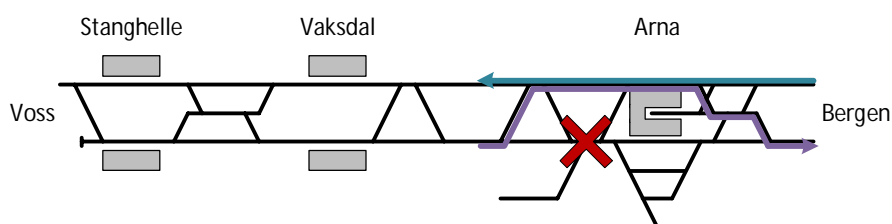
Tid som strekningen er belagt [min:sek]	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Antall tog per døgn
Fjerntog mot Bergen	03:42	07:47	08:34	8
Fjerntog fra Bergen	03:57	08:13	08:46	8
Regiontog mot Bergen	05:43	07:34	08:21	21
Regiontog fra Bergen	05:45	08:09	08:50	21
Godstog mot Bergen	06:59	14:36	15:12	10
Godstog fra Bergen	06:58	15:40	15:58	10
Gjennomsnitt	05:30	10:19	10:56	
Vektet gjennomsnitt	05:39	09:45	10:23	
Kapasitet [tog/time]	10	6	5	

Kapasiteten beregnes basert på vektet gjennomsnittlig tid som strekningen er belagt. Beregningen forutsetter at annethvert tog kjører i retning mot Bergen og annethvert fra Bergen. Dette er en konservativ antagelse, da det er mulig å få høyere kapasitet med kolonnekjøring. Kolonnekjøring får størst effekt i scenario 2 og 3, som har lengre strekninger med enkeltspor og flere blokkposter. Det kan imidlertid være vanskelig å få til effektiv kolonnekjøring i dette tilfelle da plattformkapasiteten er begrenset og det er en miks av forskjellige togtyper osv. Da det er en avvikssituasjon som analyseres inkluderer ikke beregningene noen ekstra kapasitetsmarginer som brukes i beregning av kapasitetsutnyttelse ved normal drift, se avsnitt 7.2.

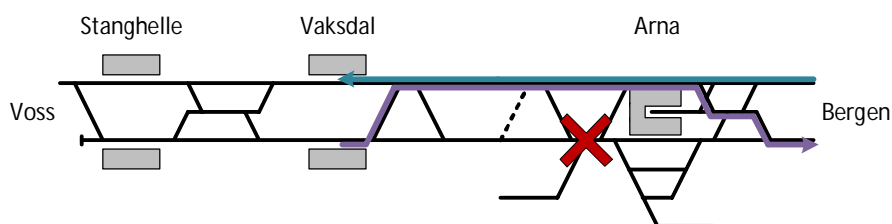
Tabellen viser at kapasiteten er betydelig høyere i scenario 1 enn i scenario 2 og 3. Grunnen er at det er lengre strekninger med enkeltsporet drift i scenario 2 og 3. Kapasiteten kan bli mer jevnt fordelt om overkjøringsløyene ved Vaksdal flyttes nærmere Arna. Det kan imidlertid, som tidligere nevnt, finnes et poeng med at scenario 1 har litt høyere kapasitet da tog kan bli stående ved plattformene i Vaksdal. Å fjerne en av overkjøringsløyene nord for Arna (scenario 3) medfører at kapasiteten reduseres fra 6 til 5 tog/time om sporet som normalt brukes av tog som kjører fra Bergen blir avstengt. Om det andre sporet stenges av, har fjerningen av overkjøringsløyfen ingen effekt og kapasiteten blir lik den i scenario 2.

## 9 VURDERING AV KAPASITET FØRSTE FASE ETTER ÅPNING

Når det nye dobbeltsporet skal kobles til Arna stasjon vil det være en lengre tid når den gamle enkeltsporet oppgraderes og er stengt for trafikk, se Figur 15. Fjerntog, regiontog og godstog i begge retninger vil da bruke samme plattform på Arna stasjon og det vil være enkeltsporet drift ut fra Arna i retning mot Vaksdal. Togene vil kjøre som vist i figuren. Om begge overkjøringsløyvene nordøst for Arna bygges, vil strekningen med enkeltsporet drift være omtrent 1,5 km. Om en av løyvene ikke bygges, Figur 16, må togene kjøre uriktig til Vaksdal før de kan skifte over til riktig kjøring.



**Figur 15** Situasjon i første fase etter åpning. Det gamle sporet vil være stengt for trafikk i en lengre periode (markert med rødt kryss).



**Figur 16** Situasjon i første fase etter åpning. Det gamle sporet vil være stengt for trafikk i en lengre periode (markert med rødt kryss). I dette tilfelle bygges ikke den stiplede overkjøringsløyfen ved for Arna stasjon.

For å svare ut om kapasiteten er tilstrekkelig analyseres situasjonen på tilsvarende måte som i avsnitt 8. Kjøretiden på den enkeltsporete strekningen beregnes mellom plattformene på Arna stasjon og overkjøringsløyvene. Til kjøretiden adderes togenes oppholdstid på Arna stasjon. I tillegg adderes 1 min for å kompensere for den tid det tar for tog mot Bergen å forlate plattformen i Arna og for tog fra Bergen å kjøre fram til plattformen i Arna. En forskjell mot beregningen i avsnitt 8 er at den analyserte situasjonen ikke er en avvikssituasjon da denne situasjonen vil vedvare under en lengre tidsperiode. Derfor brukes en standard kapasitetsmargin for å opprettholde god robusthet som sier at strekningen må være belagt maks 60% av tiden. Av den grunn er beregnet kapasitet i dette avsnitt betydelig lavere enn i avsnitt 8. Resultatene vises i Tabell 6.

**Tabell 6** Tid som togene belegger den enkeltsporete strekningen i de to scenarioene. Beregnet kapasitet er sum begge retninger.

