

### 3 Referanseprosjekt for Vestlandsbanen over Haukeli

Vestlandsbanen over Haukeli er planlagt for eit fleirbrukskonsept for langdistanse-, regional- og godstrafikk. Eit naturleg spørsmål ved vurderinga av dette konseptet og av resultata ein ventar, er om det finst jernbaneprosjekt som er realiserte ulike stader i verda og som kan tene som referanseprosjekt for Vestlandsbanen.

Den følgjande teksten skal svare på det. Det er likevel ikkje mogeleg å bruke konseptet for *eitt* utanlandsk høgfastssamband som basis for konseptet for Vestlandsbanen. Til det er skilnadene mellom tilhøva i Noreg og tilhøva i utlandet for store. Tidlegare høgfasts-direktør i den internasjonale jernbaneunionen, UIC, Ignacio Barrón de Angoit, sa det slik: «Høyhastighetsbaner er et system som må tilpasses hvert enkelt land. Vi må ikke prøve å etterligne andre land [...], men finne [vår] egen modell.»<sup>20</sup> Konseptet for Vestlandsbanen byggjer difor på ulike delkonsept som er kombinerte slik at dei til saman gjev ei funksjonell løysing for norske tilhøve.

---

#### 3.1 Hovudelementa i konseptet for Vestlandsbanen – oversikt

Dei følgjande punkta skal gje ei oversikt over hovudelementa i konseptet for Vestlandsbanen. Alle desse punkta vil bli kommenterte i detalj i dei følgjande kapitla. Konseptelement som byggjer på topografiske tilhøve eller er eit resultat av nettverksløyisinga, er ikkje tekne med her.

- a) Vestlandsbanen er med berre få unnatak dimensjonert for tog i 270 – 300 km/t.
- b) Vestlandsbanen har stasjonar i avstandar på rundt 30 til 35 km.
- c) Persontoga på Vestlandsbanen stoggar på stasjonane etter eit skiftande mønster.
- d) Vestlandsbanen over Haukeli er planlagt for samdrift av person- og godstog.

I det siste kapitelet finn ein òg ei brei drøfting av alternativ, med grunngjeving for tilrådd løysing.

---

#### 3.2 Vestlandsbanen er med berre få unnatak dimensjonert for tog i 270 – 300 km/t

Høgfastsbaner, det vil seie samband for persontog og eventuelle ekspressgodstog i 250 km/t eller meir, er i drift i nærare 20 land i verda, og mange fleire er i ferd med å kome til. Blant desse landa er Latvia, Marokko, Saudi-Arabia, Usbekistan, India og Indonesia, for å nemne nokre. Dei fleste eksisterande og planlagde høgfastsbanene i verda er dimensjonerte for tog i opp mot 300 – 360 km/t. Det finst lister over alle sambanda i ulike land og kart over tillaten fart på kvar ein-skild delstrekning.<sup>21</sup>

Samla banelengd ved årsskiftet 2021/2022 var på om lag 60 000 km, av dette over 40 000 km i Kina. Noreg,<sup>22</sup> Sverige og Danmark har bygd baner for 250 km/t, men førebels ikkje teke i bruk tog for slik fart. Sverige og Finland har detaljerte planar for baner for 300 – 320 km/t.<sup>23</sup>

Høgfastssambanda i ulike delar av verda kjenneteiknast av svært varierende topografiske og klimatiske tilhøve. Mange høgfastsbaner i både Skandinavia, Sveits, Sør-Tyskland og nordre delar av Japan og Kina ligg i område der ein vinterstid må rekne med låge temperaturar, kraftig vind og mykje snø, ikkje ulikt tilhøva for den planlagde Vestlandsbanen. Snø og is er heller ikkje ukjende i Spania; delar av høgfastsbanen Madrid – Barcelona (for tog i 320 km/t) går opp i over

---

<sup>20</sup> Sjå: <https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2011/Norsk-modell-for-hoyhastighet/>.

<sup>21</sup> Sjå [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_high-speed\\_railway\\_lines](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_high-speed_railway_lines) og <https://openrailwaymap.org/>. Kartet er ikkje heilt påliteleg på alle delstrekningane, men gjev likevel ei detaljert oversikt over banesamband i heile verda.

<sup>22</sup> Delar av Vestfoldbanen, både Porsgrunn – Farriseidet (nær Larvik) og Holm (nord for Holmestrand) – Tangen (nær Nykirke) er dimensjonerte for 250 km/t. Førebels er desse delstrekningane likevel berre skilta for 200 km/t.

<sup>23</sup> Sjå til dømes <https://www.trafikverket.se/vara-projekt/projekt-som-stracker-sig-over-flera-lan/nya-stambanor-mellan-stockholm-goteborg-och-malmo/> og <https://vayla.fi/kaikki-hankkeet/espoo-salo-oikorata>.

1200 meters høgd over havet. Vestlandsbanen vil derimot ikkje møte dei same problema som Bergensbanen på høgfjellet, sidan høgfartssambandet vil i sin heilskap gå under tregrensa.

Det er heller ikkje uvanleg å byggje høgfartsbaner med mange tunnelar. Fleire stader, til dømes i Spania og Tyskland, går rundt 40, 50 og delvis over 60 % av høgfartssambanda i tunnel.<sup>24</sup> Vestlandsbanen er planlagt med 60 % i tunnel. Fleire høgfartsbaner har òg svært lange tunnelar, fleire av dei på over to mil. I tunnelar er det større luftmotstand enn i det fri, noko som fører til større energibehov og til fartsreduksjonar på tunnelstrekningar med meir enn ei viss stigning. Lange tunnelar er likevel ikkje noko prinsipielt hinder for togdrift i høg fart.<sup>25</sup>

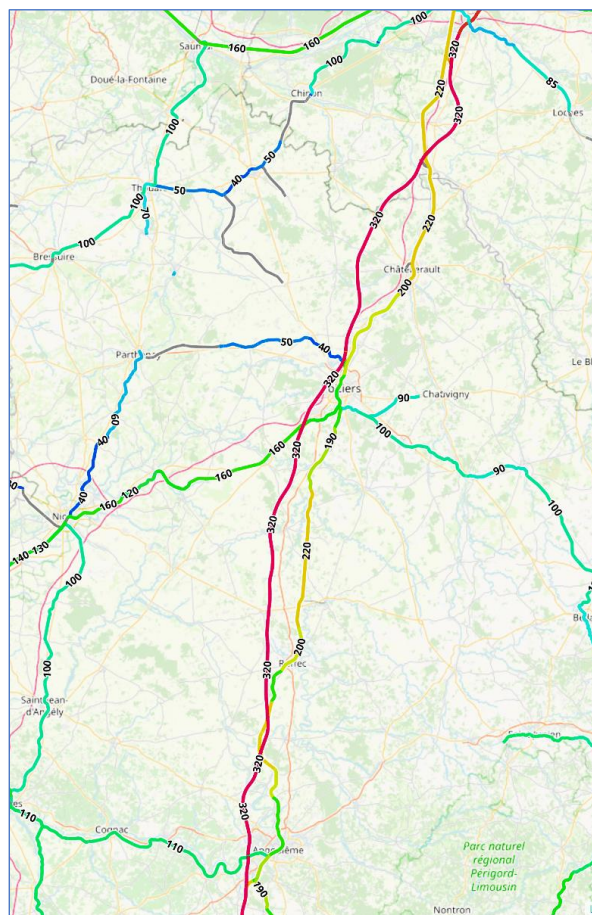
### 3.3 Vestlandsbanen har stasjonar i avstandar på rundt 30 til 35 km

Avstanden mellom stasjonane langs høgfartsbaner i ulike land varierer svært mykje. Til dømes har sambandet Tours – Bordeaux i Frankrike, opna i 2017 for persontog i 320 km/t, ikkje ein einaste stasjon på det 302 km lange strekket.

Sambandet går likevel parallelt med ein eldre bane for jamt over 200 – 220 km/t, sjå kartet.<sup>26</sup> På denne eldre banen køyrer ein persontog med til dels ganske mange stasjonsopphald. I tillegg er det bygd fleire samband mellom høgfartsbanen og den eldre banen, slik at tog på høgfartsbanen kan stoppe ved fleire av stasjonane langs den eldre banen.

Noko av det same, men i mindre skala, er planlagt for Vestlandsbanen frå Oslo til Drammen. Her vil Vestlandsbanen gå i ny trasé utanom alle dei eksisterande stasjonane, men ha fleire samband til og frå alle dei større stasjonane. I tillegg er det planlagt to nye stasjonar langs Vestlandsbanen på Majorstua og Nesbru. Dette sporsystemet vil opne for ned mot 17 minutt reisetid frå Oslo S til Drammen (mot minst 32 minutt i dag) og gjere det mogeleg å køyre tog òg via Sandvika og Asker eller via Nationalteatret, Skøyen og Lysaker (det siste framfor via Majorstua).

Andre stader i verda har ein valt å byggje høgfartsbaner med etter måten korte avstandar mellom stasjonane. Det gjeld særleg i område utan andre jernbaner i nærleiken, eller der ein berre har spor for låg fart og med liten kapasitet.



**Illustrasjon 3-1:** Høgfartsbanen Tours – Bordeaux (sjå mørkeraud linje) mellom Tours og Angoulême, ei strekning på om lag 200 km. Den eldre banen er teikna inn i gult og grønt. Det blei bygd til saman 38 km lange samband mellom høgfartsbanen og den eldre banen. Tala på illustrasjonen viser tillaten fart i km/t.

<sup>24</sup> Sjå [https://de.wikipedia.org/wiki/Tunnel\\_der\\_Schnellfahrstrecke\\_Hannover-Würzburg](https://de.wikipedia.org/wiki/Tunnel_der_Schnellfahrstrecke_Hannover-Würzburg) (særleg Kassel – Fulda), [https://www.vde8.de/mediathek/file/10741/GBYIRzVrHdJFXNmhnO8bj8G8iCEaZCSO\\_wtEdHh6iW0/mediathek/00\\_Gesamtprojekt\\_VDE\\_8/VDE-81-NBS-Ebensfeld-Erfurt\\_Flyer-v-2018-05.pdf](https://www.vde8.de/mediathek/file/10741/GBYIRzVrHdJFXNmhnO8bj8G8iCEaZCSO_wtEdHh6iW0/mediathek/00_Gesamtprojekt_VDE_8/VDE-81-NBS-Ebensfeld-Erfurt_Flyer-v-2018-05.pdf), <https://www.adifaltavelocidad.es/-/lav-madrid-galicia-eje-ourense-santiago> og <https://www.adifaltavelocidad.es/en/linea-vitoria-bilbao-san-sebastián>.

<sup>25</sup> Sjå [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_longest\\_railway\\_tunnels](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_longest_railway_tunnels). I tronge tunnelar kan ein få ein viss temperaturauke. Fartsavgrensingane i Kanaltunnelen mellom Storbritannia og Frankrike (45 m<sup>2</sup> tverrsnitt i kvart tunnelløp, maks. 160 km/t) og i den nye Gotthardtunnelen i Sveits (41 m<sup>2</sup> tverrsnitt i kvart løp, maks. 230 km/t) er likevel valde av omsyn til banekapasiteten. Tunnelane på Vestlandsbanen er planlagde med 60 m<sup>2</sup> tverrsnitt kvar (ved to parallelle løp).

<sup>26</sup> Sjå <https://openrailwaymap.org/>.

Til dømes har Japan, utanom høgfartsbanene, stort sett berre smalspora baner (1067 mm sporvidd mot 1435 mm ved normalspor). Det medverka til avgjerda om å byggje 57 stasjonar langs det mest trafikkerte og 1744 km lange høgfastssambandet Aomori–Tokyo–Hakata, det vil seie i ein avstand på 31 km i gjennomsnittet.<sup>27</sup>

Det er berre høgfasts-persontog som trafikkerer dei japanske høgfastsbanene, ikkje lokal- eller godstog. Høgfaststoga stoggar på alle stasjonane, etter eit skiftande mønster. På somme avgangar køyrer toga lange distansar mellom opphald på stasjonar, på andre ganske korte distansar. Farten er på opp mot 320 km/t og tidsavstanden mellom togavgangane på ned mot tre minutt. Einskilde delar av dette konseptet er òg planlagde for Vestlandsbanen, sjå kapitel 3.4.