Tid som strekningen er belagt [min:sek]	Med overkjøringsløyfe	Uten overkjøringsløyfe
Fjerntog mot Bergen	05:41	12:22
Fjerntog fra Bergen	04:40	11:01
Regiontog mot Bergen	04:25	10:52
Regiontog fra Bergen	03:22	09:59
Godstog mot Bergen	04:07	16:58
Godstog fra Bergen	04:16	16:25
Gjennomsnitt	04:25	12:56
Kapasitet [tog/time]	8,1	2,8

Tabellen viser at kapasiteten reduseres betydelig uten overkjøringsløyfen nordøst for Arna. Kapasiteten er lavere enn i dag på strekningen Arna-Trengereid der kjøretiden er omtrent 10-11

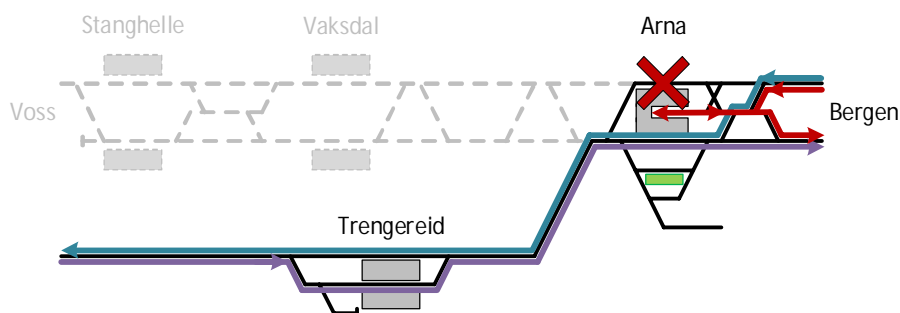
minutter for fleste togene. Dobbeltsporsparsellen mellom Vaksdal og Stanghelle og muligheten til kolonnekjøring mellom Arna og Vaksdal forbedrer kapasiteten noe. Det er imidlertid vanskelig med kolonnekjøring da togene kun har en plattform på Arna stasjon som skal brukes av tog i begge retninger.

I tillegg betyr utformingen på Arna stasjon at fjerntog/regiontog/godstog i retning mot Bergen må krysse med ankommende lokaltog som har høy frekvens. Fjerntog/regiontog/godstog i retning fra Bergen er også avhengige av at lokaltogene kan komme inn til sin plattform på spor 2 uten å forsinkes av tog i retning mot Bergen. For at håndtere konfliktene på Arna stasjon må det finnes restkapasitet på linjen mellom Arna og Vaksdal.

Alternativet uten overkjøringsløyfe nordøst for stasjonen anbefales derfor ikke.

## 10 VURDERING AV KAPASITET VED STENGT SPOR 3

Spor 3 på Arna stasjon vil være stengt i en kortere periode når den nye tunnelen bygges. Spor 3 brukes normalt av regiontog, fjern tog og godstog fra Bergen. Under byggeperioden er disse togene nødt til å bruke plattformen på spor 1 sammen med regiontog, fjern tog og godstog som kjører mot Bergen, se Figur 17. Under byggeperioden kjører togene fortsatt den gamle banen til Trengereid. Da togene må bruke samme spor i begge retninger på Arna kan det ikke skje kryssinger på plattformsporene på Arna stasjon. Tiden som regiontog og fjern tog stopper på Arna adderes til den effektive kjøretiden på den enkeltsporete strekningen mellom Arna og Trengereid, noe som vil medføre at kapasiteten blir lavere enn i dag, se Tabell 7.



Figur 17 Regiontog, fjern tog og godstog i blå og lilla farger. Lokaltog i rødt. Mulige midlertidige tiltak i grønt.

Tabell 7 Kjøretider og kapasitet med og uten midlertidig plattform på spor 4. Kjøretider er tatt fra dagens ruteplan (Januar 2020). Det er antatt at spor 1 og 4 ikke er lange nok til å krysse godstog. Beregnet kapasitet er sum begge retninger og forutsetter maks 60% kapasitetsutnyttelse.

	Kjøretid Trengereid-Arna	Kjøretid gjennom Arna	Stoptid Arna	Uten midlertidig plattform	Med midlertidig plattform (omtrent som dagens situasjon)
Kjøretid fjern tog	10	1	2	13	10
Kjøretid regiontog	10	1	1	12	10
Kjøretid godstog	10	1	0	11	11
Gjennomsnitt	-	-	-	12	10,3
Kapasitet [tog/time]				3	3,5

Et midlertidig tiltak som kan øke kapasiteten på strekningen mellom Arna og Trengereid er å bygge en midlertidig plattform på spor 4. Da vil persontog som passerer Arna kunne krysse ved plattform og kapasiteten på delstrekningen Arna – Trengereid blir omtrent samme som i dag (kapasiteten blir litt redusert grunnet at det er antatt at spor 1 og 4 ikke er lange nok til å krysse godstog). Tabell 7 viser at kapasiteten øker fra 3 til 3,5 tog per time med midlertidig plattform. Kapasiteten på strekningen øker ikke så mye, men en annen viktig effekt av plattformen på spor 4 er at den gjør situasjonen betydelig bedre når regiontog og fjern tog i retning fra Bergen skal krysse med lokaltog som går av fra spor 2 i retning mot Bergen (lokal togene kjører 4 ganger per time mot Bergen). Med en midlertidig plattform kan regiontog og fjern tog fra Bergen først finne en luke mellom lokal togene på spor 2, og deretter vente på spor 1 på kryssende tog fra Trengereid. Uten midlertidig plattform må regiontog og fjern tog enten vente på linjen vest for Arna, eller så må tog mot Bergen vente på Trengereid. Muligheten for tog fra Bergen å vente vest for Arna er begrenset da lokal tog ankommer Arna fra Bergen hvert 15. minutt. Sporet 4 er 300 m (middel-middel). Brukbar plattform lengde er 50-100 m kortere grunnet krav på sikkerhetsavstand mm. Dette gjør at det kan bli vanskelig for to lange fjern tog å krysse ved plattform på Arna. Et langt fjern tog og et regiontog kan fortsatt krysse da plattformen i spor 1 er langt nok for lange fjern tog.