Høgfastsbanene i Japan viser at ein kan tilby svært attraktive reisetider på alle distansar dersom sambanda blir bygde gjennomgåande for høg fart. Desse reisetidene har medverka sterkt til jernbanen sin nøkkelrolle i japansk samferdsle, med framleis over 30 % av all persontrafikk i landet.<sup>28</sup> I Noreg var det 5,5 % i 2019, inkludert bybaner, tunnelbaner og trikkar.<sup>29</sup>

Samstundes viser togreisetidene i Japan realismen i reisetidskalkylane for Vestlandsbanen. Som det går fram av tabellen nedanfor, oppnår toga på 40, 50 og snart 60 år gamle høgfastsbaner i Japan om lag dei same eller jamvel kortare reisetider enn kalkulerte for Vestlandsbanen.

| Reisestrekning             | Distanse (km) | Reisetid (min.) | Snittfart (km/t) |
|----------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| Arna – Tysse               | 17,5          | 8               | 130              |
| Kitakami – Misuzawa-Esashi | 17,3          | 8               | 130              |
| Brunkeberg – Åmot          | 32,8          | 12              | 165              |
| Kōriyama – Shin-Shirakawa  | 35,5          | 12              | 175              |
| Haugesund – Ølen           | 42,1          | 15              | 170              |
| Fukushima – Kōriyama       | 41,2          | 14              | 175              |
| Stavanger – Kårstø         | 49,1          | 17              | 175              |
| Ōmiya – Oyama              | 49,3          | 17              | 175              |
| Drammen – Notodden         | 59,6          | 18              | 200              |
| Okayama – Fukuyama         | 56,8          | 17              | 200              |
| Arna – Odda                | 76,3          | 23              | 200              |
| Okayama – Himeji           | 75,2          | 20              | 225              |
| Stavanger – Sauda          | 121,3         | 36              | 205              |
| Nagoya – Kyōto             | 134,3         | 36              | 225              |

**Tabell 3-1:** Togreisetider som er planlagde for Vestlandsbanen og reisetider for om lag like lange strekningar på høgfastsbaner i Japan, opna på 1960-, 1970- og 1980-talet.<sup>30</sup> Reisetidene gjeld for køyring utan opphald og er rekna frå avgang frå første stasjon til avgang frå andre stasjon. Dei inkluderer altså opphaldstida på den andre stasjonen, som normalt er lengre i Japan enn i Noreg grunna klart større passasjertal og tilsvarande tidsbehov til av- og påstiging.

<sup>27</sup> Sjå [https://en.wikipedia.org/wiki/Tokaido\\_Shinkansen](https://en.wikipedia.org/wiki/Tokaido_Shinkansen), [https://en.wikipedia.org/wiki/San'yō\\_Shinkansen](https://en.wikipedia.org/wiki/San'yō_Shinkansen) og [https://en.wikipedia.org/wiki/Tōhoku\\_Shinkansen](https://en.wikipedia.org/wiki/Tōhoku_Shinkansen). Nær Tokyo er stasjonsavstandane kortare enn elles i landet.

<sup>28</sup> [https://www.climate-chance.org/wp-content/uploads/2019/12/cp5-2019-japan-transport\\_en\\_20191209.pdf](https://www.climate-chance.org/wp-content/uploads/2019/12/cp5-2019-japan-transport_en_20191209.pdf), s. 11.

<sup>29</sup> Sjå <https://www.ssb.no/statbank/table/03982>. Talet for Japan inkluderer bybaner og T-baner, men ikkje trikkar.

<sup>30</sup> Sjå [https://global.jr-central.co.jp/en/info/timetable/\\_pdf/220601\\_220630.pdf](https://global.jr-central.co.jp/en/info/timetable/_pdf/220601_220630.pdf) for høgfastsbanene sør for Tokyo, og [https://www.jreast.co.jp/aas/20200522\\_tohoku\\_eg\\_02.pdf](https://www.jreast.co.jp/aas/20200522_tohoku_eg_02.pdf) for høgfastsbanene nord for Tokyo.

Det tyder likevel ikkje at tog i 300 km/t berre stoggar i millionbyar. Slike togtilbod finst til dømes ved Montabaur i Tyskland og er planlagt ved Tranås i Sverige. Begge stader har rundt 14 000 innbyggjarar.<sup>31</sup> Folketalet nær stasjonane langs Vestlandsbanen vil mange stader vere betydeleg større enn dette, men somme stader òg noko lågare. Ein må likevel vere merksam på at nordmenn reiser vesentleg meir enn folk i mange andre land,<sup>32</sup> og særleg på lengre distansar, altså der raske tog kan vere eit mykje brukt alternativ. I tillegg er reisetidene med alternative transportmiddel ofte lengre i Noreg enn i utlandet, noko som òg talar for eit etter måten stort trafikkpotensial for moderne baner i Noreg.

Vidare vil mange stasjonar langs Vestlandsbanen vere godt lokaliserte utgangspunkt for vintersport, friluftsliv, rekreasjon og andre, etterspurde opplevingar av natur og kulturarv. Det gjev grunn til å vente mange tilreisande frå inn- og utlandet. Det er til dømes ikkje tilfeldig at sørgående høgfartsbane frå Tokyo har ein stasjon i Atami,<sup>33</sup> ein mindre tettstad i japanske målestokk med «berre» 34 000 innbyggjarar. Men Atami har sandstrand og varme kjelder, som tiltrekkjer mange reisande.



**Bilete 3-1:** Odda jernbanestasjon vil liggje i tyngdepunktet av eit høgproduktivt område i Ullensvang kommune i Hardanger, med mellom anna fleire store smelteverk. Stasjonen vil tene både mesteparten av dei knapt 11 000 innbyggjarane i kommunen og mange av dei 13 000 innbyggjarane i Kvinnherad kommune. Frå stasjonen vil det vere kort veg til eineståande opplevingar av natur og kulturarv, som Folgefonna nasjonalpark, Trolltunga og kraftverksmuseet på Tyssedal. Agatunet og Munketrappene vil heller ikkje vere langt unna. Biletet er teke mot sør, nær Strondsfossen (ikkje synleg på biletet), om lag 6 km sør for den planlagde jernbanestasjonen. Høgfartsbanen er planlagt gjennom dalføret i bakgrunnen på biletet, delvis i tunnel og delvis på bru i vestre (høgre) dalside. Foto: © Norsk Bane AS.

<sup>31</sup> Montabaur ligg langs høgfartsbanen Köln–Frankfurt, <https://no.wikipedia.org/wiki/Montabaur>, og Tranås langs den planlagde høgfartsbanen Stockholm–Göteborg/Malmö, sjå <https://no.wikipedia.org/wiki/Tranås>.

<sup>32</sup> Nordmenn reiser mykje med bil, sjå <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/koyrer-nest-mest-i-europa>, trass i etter måten låg fart på vegane, og som tillegg til over 1 000 km per år og innbyggjar med innanriksfly, sjå <https://www.ssb.no/statbank/table/03982>. Denne flydistansen er 3–10 gongar større enn elles i Europa.

<sup>33</sup> Sjø <https://en.wikipedia.org/wiki/Atami>. Atami er fjerde stasjon etter sentralstasjonen i Tokyo i retning Osaka.

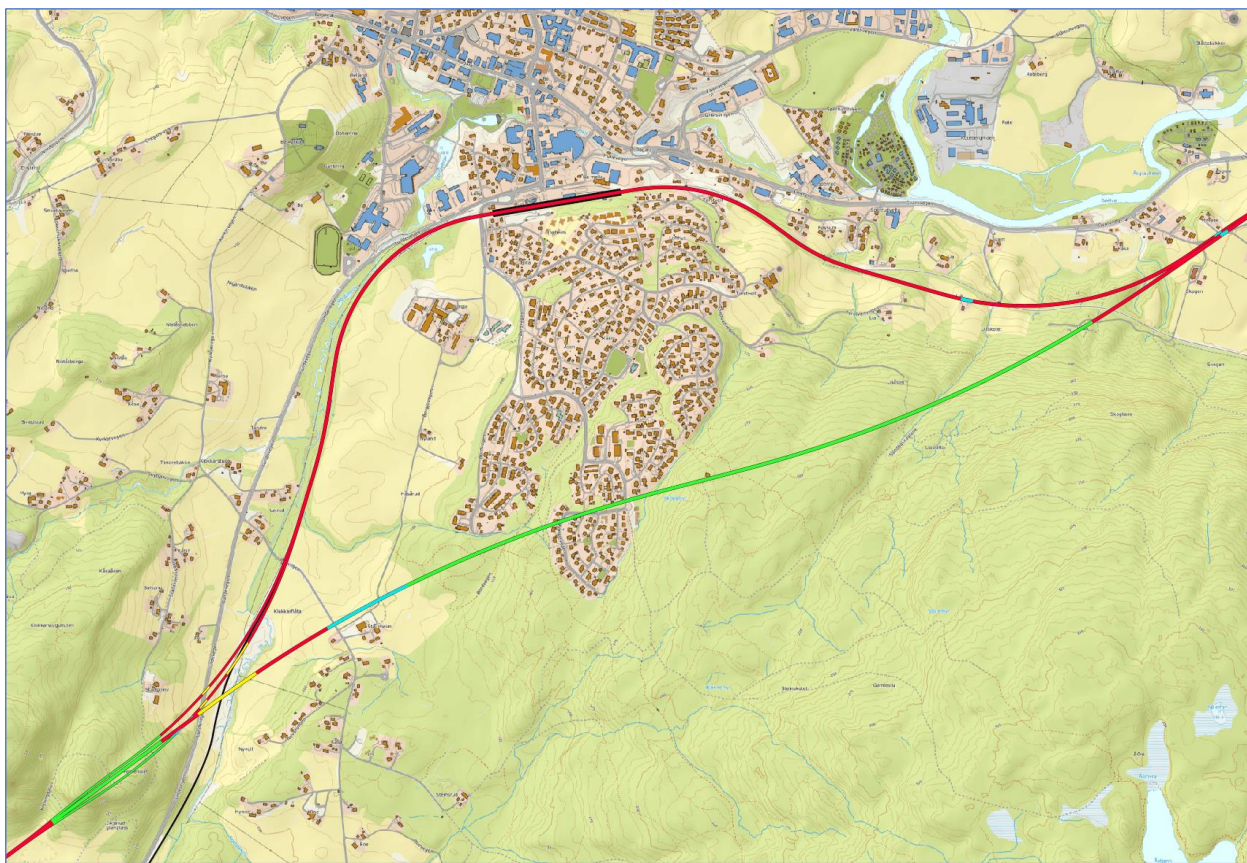
### 3.4 Persontoga på Vestlandsbanen stoggar på stasjonane etter eit skiftande mønster

Det er nokså vanleg å variere stoppemønsteret i persontogtrafikken. Flytoga på Gardermobanen stoggar til dømes på tre av seks avgangar på Lillestrøm stasjon og passerer stasjonen i 160 km/t på dei tre andre avgangane. Liknande skjer på så å seie alle høgfartsbanene i verda, men normalt med passeringar i vesentleg høgare fart enn 160 km/t. Det er ein viktig føresetnad for å kunne tilby både raske og hyppige avgangar i eit finmaska nett av stasjonar.

Når eit tog køyrer gjennom ein stasjon i høg fart, er det viktig å tryggje at ventande reisande på plattformene ikkje kan bli sugde inn under toget. Ein bør difor byggje stasjonane med minst fire spor, til dømes med to ytre spor langs plattformer og to indre spor for passerande tog.<sup>34</sup>

Minst like viktig er at tidsvinsten av å passere ein stasjon utan opphald fører til ein positiv effekt for passasjertal og samfunnsnytte som er klart større enn den negative effekten som følgje av noko færre avgangar frå den aktuelle stasjonen. Det kan vere ei utfordring. Fleire stader er det i praksis umogeleg å finne ei stasjonslokalisering som både er attraktiv for mange reisande og samstundes gjer det mogeleg å køyre passerande tog gjennom stasjonen i høg fart.

I slike tilfelle kan det vere aktuelt å byggje to parallelle baner: éin bane for tog som skal stoppe på stasjonen og som difor ikkje har behov for ein bane for høg fart på heile strekninga, pluss ein annan bane utanom stasjonen, ein «bypass», for tog i høg fart.



**Kart 3-1:** Framlegget til trasé for Vestlandsbanen ved Bø i Telemark. Spor i dagen er viste i raudt, på bru i gult, i fjell-tunnel i grønt og i kulvert (betongtunnel) i lyseblått. Bø stasjon er markert med svarte kantar og vil liggje på same stad som eksisterande stasjon, mellom bustadområda på Breisåsen i sør og Bø sentrum i nord (med mange næringslokale og offentlege bygg, vist på kartet i blått). Banen for gjennomgåande tog, dimensjonert for 300 km/t, vil for ein stor del gå i tunnel lenger sør. Skulle ein byggje ein bane for slik fart via eksisterande stasjon, ville det føre til store inngrep. Den svarte linja i sørvest viser Sørlandsbanen. Kartutsnittet er på om lag 4,3 km x 2,95 km. © Statens Kartverk.