Grunnet lokal togenes høye frekvens (spesielt relativt lang kjøretid mellom Trengereid og Arna), blir vurderingen at det anbefales at det etableres en midlertidig plattform på spor 4 for å forbedre kapasiteten og redusere bindingene mellom lokal tog og regiontog/fjern tog. Vurderingen kan bekreftes av en dypere analyse.

## 11 ANALYSE AV TOGFØLGETID

Det har blitt gjennomført en analyse av signalteknisk togfølgetid for å verifisere plassering av blokkposter og analysere betydningen av ventesporets lengde på Stanghelle stasjon. For mer informasjon se Utredning blokk lengder Arna-Stanghelle [9] og Utredning ventespor Stanghelle [10].

### 11.1 Parameter for analyse av togfølgetid

Viktige parameter for analysen er listet opp nedenfor:

- Nytt dobbeltspor hele strekningen Voss-Arna
- Godstog: El 19, 740 meter, 1078 tonn
- Persontog: Type 74 eller 75 (doble togsett)
- Regiontog gjør opphold på Voss, Bolstad, Dale, Stanghelle, Vaksdal og Arna på nytt dobbeltspor. Samtlige stopp er 40 sek. Stoppmønster og stopptider er i henhold til konseptdokumentet.
- Fjerntog gjør opphold på Voss, Dale og Arna på nytt dobbeltspor. Oppholdstiden er 120 sek i Voss og Arna, 60 sek på Dale. Stoppmønster og stopptider er i henhold til konseptdokumentet.
- Sportrassens gradienter er hentet fra lengdeprofil alternativ B1.
- Sporvekselshastighet i ventesporet: 100 km/t.
- Plassering av signaler, plattformer og sporveksler er i henhold til signal sine skjematisk planer (versjon 00B) [6].
- Beregningene av togfølgetid er basert på at funksjonen «Swinging Overlap» ikke er implementert. Etter hva RS kjenner til er det planlagt å innføre «Swinging Overlap» i ERTMS-systemet, men RS har valgt å gjøre beregninger uten dette da det er usikkert å garantere at denne funksjonaliteten blir realisert på nåværende tidspunkt i prosjektet. Hvis funksjonen blir implementert vil det medføre litt kortere togfølgetider og forbedret kapasitet, sammenlignet med resultatene i dette notat.
- Release time blokkstrekning: 2 sek
- Omleggingstid sporveksler: 8 sek.

Analysene er gjennomført i Sweco sitt verktøy for kjøretidsberegning og kapasitetsanalyse (TigerSim). Bremskurver er basert på «ERA\_Braking\_curves\_tool». Det har blitt bygget opp en modell av infrastrukturen mellom Voss og Arna. Mellom Voss og Stanghelle er modellen generisk med avstander og plassering av stasjoner tatt fra konseptdokumentet. Det er antatt en takhastighet på 200 km/t på hele strekningen (Voss-Arna).

### 11.2 Plassering av blokkposter

I første omgang har to scenarier blitt analysert (scenario 1 og 2). Basert på resultatene av de to første scenarioene ble det lagt inn ekstra marker boards på Stanghelle stasjon og på linjen mellom Vaksdal og Arna. Togfølgetider for endelig løsning er analysert i scenario 3

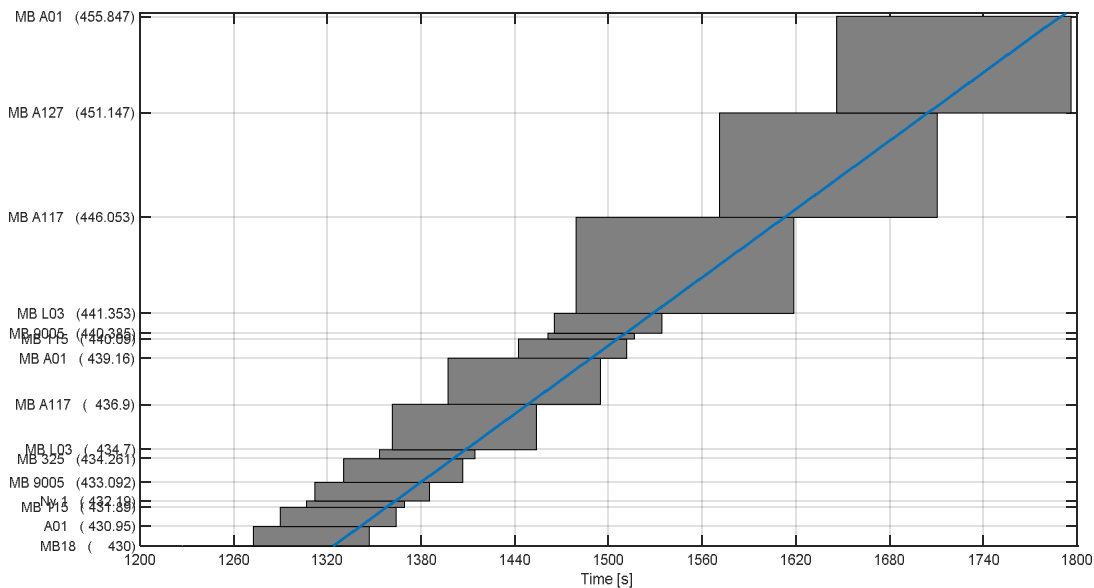
1. Togfølgetid for to persontog som kjører på strekningen i 200 km/t uten å stoppe (er i henhold til [7]). Beregninger gjøres både i retning mot og fra Bergen.
2. Togfølgetid når et godstog blir forbi kjørt av et regiontog på ventesporet på Stanghelle. Togene kjører i retning mot Bergen.
3. Togfølgetid per blokkpost i endelig løsning