<sup>34</sup> Det er òg mogeleg å ha to eller fleire indre spor langs plattformer og to ytre spor for passerande tog, slik ein til dømes har valt å byggje i Segovia i Spania.

Dette er til dømes realisert ved Arezzo i Italia, Coburg i Tyskland og ved fleire høgfallsbaner i Frankrike. Det same er planlagt for Vestlandsbanen mellom Oslo og Drammen og ved Kongsberg og Bø i Telemark. Der vil den eine banen gå via godt lokaliserte stasjonar i sentrum, medan den andre banen, for høg fart, vil liggje utanfor, jamfør kart 3-1 på førre side. Desse «bypass»-løysingane vil òg vere viktige for samdrifta av person- og godstog, sjå kapittel 3.5.

Ei anna utfordring er at eit varierende stoppemønster kan føre til store variasjonar i gjennomsnittsfarten til toga. På dei japanske høgfallsbanene køyrer til dømes mange tog opp mot fleire hundre kilometer nonstop og oppnår slik ein gjennomsnittsfart på 245–260 km/t.<sup>35</sup> Andre tog brukar derimot opp mot 60 eller 70 % meir tid for dei same strekningane av di dei stoppar på mange stasjonar og – som ein konsekvens av dette – stundom må vente i fem minutt for å bli køyrt forbi av andre, raskare tog.

På Vestlandsbanen bør gjennomsnittsfarten og talet på stasjonsopphald derimot variere lite. Særs viktig er at dei raskaste persontoga ikkje vil måtte køyre forbi ikkje fullt så raske persontog. Det har samband med den planlagde samdrifta av person- og godstog. Ved større skilnader mellom farten til ulike tog må godstoga vente oftare på å bli køyrd forbi. Samstundes vil banekapasiteten og stabiliteten til ruteplanen gå ned. Meir om det i neste kapittel.

---

### 3.5 Vestlandsbanen er planlagt for samdrift av person- og godstog

Ei rekkje høgfallsbaner i verda blir trafikkerte av både persontog og tyngre og lettare godstog,<sup>36</sup> eller er planlagde for det, til dømes Hannover – Würzburg<sup>37</sup> i Tyskland, Bilbao/San Sebastián – Vitoria-Gasteiz<sup>38</sup> i Baskerland i Spania, Roma – Firenze<sup>39</sup> i Italia, Botniabanan i Sverige,<sup>40</sup> den nye Gotthardtunnelen<sup>41</sup> i Sveits og delar av Montpellier – Barcelona<sup>42</sup> i Frankrike og Spania.

Mange høgfallsbaner blir derimot bygde berre for persontog. Det kan ha ein del føremonar, mellom anna litt lågare byggjekostnader<sup>43</sup> og kapasitet<sup>44</sup> for fleire tog per time. Ei slik avgrensing til persontrafikk er likevel berre tilrådeleg om ein har andre baner av god standard for godstog.

Slik var det til dømes i Frankrike i 1981, då ein opna den første høgfallsbanen i landet mellom Paris og Lyon – som eit tillegg til ein eldre bane via Dijon. Denne eldre banen er dobbeltspora, tillèt 160 km/t på mest heile strekket<sup>45</sup> og har ikkje nokon stad sterkare stigning enn 0,8 %.<sup>46</sup> Det gav sterke argument for å byggje den nye banen berre for persontog.

---

<sup>35</sup> Nokre døme: Nagoya – Shin-Yokohama 316,5 km på 78 min. (245 km/t), Kokura – Hiroshima 192,0 km på 46 min. (250 km/t) og Ōmiya – Sendai 294,1 km på 68 min. (260 km/t). Tidsoppgåvene gjeld frå avgang frå første stasjon til avgang frå andre stasjon.

<sup>36</sup> Lettare godstog inkluderer både tog av lokomotiv og vogner, og ombygde persontog (med lasterom framfor kupéar).

<sup>37</sup> Sjå [https://de.wikipedia.org/wiki/Schnellfahrstrecke\\_Hannover-Würzburg](https://de.wikipedia.org/wiki/Schnellfahrstrecke_Hannover-Würzburg).

<sup>38</sup> Sjå <https://www.adifaltavelocidad.es/línea-vitoria-bilbao-san-sebastián>.

<sup>39</sup> Sjå <https://www.eurailpress.de/nachrichten/news/etr-international-edition-2018.html>, s. 9.

<sup>40</sup> Sjå <https://www.railway-technology.com/projects/botniabanan/>.

<sup>41</sup> Sjå <https://company.sbb.ch/en/media/background-information/gotthard-base-tunnel.html>.

<sup>42</sup> Sjå [https://en.wikipedia.org/wiki/LGV\\_Montpellier-Perpignan](https://en.wikipedia.org/wiki/LGV_Montpellier-Perpignan).

<sup>43</sup> Samanlikna med ein bane for både person- og godstog, kan ein bane berre for persontog både vere brattare og ha 15–20 % krappare svingar for same fartsnivå, grunna sterkare dosering. Det vil generelt gjere det enklare å finne ein trasé som følgjer terrenget. Potensialet for innsparingar er likevel nokså lite i Noreg. Til dømes er mest alle dei lengre tunnelane til Vestlandsbanen planlagde under høgjfjellsområde, tettbygde strok, rasfarlege fjellsider eller verneområde. Desse tunnelane ville knapt bli nemneverdig kortare om banen kunne vere brattare eller ha krappare svingar.

<sup>44</sup> Ein bane har størst kapasitet når alle toga held same fart. Dersom derimot eitt tog er raskare enn andre, må dette toget få utsett avgangstid, elles vil det ta igjen toget som har køyrt før det raskaste toget. I denne ventetida kan ein ikkje køyre eit anna tog. Kapasiteten blir difor redusert.

<sup>45</sup> Sjå <https://openrailwaymap.org/>.

<sup>46</sup> Banen har faktisk *slakare* stigning enn mange av dei nyare høgfarssambanda som er bygde for både person- og godstog. Der har mange delstrekningar opp mot 1,25 % stigning, som er ein internasjonal standard for slike baner. Di slakare stigning ein bane har, di tyngre godstog kan ein dra med eitt lokomotiv. Jamfør òg kapittel 2.5.

Gode vilkår for godstogtrafikk finst det mange stader i verda, men ikkje overalt. Den nye, 57 km lange Gotthardtunnelen i Sveits kom til dømes som tillegg til ein eldre, om lag 30 km lengre bane med opp mot 2,7 % stigning. Også høgfartsbanen i Baskerland vil spare både person- og godstog for lange omvegar på bratte, svingete og einspora baner.

Noko av det same gjeld for Noreg. Både Bergens- og Sørlandsbanen er einspora, har lange delstrekningar med om lag dobbelt så sterk stigning som den planlagde, dobbeltspora Vestlandsbanen (2,1–2,5 % mot maksimalt 1,25 %<sup>47</sup>) og er betydeleg lengre enn høgfartsbanen.<sup>48</sup> Vestlandsbanen vil òg ha ein mykje høgare standard, betre fundamentering, langt lågare risiko for skred og flaum, ikkje planovergangar og ikkje delstrekningar på høgfjellet.<sup>49</sup>



**Bilete 3-2:** Vestlandsbanen er planlagd som dobbeltspora høgfartsbane med stigningar på maksimalt 1,25 %. Det vil gje korte frakttider, låg energibruk og stor lastekapasitet for godstoga, altså vinstar som mange land utanfor Noreg har profitert av i fleire tiår, men som ikkje vil vere oppnåelege i store delar av det norske banenettet, grunna svingete, einspora samband med opp mot dobbelt så sterke stigningar.

Det utgjer òg ei utfordring for austgåande godstog på Vestlandsbanen, som – etter passering av Oslo S – skal forsere Brynsbakken opp til godsterminalen på Alnabru, sjå biletet, teke ved Galgeberg. Denne strekninga har 2,5 % stigning i om lag 3 km lengde. Det er for bratt for dei tyngste godstoga, i sær om dei ikkje får halde god fart gjennom sentralstasjonen. Dette tilseier mellom anna å auke bruken av godsterminalen i Drammen for gods til og frå område vest for Oslo, slik at godstoga blir lettare når dei skal forsere Brynsbakken. Det er og viktig å komplettere Follobanen, slik at ein får både eit samband med slak stigning frå dei nordgåande spora av Follo- og Østfoldbanen til Alnabru og eit kort spor frå det sørgåande sporet av Østfoldbanen til dette sambandet. Det er ein rimeleg måte på å realisere ein bane med maksimalt 1,25 % stigning frå Oslo S til Alnabru. Foto: © Norsk Bane AS.

<sup>47</sup> Unnataket er tunnelen under Boknafjorden som er planlagd med maks. 2,0 % stigning. Det er generelt lite ønskeleg, men vil medverke til ein klart kortare tunnel enn elles nødvendig, ved ganske små ulemper. Det vil til dømes vere naturleg for godstog frå Bergen, Austlandet eller Mellom-Europa til Sør-Rogaland å stoppe nord for Boknafjorden, for å levere gods til Haugalandet. Etter det vil godstoga vere noko lettare, og kan difor forsere sterkare stigningar.

<sup>48</sup> Stavanger–Oslo vil til dømes bli 157 km kortare via Haukeli enn på den eksisterande Sørlandsbanen, og om lag 90 km kortare enn på ein ny bane via Kristiansand.

<sup>49</sup> Sjå kapitel 2.2.

Desse vinstane ved realisering av Vestlandsbanen er resultat av å byggje ein ny bane i ny trasé og vil i svært liten grad vere oppnåelege med oppgraderingar eller mindre omleggingar av eksisterande baner. I tillegg vil ein med Vestlandsbanen byggje eit direkte banesamband mellom fylka Vestland og Rogaland og knyte både Haugalandet, Sunnhordland, Ryfylke, Hardanger og Vest-Telemark (som alle ikkje har jernbane i dag) til det europeiske banenettet. Slikt vil ein heller ikkje kunne oppnå med investeringar i Bergens- og Sørlandsbanen.

Alt dette taler for å planleggje Vestlandsbanen for både person- og godstog. Skulle ein køyre berre persontog på Vestlandsbanen, ville ein knapt kunne gje godsfrakt med tog det løftet i fart, kvalitet og kapasitet som er så viktig for næringsliv, trafikktryggleik, klima og miljø.

### *Fleire ulike løysingar å velje imellom*

Det er likevel ikkje opplagt kva for løysingar ein bør velje for eit driftsopplegg med person- og godstog på Vestlandsbanen. Praksisen i utlandet varierer mykje og lét seg vanskeleg kopiere direkte til Noreg.

Den enklaste måten å nytte høgfartsbaner til både person- og godstrafikk, er å køyre persontog på dagtid og godstog om nettene, når persontrafikken er innstilt. Om dagen køyrer godstoga på andre, parallelle baner – der dei finst. Slik har ein til dømes organisert trafikken på høgfartsbanene Hannover – Würzburg og Roma – Firenze.

Det same er planlagt for Vestlandsbanen mellom Oslo og Drammen. Der vil ein på dagtid køyre svært mange, raske persontog på ny bane, slik at det knapt vil vere disponible tidsrom for ikkje fullt så raske godstog mellom persontoga. Om dagen vil godstoga difor bruke eksisterande bane.

Eit slikt opplegg vil derimot fungere dårleg for andre delar av Vestlandsbanen. Rett nok ønskjer mange verksemdar å sende godset sitt seint om kvelden og få det fram til kundane tidleg neste dag. Det må likevel ikkje vere slik at eit godstog frå til dømes Sverige eller Mellom-Europa må vente i eller nær Oslo i mange timar før det kan køyre vidare mot Vestlandet. Ein bør difor setje av særskilde periodar i ruteplanen for køyring av godstog, i det minste kvar time, helst kvar halvtime – same om det faktisk vil gå godstog i alle desse periodane eller ei.

Men kan ein i det heile køyre eitt eller to godstog per time og retning, pluss fire, fem eller endå fleire persontog, slik illustrasjon 2-3 i kapitel 2.4 viser? Svaret er ja, men det finst fleire alternativ og ulike vilkår som kan vere nyttig å sjå nærare på:

- Godstog for ulike fartsnivå
- Ulike alternativ for forbikøyring av godstog
- Kor lang er ei natt?
- Krav til infrastrukturen

### **3.5.1 Godstog for ulike fartsnivå**

Gods som blir frakta på dobbeltspora baner, må vere sikra slik at det ikkje kan oppstå skader når ei trykkbølge frå eit møtande persontog treffer godstoget. Slike trykkbølger treng ikkje vere kraftigare på høgfartsbaner enn på baner for til dømes 200 km/t, sidan høgfartsbaner har minst 20 cm større sporavstand og høgfaststog ei betre aerodynamisk utforming enn andre tog. Påkjenningane kan likevel vere sterke, særleg ved godsfrakt i etter måten høg fart. I det følgjande er det difor lagt til grunn at godset blir frakta i konteinrarar eller andre, stabile lastberarar.

Godstog på baner i Noreg har i dag ikkje lov å køyre raskare enn 100 km/t. Grunna sterke stigningar kan eit godstog på eksisterande baner i Noreg heller ikkje ha større vognvekt enn om lag 800 tonn, om eit vanleg lokomotiv med fire akslingar skal kunne trekkje det. (Av desse 800 tonn utgjer vekten av sjølve godset berre vel halvparten, ved gjennomsnittleg bruk av kapasiteten.)

Mange stader i utlandet er det òg ganske vanleg å avgrense farten til godstoga til 100 km/t. Det skuldast at ein har baner med svært slake stigningar (maksimalt 0,6 – 0,8 %), slik at eit vanleg

fireaksla lokomotiv kan trekkje godstog med ei samla vognvekt på godt over 2 000 tonn. Slike tog har ofte 35–50 vogner (ved bruk av flate, fireaksla vogner til frakt av konteinarar eller liknande) og ein tilsvarande stor luftmotstand. Det gjer at desse toga dei fleste stadene, bortsett frå på lengre strekningar med fall, knapt kan kome opp i vesentleg større fart enn 100 km/t.

I Noreg er situasjonen annleis. Her vil det vere høgfartsbanene og einskilde andre, nyare strekningar som har eller vil ha dei slakaste stigningane. Stigningane vil likevel mange stader vere på 1,25 %. På slike baner kan eit fireaksla lokomotiv berre trekkje godsvogner med ei samla vekt på om lag 1 500 tonn. Desse godstoga er kortare enn dei tyngste toga i utlandet (berre om lag 25–30 fireaksla konteinarvogner<sup>50</sup> med ei samla lengd på om lag 500–600 meter), og har ein tilsvarande lågare luftmotstand (ved same fart).

For slike godstog er 120 km/t ein veleigna maksimumsfart. 120 km/t er òg det fartsnivået som dei fleste leverandørane av godsvogner har størst utval for, og skilnaden i innkjøpsprisen i høve til vogner for 100 km/t er marginal.

Eit godstog med ei samla vognvekt på 1 500 tonn er likevel eit nokså tungt tog og treng lang tid på å få opp farten. På glatte skinner kan det til dømes ta eitt heilt minutt å akselerere frå stillstand til 30 km/t og køyre dei første 250 metrane. Til samanlikning køyrer eit høgfarts-persontog på eitt minutt etter avgang vel 1 100 meter og kjem opp i 130 km/t. Det er eit viktig moment ved vurderinga av ulike løysingar for forbikøyring av godstog, jamfør kapittel 3.5.2.



**Bilete 3-3:** Oppgåvene i dette kapitelet om godstogvekter og -lengder gjeld for godstog med berre *eitt* lokomotiv. Ofte kan ein likevel bruke *to* lokomotiv og trekkje dobbelt så lange tog med dobbelt så tung last. Det aukar kapasiteten til banen. Biletet viser eit biltransporttog med to fireaksla lokomotiv på høgfartsbanen Montpellier–Barcelona, om lag ei halv mil nord for Figueras. Delstrekninga Figueras–Perpignan blir nytta av både høgfarts-persontog i 300 km/t og tunge godstog, òg på dagtid. Meir om dette banesambandet i kapittel 3.5.2. Foto: © Línea Figueras Perpignan.

<sup>50</sup> Dersom konteinarane ikkje er for tunge, kan toga òg ha vogner med berre to akslingar. Då aukar talet på vogner med om lag 50 %. Slike vogner har plass til to standard 20-fots-konteinarar (TEU), medan fireaksla konteinarvogner kan frakte tre TEU. Det finst òg seksaksla vogner (med to hengsla vognedelar og tre boggiar) med plass til fire TEU.



**Bilete 3-4:** Ein bane med rommelege svingar er ein viktig føresetnad for å kunne køyre lange og tunge godstog. Har banen derimot for krappe svingar, aukar risikoen for at eit godstog kan velte mot innsida av svingen når lokomotivet trekkjer toget med for stor kraft. Det er ikkje ei relevant problemstilling for tog på Vestlandsbanen, men kan vere det for tog til eller frå Sverige og Mellom-Europa. I samband med Follobane-prosjektet (planlagt opning 11.12.2022) har ein for innføringa til Oslo S bygd fire parallelle spor med sterke stigningar og 90-graders svinger med kurveradier på til dømes 277 meter (Østfoldbanen, sørgåande) og 190 meter (Follobanen, nordgåande).<sup>51</sup> Til samanlikning har ein av dei krappaste svingane i det norske banenettet, ved Trengereid (19 km aust for Bergen, sjå biletet), ein radius på 187 meter. Det tyder ikkje at ein ikkje kan køyre lange og tunge godstog på Follo- eller Østfoldbanen, men i dei ny-bygde, krappe svingane bør toga berre trille, utan kraft frå lokomotivet. Då kan godstoga heller ikkje stå stille i eller nær Oslo S og vente på andre tog med høgare prioritet. Dette framhevar mellom anna betydninga av ei jernbanebru over Oslofjorden. Foto: © Norsk Bane AS.

### *Godstog for meir enn 120 km/t*

Dersom ein ønskjer raskare godstog enn i maksimalt 120 km/t, finst det vogner for både 140 og 160 km/t. Dagen etter opninga av den 327 km lange høgfallsbanen Hannover – Würzburg i juni 1991 byrja til dømes dei tyske statsbanene å køyre godstog i 160 km/t mellom Nordsjøhamnene Bremen og Hamburg i nord og industrisentra Stuttgart og München i sør.<sup>52</sup> Tilbodet blei likevel lagt ned etter nokre år, av økonomiske grunnar. Tyder det at godstog for meir enn 120 km/t heller ikkje vil vere aktuelle for Vestlandsbanen?

Godstog for 140 eller 160 km/t må nødvendigvis vere kortare og mindre tunge enn godstog for 120 km/t, om ein skal kunne trekkje dei med like kraftige lokomotiv. Ved bruk av eit fireaksle lokomotiv bør den samla vekten til godsvognene til dømes knapt vere større enn 800 tonn om toget

<sup>51</sup> Oppgåvene er henta frå «Nytt dobbeltspor Oslo – Ski, Follobanen, Regulering av Follobanen i Oslo kommune, Teknisk plan», Jernbaneverket 22.05.2013. Sørgåande spor for Østfoldbanen og nordgåande spor for Follobanen vil ha kraftig stigning nær Oslo S, medan nordgåande spor for Østfoldbanen (med 285 meter kurveradius) og sørgåande spor for Follobanen (med 200 meter kurveradius) vil ha fall.

<sup>52</sup> Sjå [https://de.wikipedia.org/wiki/Schnellfahrstrecke\\_Hannover-Würzburg](https://de.wikipedia.org/wiki/Schnellfahrstrecke_Hannover-Würzburg), avsnittet om «Güterverkehr». Hamburg / Bremen – Stuttgart / München er distansar på 70 – 80 mil.

skal kunne halde 160 km/t og akselerere til slik fart innan rimeleg tid. (Det er den same, maksimale vognvekta som eit fireaksla lokomotiv kan trekkje på dei til dels svært bratte, eksisterande jernbanene i Noreg.)

Det tyder at tog for 160 km/t berre er 280–330 meter lange, at ein normalt bør køyre dobbeltsett (altså 550–650 meter lange tog med to lokomotiv, jamfør bilete 3-3) og at ein treng *to* lokomotiv for å frakte om lag like tung last i opp mot 160 km/t som ein kan frakte med *eitt* lokomotiv i opp mot 120 km/t – vel å merke på baner med maksimalt 1,25 % stigning.

Lokomotiv er dyre. I tillegg kostar godsvogner for 160 km/t ein del meir enn godsvogner for 120 km/t, grunna betre fjøring og kraftigare bremsar. Materiellkostnadene til godstog for 160 km/t, rekna per fraktmengd, er difor rundt 50–70 % større enn for tog for 120 km/t.

På annan side kan godstog for 160 km/t køyre fleire og/eller lengre turar i løpet av eit døger enn tog for 120 km/t. Ein treng altså færre tog for å utføre like mange fraktoppdrag. Denne innsparringa er ofte ikkje tilstrekkeleg til å kompensere heile auken i materiellkostnadene ved bruk av godstog for 160 km/t. Det kan likevel vere riktig å velje dei raskaste toga, til dømes på baner der godstog for 160 km/t kan køyre lengre strekk utan å bli køyrt forbi av persontog, medan tog for 120 km/t må stoppe ofte for å sleppe eit persontog forbi.

Noko av det same gjeld for energibehov og delvis for slitasje og støy. Høgare fart tyder generelt at energibehovet, slitasjen og støyen blir større, men når alternativet er mange nedbremsingar og akselerasjonar for å la persontog køyre forbi, blir konklusjonen ikkje like eintydig eller jamvel snudd til det motsette.<sup>53</sup>

Vidare er korte transporttider ofte avgjerande for at kundane skal kunne velje tog framfor trailer. Godstog i opp mot 160 km/t, med til dømes 11–12 timars køyretid frå Vestlandskysten til Nord-Tyskland,<sup>54</sup> vil òg kunne opne nye marknader. Toga vil til dømes kunne levere fersk fisk til kundar i større avstand frå Noreg enn det er mogeleg i dag. Trailerfrakt og ordinær togtransport ville ta for lang tid og flyfrakt ville bli for dyr. Togfrakt i 160 km/t vil derimot kunne auke både fraktvoluma, vareverdien<sup>55</sup> og betalingsviljen for transporten.

Større fraktvolum og høgare inntekter kunne òg ha tryggja lønsam drift for godstoga i 160 km/t i Tyskland. I 1994 kom likevel ei ny lov<sup>56</sup> som konsekvens av EU-direktivet 91/440 om å skilje togdrifta frå jernbanen sin infrastruktur. No skulle togoperatørselskapa betale ei avgift for bruken av banene. Avgifta for raske godstog var ein god del høgare enn avgifta for mindre raske godstog. Det kom på toppen av fleire andre problem.<sup>57</sup> Året etter gjekk det siste godstoget i 160 km/t.<sup>58</sup>

For tida køyrer ein ikkje tyngre godstog i 160 km/t, verken i Tyskland eller i andre land. Mange stader er det vanskeleg å kompensere meirkostnadene til togsetta med større køyredistansar, og det tidssensitive godset er ofte pakkar med liten vekt. For det har ein andre løysingar.

<sup>53</sup> Det gjeld til dømes for slitasjen på skinnegangen. Svingar på høgheitsbaner har ei ikkje ubetydeleg dosering, slik at eit godstog i 160 km/t slitar *mindre* på innerskinna enn eit godstog i 120 km/t, sjølv ved same aksellast.

<sup>54</sup> Ei slik køyretid krev ein bane av same standard som Vestlandsbanen frå Oslo mot sør (eller frå ein stad nær Drammen mot ei bru over Oslofjorden) og i det minste fram til dobbeltsporet ved Öxnered nær Trollhättan. Investeringsbehova lenger sør er mindre, sidan store delar av dei eksisterande banesambanda mot Tyskland er dobbeltspora og dimensjonerte for 160–200 km/t, jamfør <https://openrailwaymap.org/>. Femern Bælt-tunnelen er planlagt opna før 2030.

<sup>55</sup> Nye fryseteknikkar i dei siste åra har heva kvaliteten og salsverdien av frosen fisk. Ein får likevel framleis betydeleg betre prisar for fersk fisk.

<sup>56</sup> Sjå <https://de.wikipedia.org/wiki/Eisenbahnneuordnungsgesetz>

<sup>57</sup> Godstoga for 160 km/t hadde ikkje berre vogner for konteinarar, men òg lukka godsvogner med skuvedører for frakt av stykkgoods. Dei tek mykje meir tid å losse og laste enn konteinarar, og toga stod stille i lange tider. Godstoga kunne heller ikkje køyre i 160 km/t på heile strekninga. Til dømes stod ny bane Nürnberg–Ingolstadt–München ikkje ferdig før i 2006. I praksis køyrde toga berre ein tur per døgn, om nettene. Det var for lite til å kompensere meirkostnadene til togmateriellet.