#### 11.2.1 Scenario 1

Figur 18 og Figur 19 viser «Blocking time diagrams» for scenario 1 (en figur for hver retning). Stanghelle stasjon er lengst ned i figurene og Arna høyest opp. Vaksdal ligger litt nedenfor midten i figuren. Marker Boardenes navn og posisjon vises på y-aksen. Tiden i sekunder vises på x-aksen (hver «grid line» tilsvarer 60 sek). Togets posisjon (fronten av toget) ved forskjellige tidspunkter vises

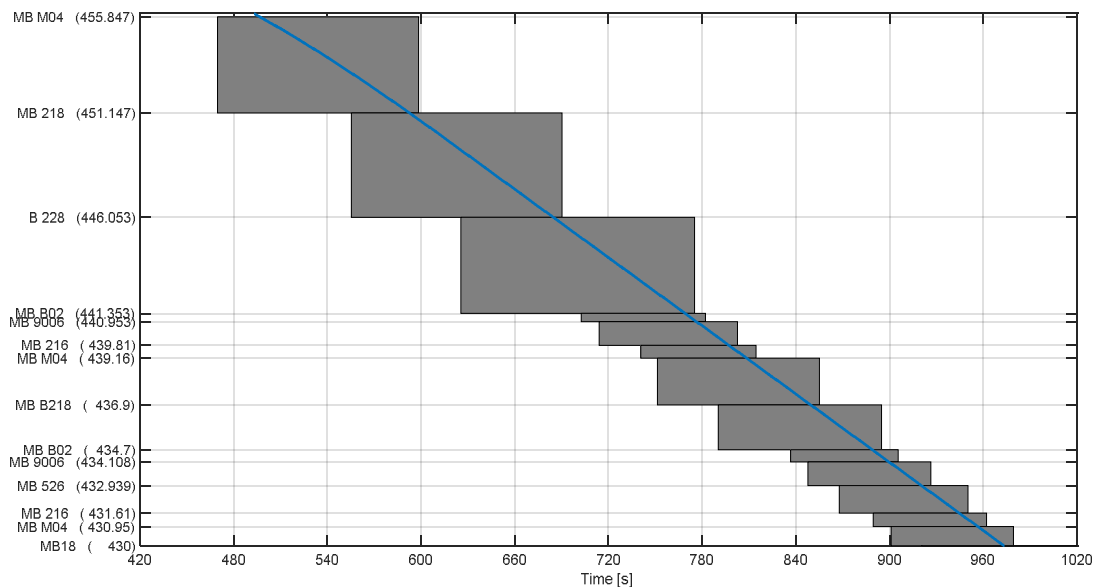
av den blå linjen. De grå rektanglene viser når de ulike blokkstrekningene er reservert eller belagte. For to like tog (samme type, samme stoppmønster, etc.), så er togfølgetiden den samme som bredden på rektanglene. Merk at blokkstrekningene må reserveres en god tid før toget ankommer. Rektangenes høyde viser blokkstrekningenes lengde.

I figurene er det tydelig at blokkstrekningene mellom Stanghelle og Vaksdal er betydelig kortere enn blokkstrekningene mellom Vaksdal og Arna. Togfølgetiden er omtrent 1,5 min mellom Stanghelle og Vaksdal og litt mindre enn 2,5 min mellom Vaksdal og Arna. På stasjonene er blokkstrekninger og togfølgetider kortere. Kapasiteten bestemmes av den blokkstrekning som har lengst togfølgetid. I retning mot Bergen har blokkstrekningen nærmest Arna lengst togfølgetid mens det i retning fra Bergen er siste blokkstrekningen før toget ankommer til Vaksdal. Generelt er resultatene de samme i begge retninger.



**Figur 18 «Blocking time diagram» som viser et persontog som kjører mot Bergen i 200 km/t uten å stoppe. Y-aksen viser marker boardenes posisjoner, x-aksen viser tid. Grå rektangler marker når signalstrekningene er reservert eller belagte.**



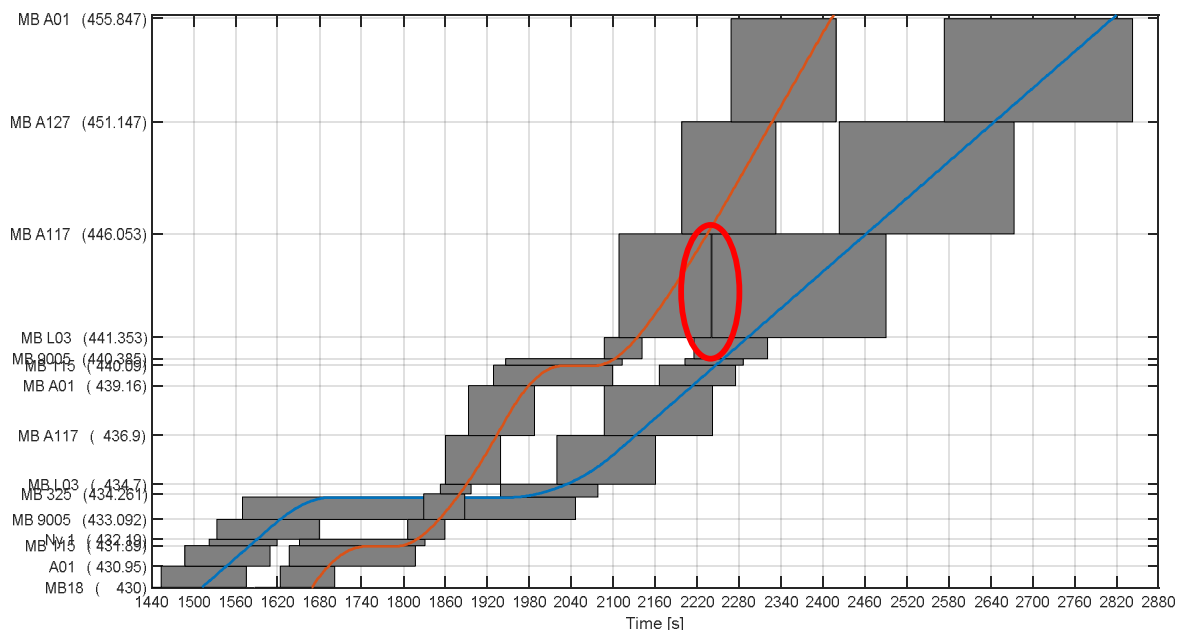


**Figur 19 «Blocking time diagram» som viser et persontog som kjører fra Bergen i 200 km/t uten å stoppe. Y-aksen viser marker boardenes posisjoner, x-aksen viser tid. Grå rektangler marker når signalstrekningene er reservert eller belagte.**

### 11.2.2 Scenario 2

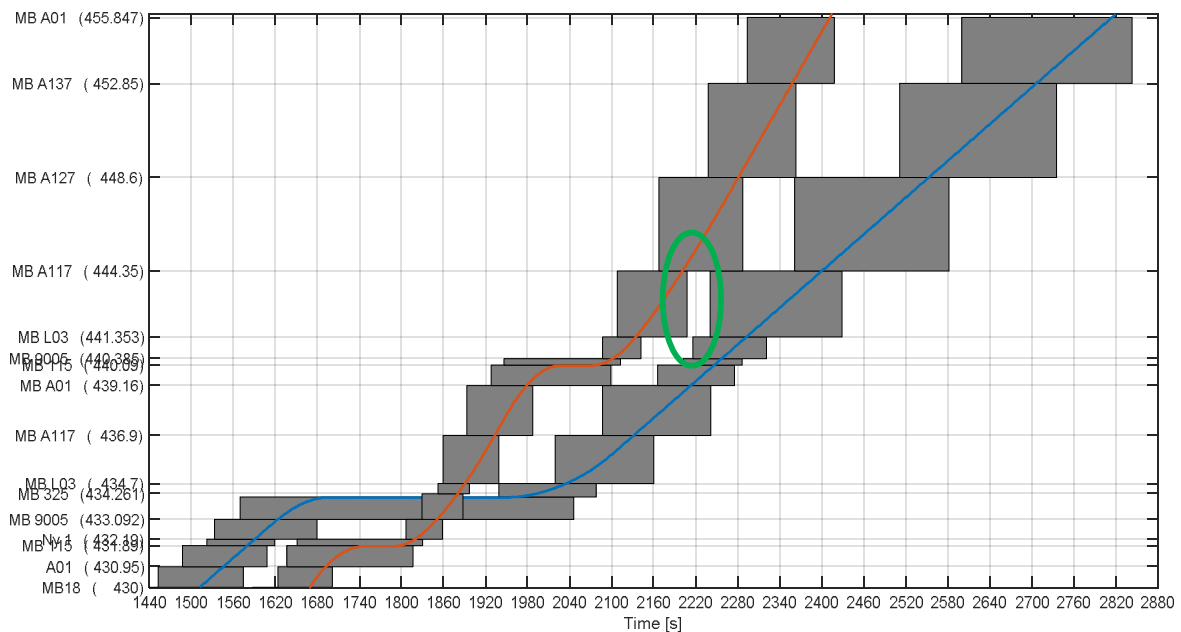
Å kun dimensjonere blokkstrekningene for å minimere togfølgetiden for to like tog som ikke stopper er ikke alltid hensiktsmessig. I virkeligheten er det kun en av mange mulige rekkefølger av tog. Det er viktig også å se på andre rekkefølger som sannsynligvis vil opptre ofte. En slik situasjon er når godstog blir forbi kjørt av persontog på Stanghelle stasjon. Figur 20 viser situasjonen når et godstog som kjører i retning mot Bergen blir forbi kjørt av et regiontog. Figuren viser at godstoget må vente unødvendig lang tid på ventesporet etter at regiontoget har passert. Årsaken er at regiontoget stopper på Vaksdal og at blokkstrekningen direkte etter Vaksdal blir dimensjonerende for togfølgetiden (markert med rød ellipse). Tilsvarende situasjon opptrer i den andre retningen (ikke vist i figuren).

For å redusere togfølgetiden legges det til en ekstra blokkpost mellom Vaksdal og Arna. Blokkstrekningenes lengde dimensjoneres slik at de er kortere nærmest Vaksdal og Arna, noe som gir redusert togfølgetid i scenario 2 og når tog stopper på Arna eller Vaksdal. I tillegg vil den ekstra blokkposten også forbedre togfølgetiden i scenario 1. Forskjellen i togfølgetid mellom strekningene Stanghelle-Vaksdal og Vaksdal-Arna blir da også mindre.



**Figur 20 «Blocking time diagram» som viser når et godstog mot Bergen (blått) blir forbi kjørt av et regiontog (rødt) på Stanghelle ventespor (middels sporlengde). Y-aksen viser marker boardenes posisjoner, x-aksen viser tid. Grå rektangler marker når signalstrekningene er reservert eller belagte.**

Figur 21 viser resultatet med ekstra blokkpost mellom Vaksdal og Arna. Blokkstrekningene har da lengder på omtrent 3 - 4,25 - 4,25 - 3 km. Figuren viser at togfølgetiden mellom to persontog reduseres fra 2,5 min til 2 min på strekningen. Den grønne ellipsen viser at det nå finnes en buffer på omtrent 30 sek mellom regiontog og godstog på den blokkstrekning som tidligere var dimensjonerende. Dette betyr at godstoget kan starte fra ventesporet direkte etter at regiontoget har passert utkjør marker board på Stanghelle og frigjort den første blokkstrekningen ut fra ventesporet. I den andre retningen (ikke vist i figuren), medfører den ekstra blokkposten at regiontoget kan ligge tettere bak og passere godstoget raskere etter at godstoget har kjørt inn på ventesporet på Stanghelle, se neste avsnitt.



**Figur 21 «Blocking time diagram» som viser når et godstog mot Bergen (blått) blir forbikjørt av et regiontog (rødt) på Stanghelle ventespør (middels sporlengde). Y-aksen viser marker boardenes posisjoner, x-aksen viser tid. Grå rektangler marker når signalstrekningene er reservert eller belagte.**

### 11.2.3 Togfølgetid endelig løsning

Tiden som blokkstrekningene mellom Stanghelle – Vaksdal og Vaksdal – Arna er belagte (reserverte og belagte) vises i Tabell 8. Tabellen viser resultater for fjerntog som ikke stopper noe sted (non-stop), fjerntog (stopper på Arna), regiontog (stopper på Stanghelle, Vaksdal og Arna) og godstog.