<sup>58</sup> Mange av godsvognene for 160 km/t har seinare blitt nytta i tog i 140 km/t, men berre for lettgoods, i såkalla Parcel InterCity-tog. Det finst likevel òg interessante utviklingar for tyngre gods, sjå <https://www.railwaygazette.com/traction-and-rolling-stock/competitive-freight-wagon-aims-to-boost-rail-freight/62615.article>.

## Ekspressgodstog

Ekspressgodstog for 300 km/t finst mellom anna i Frankrike og Italia.<sup>59</sup> Dette er ombygde persontog med lasterom framfor kupéar, til bruk for tidssensitiv gods i små og lette kolli. Desse toga køyrer på høgfartsbanene både på dagtid og om nettene, og har mest dei same køyre-tidene som persontoga. Toga er ikkje eigna for frakt av tyngre gods og har ikkje plass til nokon standard 20-fots-konteinar (TEU).

Slik frakt er heller ikkje mogeleg med kinesiske ekspressgodstog for 350 km/t, men desse toga kan frakte mindre konteinarar, slik dei er vanlege ved flyfrakt. Toga er 210 meter lange og kan ta opp mot 120 tonn last.<sup>60</sup>

Slike tog vil òg kunne vere aktuelle for Vestlandsbanen. Alternativt vil ein kunne byggje om ein-skilde delar av persontoga slik at dei kan frakte mindre mengder ekspressgods, til dømes i lasterom like bak førarkabinen.

### 3.5.2 Ulike alternativ for forbikøyring av godstog

Holmestrand stasjon på Vestfoldbanen er eit godt døme på korleis ein kan køyre forbi eit godstog på ein høgfartsbane. Stasjonen har fire spor, to indre for gjennomgåande tog i opp mot 250 km/t og to ytre for tog som skal stoppe. Dei to ytre spora har utvendige plattformer for av- og påstigande reisande, men spora er mykje lengre enn plattformene (totalt om lag 800 meter), slik at ein til dømes får plass til eit godstog med ei samla vognvekt på 1 500 tonn.

Høgfartsbanen Montpellier – Barcelona (for 300 km/t) er derimot basert på ein annan tankegang. Delstrekningane Montpellier – Béziers (planlagt) og Figueras – Perpignan (i drift), begge på om lag fem mil, er fleirbruksbaner som blir nytta av både høgfarts-persontog og godstog på dagtid. Andre delstrekningar er derimot berre for persontog. Der finst det lengre, parallelle dobbelt-sporbaner av god standard til bruk for godstoga.

Dette sporsystemet har den fordel at godstoga held nokså høg fart (sett i høve til toppfarten til godstoga), både når dei kjem inn på fleirbruksbanene og når dei køyrer ut av dei. Det gjev rom for fleire tog på banene enn om spora til forbikøyring av godstog er ganske korte, nærast som ei «busslomme». Når spora er korte, bruker godstoga betydeleg meir tid på fleirbruksbanene, sidan mesteparten av akselerasjonane og nedbremsingane til godstoga skjer der.

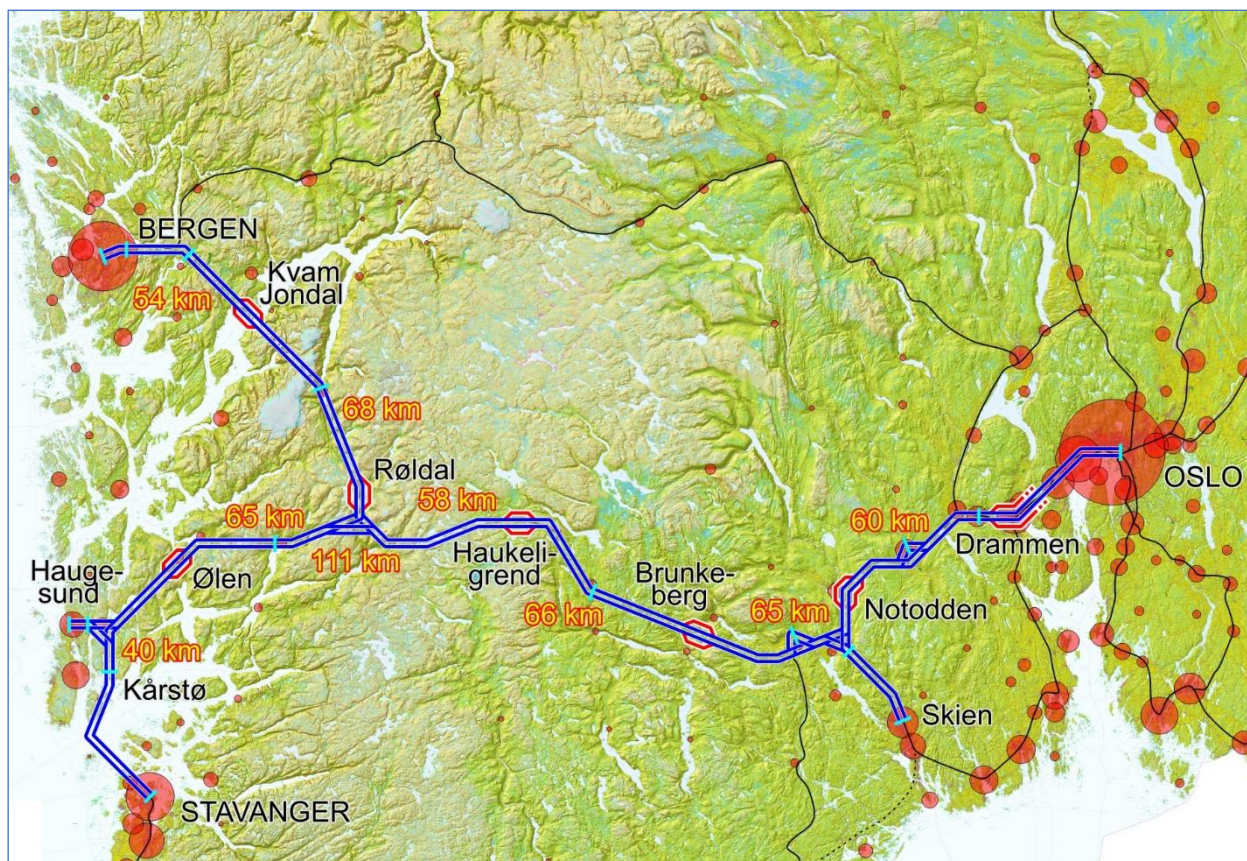
Av same grunn femna bygginga av den nye, 57 km lange Gotthardtunnelen i Sveits ikkje berre om sjølve tunnelen, men òg om fleire kilometer lange tospors-baner både nord og sør for tunnelen. Desse nye spora har overgangar til andre parallelle, dobbeltspora baner av eldre dato, slik at ein fekk lengre delstrekningar med fire spor utanfor bane tunnelendane. Det gjev kapasitet for tre godstog og eitt persontog i kvar halvtime og i kvar retning, utan behov for noka forbikøyring i tunnelen.<sup>61</sup>

Gotthardtunnelen er eit interessant døme av di eit driftsopplegg med tre godstog og eitt persontog per halvtime og retning liknar mykje på eit driftsopplegg med tre persontog og eitt godstog, slik ein vil kunne ha behov for på Vestlandsbanen. Skilnaden er at det i dag ikkje finst lengre, dobbeltspora baner som saman med Vestlandsbanen vil kunne fungere som lengre delstrekningar med fire spor. Det er likevel viktig å ha undersøkt om ein vil kunne oppnå den same effekten, til dømes ved å byggje Vestlandsbanen med om lag 5 km lange delstrekningar med fire spor i avstandar på nokre mil.

<sup>59</sup> Ekspressgodstoga i Italia blir marknadsførde som «Mercitalia Fast», sjå <https://railcolornews.com/2018/10/29/it-video-mercitalia-fast-inside-italys-new-high-speed-freight-train/> (særleg frå om lag 1:45 min:sek).

<sup>60</sup> Sjø <https://www.railwaygazette.com/high-speed/crrc-tangshan-unveils-high-speed-freight-train/58117.article> og videoen nedst i oppslaget.

<sup>61</sup> Sjø <https://company.sbb.ch/en/media/background-information/gotthard-base-tunnel.html>, avsnittet «Operation» og <https://www.sbb.ch/en/buying/pages/fahrplan/fahrplan.xhtml> for avgangstidene til persontog, til dømes mellom Arth-Goldau og Bellinzona.



**Kart 3-2:** Skisse til eit mogeleg sporsystem på Vestlandsbanen, med om lag 5 km lange spor (vist i raudt) til forbi- og ring av godstog i avstandar (vist i gult på raud bakgrunn) på om lag 60–65 km, altså som oftast i annankvar stasjon. Dei andre stasjonane (med berre korte spor til forbi- og ring av godstog) er markerte med tverrgåande strek i lyseblått. I tillegg vil det vere behov for lange eller korte spor til forbi- og ring av godstog om lag midtvegs mellom Ølen og Haukeligrend (111 km), mellom Sauda og Haukeligrend (79 km) og/eller mellom Røldal og Haukeligrend (58 km), avhengig av driftsopplegget. Slike spor er ikkje teikna inn her.

Illustrasjon 3-2 ovanfor viser ei skisse til eit mogeleg sporsystem, der lange delstrekningar med fire spor (på om lag 5 km kvar) blir bygde ved annankvar stasjon,<sup>62</sup> altså i avstandar på om lag 60–65 km,<sup>63</sup> i tillegg til korte delstrekningar med fire spor (på om lag 1 km kvar) ved alle dei andre stasjonane. Eit slikt sporsystem ligg til grunn for fleire av dei ulike alternativa som blei vurderte for samdrift av person- og godstog på Vestlandsbanen:

- Godstog for 120 km/t blir køyrde forbi av persontog etter køyredistansar på om lag 30–35 km, altså i nærast kvar einaste stasjon. Både korte og lange spor til forbi- og ring blei vurderte.
- Godstog for 120 km/t blir køyrde forbi av persontog etter køyredistansar på om lag 60–65 km, altså som oftast i annankvar stasjon. Både korte og lange spor til forbi- og ring blei vurderte.
- Godstog for 120 km/t blir køyrde forbi av persontog etter køyredistansar på om lag 60–65 km, men ved andre føresetnader for togvekt og avgangsfrekvensar enn ovanfor.
- Godstog for 160 km/t blir køyrde forbi av persontog etter køyredistansar på opp mot 100 km. . Berre korte spor til forbi- og ring blei vurderte.

<sup>62</sup> Det er naturleg å lokalisere både korte og lange firespors-strekningar ved stasjonane av di både godsterminalar (på stader med større fraktmengder) og enkle spor for å lasting og lossing (på stader med mindre fraktmengder) vil liggje like ved stasjonane. Dessutan aukar det òg kapasiteten i persontogtrafikken når tog med opphald på ein stasjon kan nytte lengre spor til nedbremsing og akselerasjon.

<sup>63</sup> Med unnatak av områda nær Oslo og nær Vestlandskysten, vil stasjonane til Vestlandsbanen liggje i ein avstand på om lag 30–35 km, sjå kapittel 3.3.

Grunnlaget for vurderinga av desse alternativa var mellom anna<sup>64</sup> at det utanom nærområda til dei største byane ikkje vil vere behov for å tilby meir enn halvtimes avgangar med persontog i kvar retning. Det tyder mellom anna at dei fire persontoga som er planlagde å gå kvar time frå Stavanger til Bergen og Oslo (to tog til Bergen og to tog til Oslo, sjå kapitel 2.4), ikkje nødvendigvis må køyre 0, 15, 30 og 45 minutt etter kvar heile time, men til dømes òg kan ha avgang på minutta 0 og 30 til Bergen og på minutta 4 og 34 til Oslo.<sup>65</sup> Det er her lagt til grunn at toga som går på minutta 0 og 4 som regel *ikkje* stoggar på dei same stasjonane i Rogaland, og at det same gjeld for avgangane på minutta 30 og 34.

Eit slikt opplegg vil ha fleire fordelar: når eit godstog skal stoppe for å sleppe raskare persontog forbi, vil det kome *to* persontog like etter kvarandre. Etter det vil godstoget kunne køyre ganske lenge før neste stopp. Dersom rutetidene til persontoga derimot er meir spreidde, vil godstoget sleppe berre *eitt* persontog forbi om gongen (og må difor stoppe dobbelt så ofte) eller må vente mykje lengre ved kvart stopp. Det tilseier òg å *ikkje* køyre persontog med svært varierende gjennomsnittsfart – sjølv om det vil kunne ha einskilde fordelar for togtilbodet i persontrafikken.