Blokkposten mellom Stanghelle og Vaksdal plasseres midt på strekningen. Blokkstrekningene blir da 2,4 km lange mellom Stanghelle og Vaksdal. Blokkposten mellom Stanghelle og Arna er godt plassert da tiden som togene reserverer og belegger blokkstrekningene er omtrent den samme på begge blokkstrekninger. For godstog er det 21-22 sek forskjell mellom blokkstrekningene grunnet at banens gradient varier langs strekningen. Det er imidlertid vanskelig å få det bedre da marker boardene for begge linjesporene må plasseres på samme sted, det vil si det går ikke å optimalisere hvert linjespor separat slik at det er mulig å ta hensyn til banens gradient i den retning som togene normalt kjører.

Mellom Vaksdal og Arna plasseres blokkpostene slik at blokkene inn mot stasjonen blir kortere enn blokken i midten. Blokkene blir da 3,3, 4,6, 4,6 og 3,3 km. Blokkpostene mellom Vaksdal og Arna er bra plassert. Siste blokkstrekningen før Vaksdal og Arna har ikke betydelig lengre tider enn foregående blokkstrekninger. Første blokkstrekningen (nærmest Vaksdal for tog mot Bergen og nærmest Arna for tog fra Bergen) har litt kortere tider. Årsaken er en kombinasjon av at blokkstrekningene nærmest stasjonene er kortere og at togene reserverer blokkstrekningen senere grunnet lavere hastighet og oppoverbakke. Da marker boardene må plasseres på samme sted for begge linjesporene, går det ikke å optimalisere den ene retningen uten å ødelegge togfølgetidene i den andre.

**Tabell 8 Togfølgetider for blokkstrekningene mellom Stanghelle og Arna. Merk at togene kjører i forskjellige retninger, markert med piler. I første kolonnen står Marker boardenes navn angitt (start-slutt på blokkstrekningene i retning mot Bergen).**

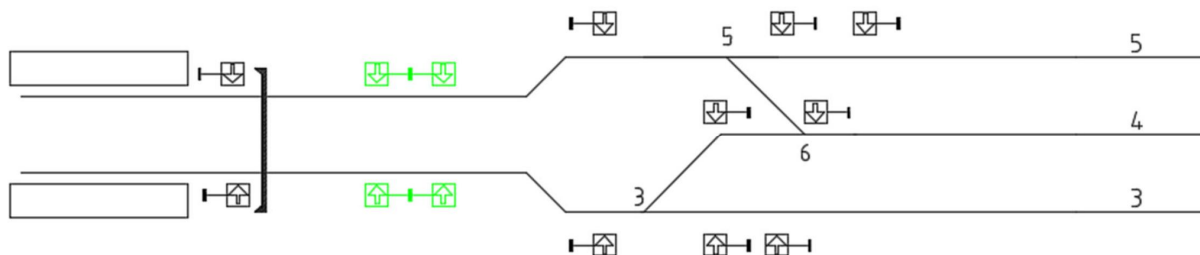
Togfølgetid [s]	Fjerntog non-stop		Fjerntog		Regiontog		Godstog	
	Mot Bergen	Fra Bergen	Mot Bergen	Fra Bergen	Mot Bergen	Fra Bergen	Mot Bergen	Fra Bergen
Stanghelle	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
L03 A117	96	108	96	107	83	88	175	215
A117 A01	99	105	99	105	97	87	196	193
Vaksdal	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
L03 A117	112	129	112	129	105	137	212	250
A117 A127	130	131	130	130	126	134	250	247
A127 A137	136	132	136	131	135	126	252	251
A137 A01	136	105	136	105	138	102	249	211
Arna	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑

### 11.3 Lengre ventespør på Stanghelle

Effekten av å forlenge ventesporet på Stanghelle blir analysert i Utredning ventespør Stanghelle [10]. Sporets utnyttbare lengde varierer i tre alternativ: kort, middels og lang. Alternativene har utnyttbar sporelengde på 790, 912, og 988 meter ved riktig kjøring. Tilsvarende lengder ved uriktig kjøring er 668, 790, og 866 meter. Alle alternativ analyseres i totalt seks scenarier:

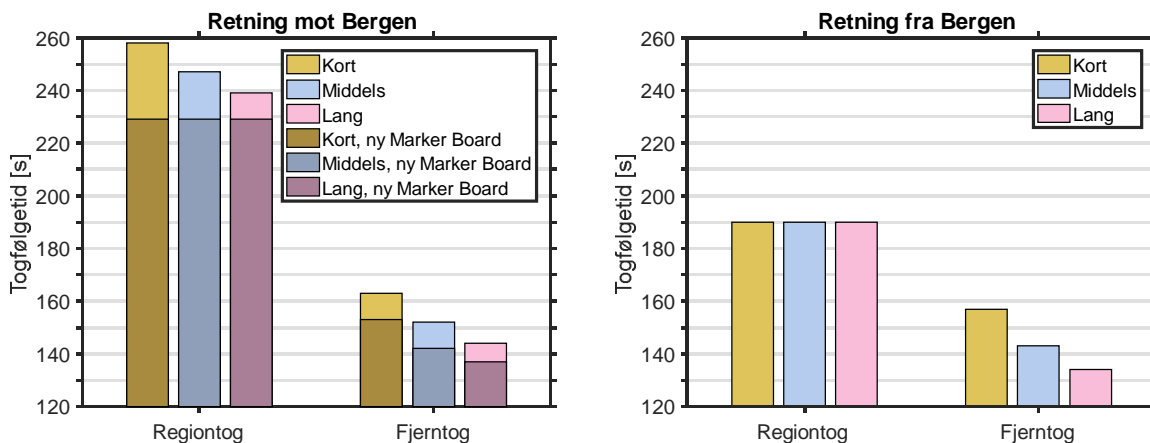
1. Tog retning mot Bergen: godstog blir forbigjørt av regiontog.
2. Tog retning mot Bergen: godstog blir forbigjørt av fjerntog.
3. Tog retning fra Bergen: godstog blir forbigjørt av regiontog.
4. Tog retning fra Bergen: godstog blir forbigjørt av fjerntog.
5. Samme som 1, men med et nytt marker board på Stanghelle stasjon omtrent 400 meter etter plattform.
6. Samme som 2, men med et nytt marker board på Stanghelle stasjon omtrent 400 meter etter plattform.