Vidare gjeld den følgjande drøftinga primært for den delen av Vestlandsbanen som vil liggje vest for Nautsund i nordaustlege del av Midt-Telemark kommune. Nær Nautsund er det planlagt eit knutepunkt, der tog frå Grenland vil kome inn på same bane som tog frå Vestlandet vil køyre på mot Oslo. Aust for dette punktet – som vil liggje 70 km vest for Drammen – vil det kunne bli endå fleire tog på Vestlandsbanen enn lenger vest, ikkje minst ved ei sterk, positiv utvikling av banenettet på Sørlandet og mot Grenland og Vestfold,<sup>66</sup> jamfør illustrasjon 2-3 i kapitel 2.4.

Ved fleire tog på Vestlandsbanen vil det i utgangspunktet bli meir krevjande å finne tidsrom for køyring av godstog mellom raskare persontog. På annan side vil avstandane mellom dei planlagde stasjonane aust for Nautsund vere kortare enn lenger vest. I tillegg vil to parallelle baner ved Kongsberg gje auka kapasitet og fleksibilitet. Det vil forenkle samdrifta av person- og godstog. Gjennomsnittsfarten til godstoga vil likevel kunne bli noko lågare enn lenger vest dersom godstoga blir køyrde forbi av persontog i kortare avstandar.

### 3.5.2.1 Alternativ a: godstog for 120 km/t blir køyrde forbi i nærast kvar einaste stasjon

Det vil det vere teknisk mogeleg å gjennomføre eit slikt driftsopplegg, ved både korte og lange spor i stasjonane til forbikøyring av godstog, sjå illustrasjon 3-2 på neste side, basert på om lag 1 km lange spor i stasjonane og eit kalkulasjonsgrunnlag som svarer til dei mest utfordrande delstrekningane til Vestlandsbanen. Konklusjonen om gjennomføring av driftsopplegget gjeld likevel ikkje ved store avstandar mellom stasjonane, særleg mellom Sauda og Haukeligrend (79 km). Der vil ein òg mellom stasjonane ha behov for spor til forbikøyring av godstog.

Vidare kan eit slikt opplegg vere problematisk der godstoga må forsere lengre delstrekningar med stigning like etter avgang frå ein stasjon. Mellom Bø i Telemark og Brunkeberg er det til dømes planlagt ei 13 km lang strekning med 1,2 % stigning som vil byrje berre 250 meter vest for Bø stasjon. Slike stigningar kan vere kritiske, sidan godstoga vil bruke svært lang tid<sup>67</sup> til å få opp farten og vil kunne hindre raskare, påfølgjande persontog.

<sup>64</sup> Ein viktig føresetnad for samdrifta av gods- og persontog på Vestlandsbanen er eit moderne togstyringssystem som ETCS, i det minste på såkalla «level 2». Dette systemet må vere installert i alle toga som køyrer på banen.

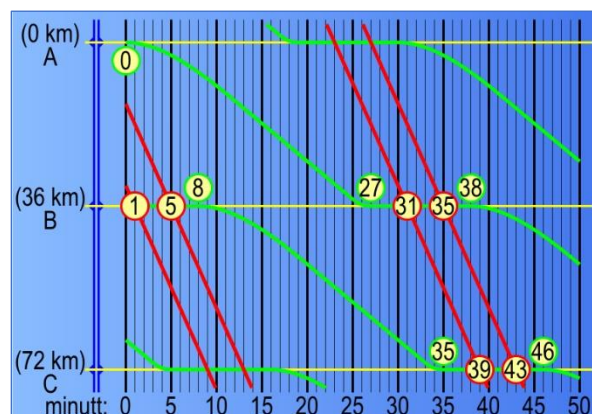
<sup>65</sup> Som nemnt i kapitel 3.3, har høg fartstoga i Japan avgangar i ned mot 3 minuttstidsavstand. Her er det rekna med minimum 4 minuttstidsavstand, for å tryggje ein noko større fleksibilitet i tilfelle forseinkingar.

<sup>66</sup> Ei slik utvikling er svært ønskeleg og teke høgde for i planane for Vestlandsbanen, men vil òg gje behov for auka banekapasitet. Kommunane Drammen og Øvre Eiker arbeider for tida med å regulere areal for ein dobbeltspora bane i og nær eksisterande sportrasé via Mjøndalen og Hokksund, men planarbeidet bør inkludere eit ekstra spor som vest for Losmoen går parallelt med E134, slik at godstoga får eit alternativ til «hestesko»-svingen som ligg i dag vest for Hokksund stasjon og berre har 265 meter kurveradius. Jamfør òg teksten til bilete 3-4.

<sup>67</sup> På ein horisontal bane har eit fireaksla lokomotiv ei trekraft på om lag 250 kN (kiloNewton) ved start. Dersom banen derimot har 1,2 % stigning, vognene i toget veg 1 500 tonn og lokomotivet 85 tonn, verkar tyngdekrafta med vel 185 kN mot køyreretninga ( $1585 \times 0,012 \times 9,81$ ). Lokomotivet må altså bruke 75 % av trekrafta si (185 av 250 kN) til å motverke tyngdekrafta og kan berre nytte 25 % til å overvinne køyremotstanden og akselerere toget.

**Illustrasjon 3-2:** Tidslinjer til godstog (grøne linjer) og persontog (raude linjer) ved køyring på ein fiktiv bane med konstant 0,8 % stigning og stasjonar i 36 km avstand. Til samanlikning vil til dømes Odda–Røldal bli 35,9 km lang og ha 0,78 % stigning i gjennomsnittet.

Illustrasjonen gjeld for køyring av eitt godstog og to persontog per halvtime og retning.<sup>68</sup> Tala i sirklane viser køyretider inkludert reservar til å kunne fange opp eventuelle forseinkingar.<sup>69</sup> Dersom eit godstog har avgang frå stasjon A null minutt etter kvar heile time, vil det kome til stasjon B på minuttet 27. Ved 4 minuttts tidsavstand mellom toga kan to påfølgjande persontog passere stasjon B på minutta 31 og 35, og godstoget kan atter byrje å køyre på minuttet 38, av di det tunge godstoget eitt minutt etter avgang (minutt 39) framleis ikkje vil ha kome til sporet for gjennomgåande tog.



Ved Bø vil ein likevel ikkje få slike situasjonar, sidan det òg av andre grunnar enn godstogtrafikken er planlagt to parallelle baner, ein via Bø stasjon og ein annan utanom Bø, sjå kapitel 3.4. Denne kombinasjonsløyninga vil gjere det mogeleg for eit godstog via Bø stasjon å akselerere på ei nær 3 km lang strekning før det kjem inn på banen utanom Bø. Der vil godstoget ha mykje høgare fart enn om det køyrte ut av ei «busslomme», og slik vere mindre til hinder for andre tog.

Tilsvarende betydning for godstogtrafikken vil dei to parallelle banene ha som vil gå via og utanom Kongsberg stasjon. Der er det òg planlagt betydelege stigningar som vil kunne bli kritiske utan ei kombinasjonsløyning.

Mest problematisk er likevel det faktum at køyretida til godstoga vil bli ein halvtime lengre enn køyretida til persontoga for kvar gong godstoga blir køyrde forbi av eitt eller fleire persontog. Ved til dømes 11 forbiøkøyningar mellom Bergen og Oslo svarer det ei køyretid på om lag åtte timar, eller berre rundt 50 km/t i gjennomsnittet.<sup>70</sup> Liknande vil gjelde for togfrakt mellom Haugesund / Stavanger og Oslo. Slik fart er for låg for eit reelt alternativ til godsfrakt på veg. Driftsopplegget vil vere teknisk mogeleg, men lite tilrådeleg.

### 3.5.2.2 Alternativ b: godstog for 120 km/t blir køyrde forbi i annankvar stasjon

Dersom spora i stasjonane til forbiøkøyning av godstog er korte, vil det generelt *ikkje* vere mogeleg å gjennomføre eit slikt driftsopplegg. Godstoga vil ikkje klare å køyre heile den lange distansen før dei vil bli tekne att av etterfølgjande persontog.

Byggjer ein derimot om lag fem km lange spor til forbiøkøyning av godstog i tråd med skissa på kart 3-2, vil opplegget, med einskilte unnatak, vere mogeleg å gjennomføre, sjå illustrasjon 3-3 på neste side.

Unnataka gjeld for delstrekningane nær Haukelifjellet, mellom Sauda, Røldal og Haukeligrend. Der vil avstandane mellom stasjonane vere større enn elles, og persontoga vil kunne oppnå høgare gjennomsnittsfart enn andre stader. I dette området vil det vere behov for spor til forbiøkøyning av godstog i klart kortare avstand enn om lag seks mil. Til gjengjeld vil desse spora kunne vere korte.

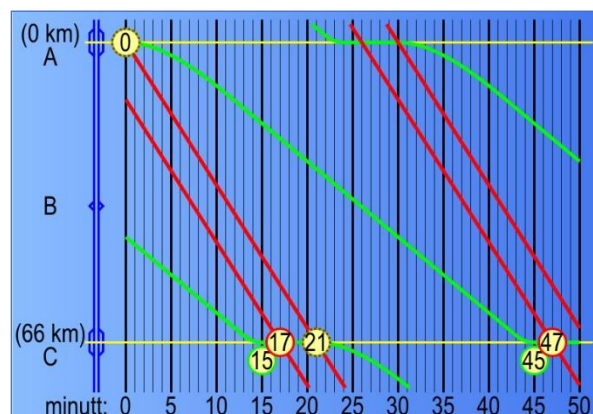
<sup>68</sup> Ved mindre utfordrande tilhøve, til dømes kortare avstand mellom stasjonane, slakare stigning på banen, lågare fartsgrenser på banen eller persontog som stoggar på minst ein av stasjonane, vil det òg vere rom for tre persontog i kvar halvtime. Det vil likevel kunne ha som konsekvens at ein berre vil kunne køyre eitt godstog per time, ikkje to, som lagt til grunn for illustrasjonen.

<sup>69</sup> Tidslinjene for godstoga er til dømes baserte på ein maksimumsfart på 100 km/t, sjølv om toga vil kunne køyre litt raskare enn dette. Tidslinjene for persontoga svarer til ein fart på 270 km/t. Det er den maksimale ruteplanmessige farten på ein bane som er gjennomgåande dimensjonert for 300 km/t, og vil berre vere oppnåeleg ved bruk av sterkt motoriserte togsett med god aerodynamisk utforming.

<sup>70</sup> Køyredistansen Bergen–Oslo på Vestlandsbanen vil bli 411 km. Haugesund–Oslo vil bli 384 km, Kårstø–Oslo 382 km (Kårstø stasjon vil ligge nær ein mogeleg godsterminal på Gismarvik) og Stavanger–Oslo 431 km.

**Illustrasjon 3-3:** Tidslinjer som er baserte på dei same føresetnadene som illustrasjon 3-2 på førre side, men med følgjande unnatak: Avstanden mellom to stasjonar med lange spor til forbikøyring av godstog (A og C) er 66 km og farten til persontoga er 190 km/t i gjennomsnittet. Grunnen til det siste er at persontoga normalt vil stoppe på minst ein av stasjonane A, B eller C, og difor vil bruke litt meir tid.<sup>71</sup>

Dersom eit godstog har avgang frå stasjon A på minutt 0, vil det kome til stasjon C på minutt 45. Men alt før minutt 43 vil godstoget ha køyrt ut av sporet for gjennomgåande tog, slik at eit påfølgjande persontog kan passere på minutt 47. Godstoget vil atter kunne byrje å køyre på minutt 51 (sjå same situasjon ein halvtime tidlegare, ved minutt 21), altså samstundes med passeringa av det andre persontog, sidan det vil ta meir enn 4 minutt før godstoget vil kome inn på sporet for gjennomgåande tog.



Ein viktig føresetnad for eit driftsopplegg med om lag 5 km lange spor i avstandar på om lag 60 – 65 km er ei sporlokalisering som vist på kart 3-2. Tanken bak denne skissa er å plassere dei lange spora til forbikøyring av godstog (som oftast ved annankvar stasjon) slik at etappene derimellom får slakast mogeleg, gjennomsnittleg stigning – og godstoga kan halde høgast mogeleg fart. Det finst andre måtar på å lokalisere dei lange spora til forbikøyring av godstog, men desse vil vere mindre gunstige for godstogtrafikken.

Eit anna vilkår for det aktuelle driftsopplegget er at gjennomsnittsfarten til persontoga på alle delstrekningane (utanom Sauda – Haukeligrend og Røldal – Haukeligrend) er på 200 km/t eller mindre. Ei slik avgrensing gjeld – truleg ikkje tilfeldigvis – òg for toga i Gotthardtunnelen, og vil faktisk knapt utgjere nokon konflikt med marknadspotensialet til Vestlandsbanen.

Det har følgjande forklaring: Vestlandsbanen særmerker seg ved at avstandane mellom ende-punkta er så korte at ein vil kunne tilby kortare reisetider enn med fly, sjølv ved mange stopp på stasjonar langs banen. Ei reisetid på 2:25 timar frå Oslo til Stavanger svarer til dømes til ein gjennomsnittsfart på knapt 180 km/t, medan same reisetid Oslo – Bergen svarer til 170 km/t.<sup>72</sup>

Rett nok vil persontoga oppnå noko høgare fart vest for Drammen enn mellom Drammen og Oslo, men likevel ikkje meir enn 180 – 190 km/t i gjennomsnittet vest for Drammen. Det kan òg vere aktuelt å køyre einskilte tog på litt kortare tid enn 2:25 timar. Tabell 3-1 i kapittel 3.3<sup>73</sup> viser likevel at persontoga måtte køyre nokså lange strekk utan noko stasjonsopphald for å kunne oppnå ein gjennomsnittsfart på over 200 km/t. Det vil difor knapt utgjere ei reell avgrensing, om ein legg her til grunn at persontoga ikkje får køyre raskare enn 200 km/t i gjennomsnittet.

Fordelen til det aktuelle driftsopplegget er at eit godstog mellom til dømes Bergen og Oslo ikkje må vente meir enn fem eller seks gongar (avhengig av ruteplanen for persontog<sup>74</sup>) på å bli køyrt

<sup>71</sup> Det er òg svært sannsynleg at delar av strekninga vil ha lågare fartsgrense enn 300 km/t. Vidare vil gjennomsnittsfarten til persontoga på delstrekningar med stigning vere lågare enn på delstrekningar med fall, og vil knapt kunne vere større enn gjennomsnittsfarten mellom endepunkta til Vestlandsbanen. Når eit persontog stopper på ein stasjon, vil tidslinja ikkje vere ei bein linje, men likne på ei horisontalt komprimert tidslinje for eit godstog. Det er vanskeleg å vise i illustrasjonen, sidan toget vil kunne stoppe på ulike stasjonar eller jamvel på fleire av dei.

<sup>72</sup> Sjå fotnote 71 på førre side for distansane. Høgare gjennomsnittsfart for Oslo – Stavanger enn for Oslo – Bergen skuldast etter måten låg fart på strekninga Arna – Bergen og på brua over Hardangerfjorden. Hovudspennet til brua vil vere rettlinja og delstrekningane på begge sider av brua tole minst 250 km/t, men av omsyn til stabilitetskrava og byggekostnadene har ein lagt til grunn at persontoga ikkje held høgare fart enn 120 km/t på brua.

<sup>73</sup> Tabellen viser berre eitt døme på ein gjennomsnittsfart på over 200 km/t, nemleg Stavanger – Sauda nonstop (205 km/t, rekna frå avgang Stavanger til avgang Sauda). Mest truleg vil toga likevel stoppe på minst ein av dei to mellomliggjande stasjonane, Kårstø og / eller Ølen, slik at gjennomsnittsfarten blir klart lågare enn 200 km/t.

<sup>74</sup> Eit av spørsmåla er om eit godstog vil kunne klare å køyre heile den 58 km lange distansen Røldal – Haukeligrend utan å måtte sleppe eit påfølgjande persontog forbi. Svaret på spørsmålet vil mellom anna vere avhengig av om persontog vil ha eit opphald på Røldal stasjon eller ei. Liknande gjeld for spørsmålet om ein treng ei eller to forbikøyringar mellom Ølen og Haukeligrend.

forbi, og slik vil kunne klare distansen på om lag 5 eller 5½ timar. Det vil vere fleire timar raskare enn ved driftsopplegget som er omtalt i førre underkapitel, og utgjere eit godt utgangspunkt for eit konkurransedyktig frakttilbod med tog, ikkje minst sett i høve til problema for lastebilfrakt om vinteren og over høgjellet.

Ulempa er at ein vil måtte investere fleire milliardar kroner for å byggje mange kilometer bane med fire parallelle spor.<sup>75</sup> Det er difor viktig å ha undersøkt om ein vil kunne oppnå noko av det same utan slike tilleggsinvesteringar.

### 3.5.2.3 Alternativ c–e: variantar ved endra togvekt og avgangsfrekvensar

#### Endra avgangsfrekvens

Det kan tenkjast at ein bør utvide «takta» i ruteplanen frå kvar halvtime til kvart 40. minutt, sjå illustrasjon 3-4 nedanfor. «Takta» er den tida som vil gå mellom ein periode med avgangar etter eit særskilt mønster til den neste perioden med avgangar etter det same mønsteret.

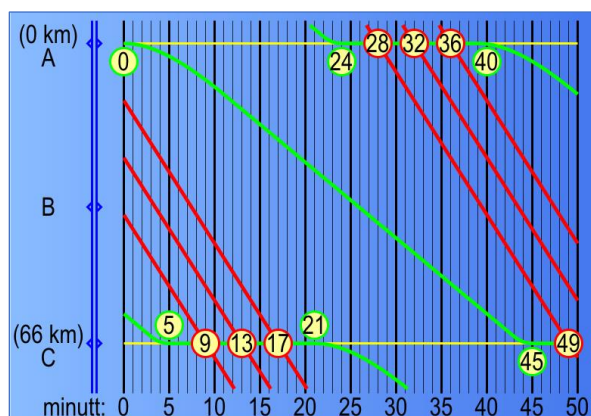
Eit slikt driftsopplegg vil ikkje vere noko fullgodt alternativ til andre løysingar, men vil kunne vere aktuelt for seine kveldstimar, når etterspurnaden i persontrafikken er vesentleg mindre enn elles på dagen. Opplegget vil gje rom for eitt godstog og tre persontog per halvtime og retning.

Fordelen er at ein vil kunne klare seg med korte spor til forbikøyring av godstog, og at ein heller ikkje vil vere bunden til å leggje forbikøyringane til særskilde stasjonar, slik det vil nødvendig ved driftsopplegget som er omtalt i førre underkapitel. Det vil auke fleksibiliteten, både for ruteplanarbeidet generelt og til dømes når eit godstog skal stoppe på ein av stasjonane langs Vestlandsbanen for å laste eller losse gods.

Ulempa er at eit godstog mellom til dømes Bergen og Oslo vil bruke om lag 5:50 til 6:30 timar for distansen, altså minst 50 minutt meir enn ved driftsopplegget som er omtalt i førre underkapitel, med tilsvarande konsekvensar for attraktiviteten til godsfrakt med tog.

**Illustrasjon 3-4:** Tidslinjer som er baserte på dei same føresetnadene som illustrasjon 3-3 på førre side, men ved korte spor til forbikøyring av godstog og ei «takt» i ruteplanen på 40 framfor 30 minutt. Driftsopplegget vil gje rom for tre persontog per retning i ein periode på 40 minutt, og ev. endå fleire ved mindre utfordrande tilhøve.<sup>76</sup> Alternativt vil ein stå friare til å velje stoppestadene for persontoga.<sup>77</sup>

Dersom eit godstog har avgang frå stasjon A på minutt 0, vil det kome til stasjon C på minutt 45. Sidan spora til forbikøyringane av godstog er korte, kan tre påfølgjande persontog ikkje passere før minutta 49, 53 og 57. For godstoget er det lagt inn ei ny avgangstid på minutt 61 (sjå same situasjon 40 minutt tidlegare, ved minutt 21), sjølv om det òg kunne ha køyrt på minutt 60 eller 20, jamfør illustrasjon 3-2. Driftsopplegget inkluderer altså ein liten tilleggsreserve.



#### Godstog med redusert vekt

Eit anna, tenkjeleg alternativ er å redusere vekten til godstoga slik at dei kan halde høgare fart på delstrekningane med betydeleg stigning. Illustrasjon 3-5 på neste side viser tidslinjer for godstog med ei samla vognvekt på litt under 1 200 tonn, mot 1 500 tonn ved illustrasjonane 3-3, 3-3 og

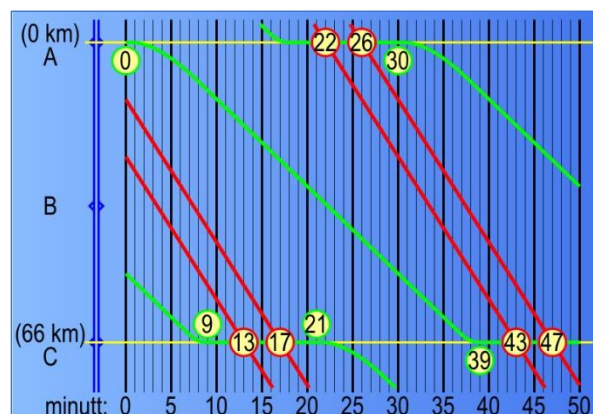
<sup>75</sup> Det er vanskeleg å gje presise opplysningar om omfanget av tilleggsinvesteringane. Sjølv om det vil kunne vere tilstrekkeleg for driftsopplegget å byggje akkurat 5 km lange spor til forbikøyring av godstog, vil spora kunne bli betydeleg lengre av di sporvekslane i endane av spora må liggje på stader der banen for gjennomgåande tog er rettlinja. Slike stader vil kunne liggje mykje lenger borte frå midten av ein stasjon enn berre 2,5 km.

<sup>76</sup> Det gjeld til dømes for kortare avstand mellom stasjonane enn 66 km og slakare stigning på banen enn 0,8 %.

<sup>77</sup> Jamfør vurderinga av alternativa i kapittel 3.5.2.5.

**Illustrasjon 3-5:** Tidslinjer som er baserte på dei same føresetnadene som illustrasjon 3-3 i kapittel 3.5.2.2, men ved korte spor til forbikøyring av godstog og bruk av godstog med ei vognvekt på knapt 1 200 tonn. Driftsopplegget vil gje rom for eitt godstog og to persontog per halvtime og retning, og ev. fleire ved mindre utfordrande tilhøve.<sup>78</sup>

Dersom eit godstog har avgang frå stasjon A på minutt 0, vil det kome til stasjon C på minutt 39. To påfølgjande persontog kan då passere på minutta 43 og 47, og godstoget vil atter kunne byrje å køyre på minutt 51 (sjå same situasjon ein halvtime tidlegare, ved minutt 21). Dersom distansen er kortare enn 66 km, til dømes berre 58 km, jamfør kart 3-2, vil godstoget bruke 35 minutt for distansen (ikkje 39), slik at ein vil kunne køyre tre, og ikkje berre to persontog per halvtime og retning.



3-4. Slike tog vil sjølv på baner med gjennomgåande 0,8 % stigning kunne halde 120 km/t,<sup>79</sup> og slik oppnå 6 minutt kortare køyretid på ei 66 km lang strekning enn tog med ei samla vognvekt på 1 500 tonn.<sup>80</sup> Det vil gje rom for eit driftsopplegg med eitt godstog og to persontog per halvtime og retning, utan behov for lange spor til forbikøyring av godstog. Køyretida for godstog Bergen–Oslo vil bli om lag 5 eller 5½ timar.

Driftsopplegget vil likevel ha fleire ulemper, samanlikna med alternativ som er baserte på godstog med ei vognvekt på 1 500 tonn. Godstoga vil til dømes måtte køyre 25 % fleire turar for å frakte like mykje gods. Det vil føre til ein mindre auke i driftskostnadene<sup>81</sup> og krevje noko fleire tidsrom i ruteplanen som alternativt kunne blitt nytta av persontog, fungert som buffer ved eventuelle forseinkingar eller brukt til førebyggjande vedlikehaldsarbeid.

#### *Godstog med redusert vekt og lange spor til forbikøyring*

Ein variant av det førre alternativet er å køyre godstog med ei samla vognvekt på 1 200 tonn og i tillegg byggje om lag 5 km lange spor til forbikøyring av godstog i avstandar på om lag 60–65 km. På krevjande delstrekningar vil det gje rom for eit driftsopplegg med eitt godstog og *tre* persontog per halvtime og retning (ikkje berre to som ved alternativet nemnt i førre punkt), og eventuelt endå fleire persontog ved mindre utfordrande tilhøve. Ulempa er auken i byggjekostnader og inngrep, jamfør siste del av kapittel 3.5.2.2.