Årsaken til scenario 5 og 6 er at det i analysen ble avdekket at togfølgetiden for tog mot Bergen kan reduseres betraktelig ved å legge inn et ekstra marker board på Stanghelle stasjon. Marker boardet plasseres mellom plattform og ventespør, rundt 400 meter etter marker board 115 på Stanghelle stasjon, se Figur 22.



Figur 22 Ekstra marker boards mellom plattform og ventespør på Stanghelle stasjon.

Hensikten med det nye marker boardet er å redusere lengden på signalstrekningen som starter direkte etter plattformen på Stanghelle. Denne signalstrekningen må være fri før toget ankommer stasjonen, slik at toget kan bremse normalt mot stopp ved plattform uten å få restriktiv indikasjon i førerpanelet (ERTMS ombordsystemet). Resultatene oppsummeres i Figur 23.



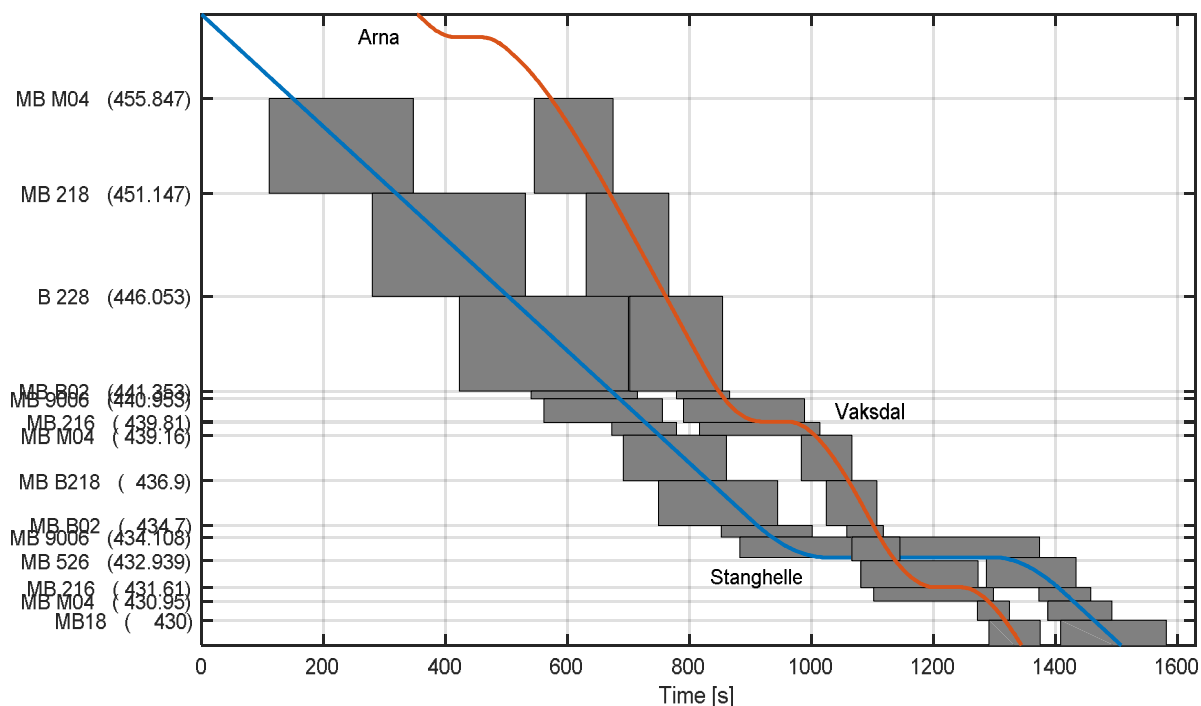
Figur 23 Togfølgetid når godstog forbikjøres av regiontog og fjerntog på Stanghelle stasjon. Togfølgetiden er målt ved ventesporet.

Figuren til venstre viser resultater når tog kjører mot Bergen og figuren til høyre når tog kjører fra Bergen. Mørkere farger i figuren til venstre viser resultater med et ekstra marker board på Stanghelle stasjon. De viktigste konklusjonene er:

- Regiontogene har betydelig høyere togfølgetid enn fjerntogene. Årsaken er at regiontogene stopper på Stanghelle og Vaksdal.
- Ventesporets lengde innvirker på togfølgetiden for fjerntogene. For fjerntog mot Bergen reduseres togfølgetiden med henholdsvis 11 sek og 19 sek for middels og langt ventespør sammenlignet med kort ventespør. For fjerntog fra Bergen er tilsvarende reduksjon 14 sek og 23 sek. Med et ekstra marker board reduseres togfølgetiden for fjerntog mot Bergen med ytterligere 10 sek for kort og middels ventespør og 7 sek for langt.
- Med det nye marker boardet reduseres togfølgetiden for regiontog med 10 sek-29 sek (reduksjonen er minst for langt ventespør og størst for kort ventespør). Togfølgetiden for regiontog blir da uavhengig av ventesporets lengde i begge retninger.
- Ved å plassere nye marker boards for begge retninger mellom ventesporet og plattform, får man også gevinst for godstogene som skal starte opp igjen i retning Dale. Det nye marker boardet korter ned første signalstrekning ut av ventesporet, noe som gjør at godstog kan starte opp tidligere etter å ha blitt forbikjørt. Det er kun en liten ekstra kostnad å etablere marker boards for begge kjøreretninger.

Årsaken til at togfølgetiden for regiontogene i flere tilfeller blir uavhengig av ventesporets lengde er at de stopper nær ventesporet på Stanghelle/Vaksdal. Flaskehalsen blir da på blokkstrekningene ved plattformene på Stanghelle/Vaksdal og regiontogene rekker ikke å ta igjen godstogene før de har kjørt

helt inn på ventesporet, se eksempel vist i Figur 24. Figuren viser at det er blokkstrekningen før Vaksdal som er flaskehalsen. Ved å redusere lengden på blokkstrekningen kan togfølgetiden reduseres. Togfølgetiden vil imidlertid fortsatt være uavhengig av ventesporets lengde. Årsaken er at den nye flaskehalsen vil være blokkstrekningene ved plattformen på Vaksdal.



Figur 24 «Blocking time diagram» som viser når et godstog fra Bergen (blått) blir forbikjørt av et regiontog (rødt) på Stanghelle ventespør (middels sporelengde). Y-aksen viser marker boardenes posisjoner, x-aksen viser tid. Grå rektangler marker når signalstrekningene er reservert eller belagte.

## 12 KONKLUSJON

Når strekningen Stanghelle-Arna får nytt dobbeltspor vil kapasiteten på strekningen øke vesentlig. Beregninger av strekingskapasitet og analyse av ruteplaner viser at kapasiteten på strekningen er tilstrekkelig, med god margin, til å oppfylle målene om redusert kjøretid og mulighet for rushtilpasset rutetilbud for godstrafikk og persontrafikk når dobbeltsporet er ferdig utbygget helt til Voss.

### 12.1 Plassering av blokkposter

Det anbefales at det etableres en blokkpost mellom Stanghelle og Vaksdal og tre blokkposter mellom Vaksdal og Arna. Blokkposten mellom Stanghelle og Vaksdal plasseres midt på strekningen. Blokkstrekningene blir da 2,4 km lange mellom Stanghelle og Vaksdal. Mellom Vaksdal og Arna plasseres blokkpostene slik at blokkene inn mot stasjonen blir kortere enn blokken i midten. Blokkene blir da 3,3, 4,6, 4,6 og 3,3 km. Selv om det er nok med to blokkposter mellom Vaksdal og Arna for å oppfylle kravet om togfølgetid, anbefales tre blokker for å få en jevnere fordeling av togfølgetiden på hele strekningen Stanghelle-Arna og for å redusere togfølgetiden når godstog blir forbi kjørt på Stanghelle stasjon. Analyse av togfølgetider viser at blokkpostene er godt plassert.

### 12.2 Stanghelle stasjon

Ventesporet på Stanghelle stasjon vil legge til rette for at andre tog skal kunne forbi kjøre ventende godstog. Selv om kapasitetsanalysen viser at kapasitetsutnyttelsen på strekningen ikke vil være høy, vil ventesporet bli brukt og bidra til å redusere framføringstiden for godstog og øke robustheten i systemet. I framtiden med dobbeltspor helt til Voss gjør hastighetsforskjeller mellom fjerntog, regiontog og godstog, at det i mange tilfeller er nødvendig å forbi kjøre godstog på Stanghelle. Uten forbi kjøringssporet må godstogene vente lengre på rett luke mellom fjerntog og regiontog i Voss og Bergen.

Ventesporet er ikke plassert eksakt midt på strekningen Voss – Bergen, men litt nærmere Bergen. Dette er ikke nødvendigvis en ulempe da ventesporet vil brukes til å magasinere godstog før de kjører inn på strekningen Arna – Bergen som har betydelig høyere kapasitetsutnyttelse. I noen tilfeller kan godstog i retning mot Bergen forbi kjøres på Arna stasjon. Denne muligheten finnes imidlertid ikke i den andre retningen.

Når det fortsatt er enkeltspor mellom Stanghelle og Voss har ikke hastighetsforskjeller mellom ulike togopplegg like stor betydning for ventesporets funksjon. Imidlertid vil enkeltsporet mellom Stanghelle og Voss sannsynligvis ha veldig høy belastning og ventesporet i Stanghelle kan bidra til å avlaste enkeltsporet ved å gjøre det mulig å endre togrekkefølge før togene kjører inn på den hardt belastede strekningen.

Ventesporet på Stanghelle er plassert nært plattformene der regiontogene stopper. Dette bidrar til å øke togfølgetiden når regiontog skal forbi kjøre godstog i retning mot Bergen. Beregninger av togfølgetid og blokktider har vist at man har stor nytte av å innføre ekstra marker boards mellom plattformen og ventesporet på Stanghelle. Med disse nye marker boardene har ventesporets lengde liten eller ingen effekt på togfølgetiden når regiontog som stopper på Stanghelle og Vaksdal skal kjøre forbi godstog på Stanghelle.

For fjerntog som skal passere godstog kan togfølgetiden reduseres med respektive 11 sek og 14 sek med alternativ middels (912 meter utnyttbar lengde) sammenlignet med alternativet med kort ventespør (790 meter utnyttbar lengde). Ved å forlenge ventesporet ytterligere (alternativ lang, 988 meter utnyttbar lengde) kan togfølgetiden reduseres noe mer, men gevinsten er mindre enn ved å forlenge fra kort til middels lengde.

Da tiltakene ikke har noen effekt på togfølgetiden for regiontog og effekten på fjerntog er liten, er det viktigste å velge et alternativ gir full operasjonell funksjonalitet. Av den årsaken anbefales alternativ middels lengde på ventesporet på Stanghelle, da dette er det rimeligste alternativet som gir full funksjonalitet både ved riktig og uriktig kjøring.

## **13 UAVKLARTE SAKER**

Nytten med ventesporet i Stanghelle kan analyseres videre for å bedre kvantifisere nytten, spesielt i situasjonen når det fortsatt er enkeltspor mellom Stanghelle og Voss.

Nytten av midlertidig plattform på Arna når spor 3 er stengt verifiseres med en dypere analyse.