#### **3.5.2.4 Alternativ f: godstog for 160 km/t blir køyrde forbi i avstandar på opp mot 100 km**

Venstre del av illustrasjon 3-6 på neste side viser tidslinjer for eit driftsopplegg med eitt godstog i 160 km/t og tre persontog per halvtime og retning, ved forbikøyringar av godstog i avstandar på 100 km. Høgre del av illustrasjonen viser tidslinjer for eit driftsopplegg der persontoga køyrer forbi godstoga i avstandar på 66 km. Då vil ein få rom for eitt godstog og *fire* persontog per halvtime og retning. Dei to driftsopplegga er ikkje alternativa til kvarandre, men kan bli kombinerte i same ruteplan.

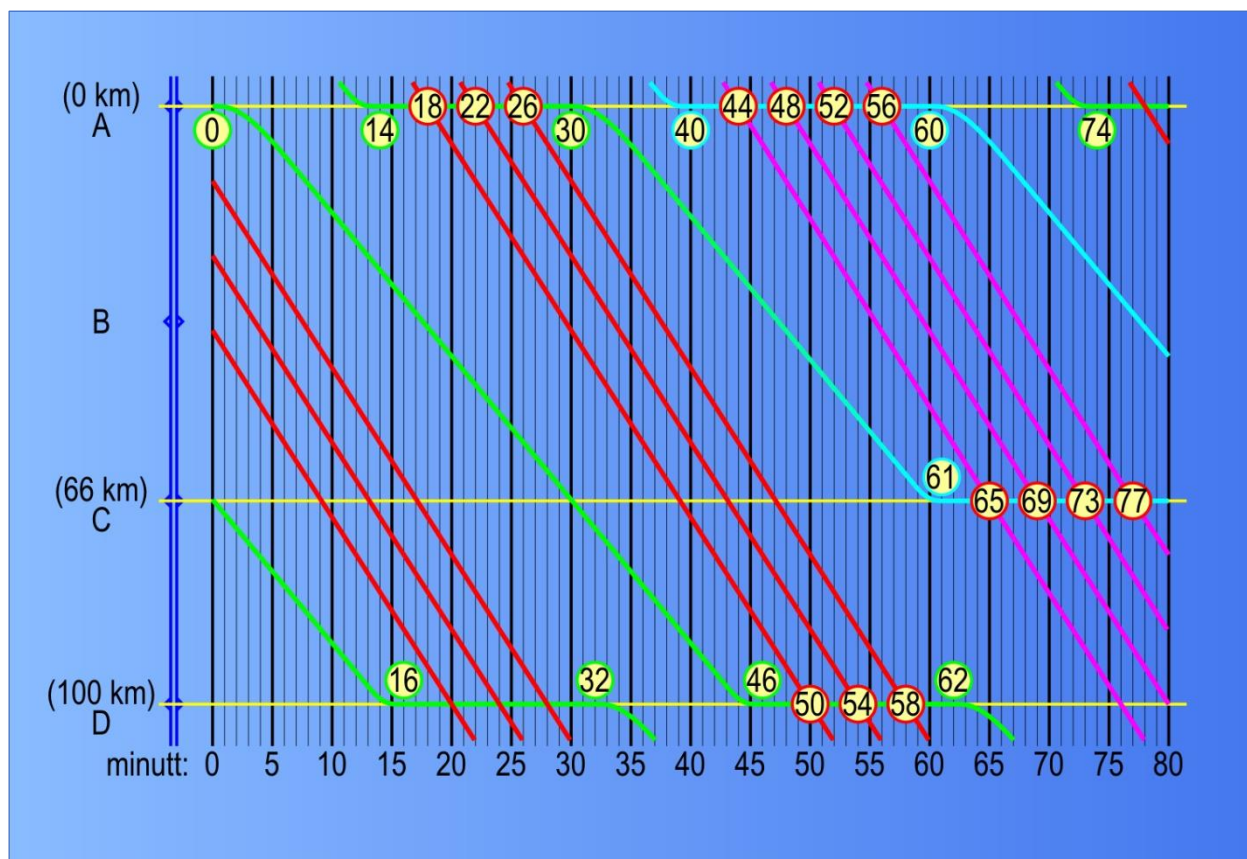
Alle tidslinjene er kalkulerte for ein fiktiv bane med konstant 0,8 % stigning. Det er ikkje planlagt ei einaste, 100 km lang delstrekning på Vestlandsbanen med så stor stigning, men banen vil ha

<sup>78</sup> Det gjeld til dømes for kortare avstand mellom stasjonane enn 66 km og slakare stigning på banen enn 0,8 %. Det siste har likevel mindre betydning for køyretidene enn ved dei andre vurderte driftsopplegga, sidan slakare stigning her berre vil påverke akselerasjonen, ikkje maksimumsfarten.

<sup>79</sup> Tidslinja inkluderer reservar og viser difor maksimalt 115 km/t. I tillegg er det lagt inn tidsreservar før toget byrjar å køyre og etter at toget har stoppa.

<sup>80</sup> For godstog med ei vognvekt på 1 500 tonn blei det kalkulert ei køyretid på 45 minutt for ei 66 km lang strekning, noko som svarer til 88 km/t i gjennomsnittet. For godstog med ei vognvekt på litt under 1 200 tonn blei resultatet 39 minutt og 102 km/t i gjennomsnittet.

<sup>81</sup> Dersom toga skal køyre fleire turar, vil ein i utgangspunktet måtte rekne i ein tilsvarende auke i personalkostnadene til lokførarane. På annan side vil kortare frakttid resultere i ein viss reduksjon i desse kostnadene.



**Illustrasjon 3-6:** Tidslinjer til godstog for 160 km/t og høgfalls-persontog ved køyring på ein fiktiv bane med konstant 0,8 % stigning. Venstre del av illustrasjonen gjeld for forbikøyring av godstog i avstandar på 100 km (grøne linjer for godstog og raude linjer for persontog), medan høgre del gjeld for forbikøyring i avstandar på 66 km (lyseblå linjer for godstog og fiolette linjer for persontog).

Dersom eit godstog har avgang frå stasjon A på minutt 0 over kvar heile time, vil det kome til stasjon D på minutt 46. Ved 4 minutt tidsavstand mellom toga kan tre påfølgjande persontog passere stasjon D på minutta 50, 54 og 58, og godstoget kan atter byrje å køyre på minutt 62. Liknande gjeld for godstog med avgang på minutt 30.

mange tunnelar der luftmotstanden vil vere merkbar større enn i friluft, særleg når godstoga vil køyre i etter måten høg fart.<sup>82</sup> Som kalkulasjonspremiss for krevjande delstrekningar er 0,8 % stigning difor nokså relevant.

Fordelen til det aktuelle driftsopplegget er at eit godstog mellom til dømes Bergen og Oslo ikkje treng å bli køyrt forbi meir enn tre eller fire gongar. Det opnar for ei køyretid for godstoget på om lag 4 eller 4½ timar, ved tre persontog per halvtime og retning på krevjande delstrekningar og eventuelt fleire ved mindre utfordrande tilhøve. Det er òg mogeleg å la godstoget bruke litt meir tid, til dømes om lag 5 eller 5½ timar, ved forbikøyringar i avstandar på 66 km. Det vil gje rom for fire persontog per halvtime og retning, og eventuelt fleire ved mindre utfordrande tilhøve.

Ulempa er ekstra kostnader til kjøp og vedlikehald av godsvogner for 160 km/t. Derimot vil ein ikkje nødvendigvis måtte kjøpe særskilde lokomotiv. Lokomotiv som om nettene vil trekkje godsvogner for 120 km/t, vil òg kunne køyre godstog for 160 km/t på dagtid, dersom dei elles hadde stått stille då.<sup>83</sup> Vidare vil godsfrakt i opp mot 160 km/t krevje meir energi enn i 120 km/t, dersom det skulle bli om lag like mange forbikøyringar. Ein vil òg måtte køyre fleire turar for å frakte like mykje gods, med mindre ein køyrer godstoga for 160 km/t som dobbeltsett, jamfør kapittel 3.5.1.

<sup>82</sup> På baner med slik stigning vil godstog for 160 km/t ikkje kunne oppnå maksimumsfarten sin, men likevel meir enn 150 km/t. Tidslinjene i illustrasjon 3-6 viser ikkje større fart enn 144 km/t, sidan dei inkluderer tidsreservar.

<sup>83</sup> For nokre tiår sidan var det ikkje slik, men moderne, elektronisk motorstyring har gjort det mogeleg å byggje lokomotiv som fungerer like bra for tunge godstog i etter måten låg fart som for lette godstog i etter måten høg fart.

### 3.5.2.5 Vurdering av alternativa for samdrift av person- og godstog på Vestlandsbanen

#### *Kapasiteten for persontog*

Illustrasjonane 3-2 til 3-6 i dei førre underkapitla viser tidslinjer for persontog på Vestlandsbanen i ganske korte tidsavstandar og med ein typisk gjennomsnittsfart på delstrekningar med stigning. Det er òg lagt til grunn at persontoga skal ha ein del stasjonsopphald, men det er ikkje fastlagt kvar toga skal stoppe. Ein kan likevel ikkje fritt velje stoppestadene.

Dersom til dømes to persontog skal køyre i ein tidsavstand på fire minutt og det første toget skal stoppe på ein stasjon, vil òg det andre toget måtte stoppe der. Gjer det andre toget det ikkje, vil det bli hindra av det første toget.<sup>84</sup> Denne konflikten er mogeleg å løyse, men då må det andre toget få om lag fire minutt seinare avgangstid og køyre i ein periode som elles kunne bli nytta av eit tredje persontog. Det tyder at dei to nemnde persontoga vil bruke like mykje kapasitet som tre persontog i fire minutt tidsavstand.

Rett nok finst det måtar på å unngå slik «sløsing» med banekapasiteten.<sup>85</sup> Det er likevel lite ønskeleg å måtte velje stoppestadene for persontoga ut frå ruteplantekniske premisser. Slikt bør ein avgjere ut frå marknadspotensial og samfunnsnytte. Det tyder i praksis at ein ofte vil køyre noko færre persontog enn det ein i teorien har rom for, for å stå friare til å velje stoppestadene.

Det tyder i sin tur at dei driftsopplegga som ifølgje illustrasjonane 3-3 til 3-6 vil ha ein teoretisk kapasitet for berre to persontog per halvtime og retning, ikkje vil vere tilstrekkeleg funksjonelle for Vestlandsbanen. Det bør vere rom for minst tre.

Rett nok vil det på delstrekningar med enklare vilkår for godstogtrafikken òg kunne vere rom for fleire persontog enn illustrasjonane viser, jamfør til dømes teksten ved illustrasjon 3-5. Det vil likevel ha som konsekvens at godstoga berre vil kunne køyre ein gong per time og retning, ikkje kvar halvtime (eller kvar 40. minutt).<sup>86</sup> Ei slik avgrensing vil heller ikkje vere uproblematisk. Då vil det til dømes berre vere rom for eitt godstog annankvar time Stavanger – Bergen og eitt godstog annankvar time Stavanger – Oslo, og tilsvarande på andre strekningar.

#### *Lange spor til forbiøying av godstog*

Utanom driftsopplegget med godstog for 160 km/t og opplegget med 40 minutt takt i ruteplanen er det berre eitt opplegg blant dei vurderte alternativa som vil gje ein teoretisk kapasitet for minst tre persontog per halvtime og retning: Det er driftsopplegget der godstog for 120 km/t og med ei vognvekt på knapt 1 200 tonn blir køyrde forbi av persontog på om lag 5 km lange spor i avstandar på om lag 60–65 km.

Eit slikt driftsopplegg vil krevje monalege tilleggsinvesteringar i mange kilometer bane med fire spor, men slike spor vil òg kunne vere til stor nytte, ikkje minst ved større driftsproblem. Ein kan til dømes ikkje sjå bort frå at eit persontog vil kunne bli ståande i ein stasjon grunna teknisk svikt. Då vil andre, påfølgjande persontog måtte køyre forbi det stillestående toget. Men kva skjer om desse påfølgjande persontoga ifølgje ruteplanen skal køyre forbi eit godstog i denne stasjonen, og delstrekninga med fire spor er berre om lag ein kilometer lang?

<sup>84</sup> Det skuldast at det første, stoppende toget vil bruke om lag fire minutt meir enn eit gjennomgåande tog for same strekning. Her er det rekna med eitt minutt ekstra til nedbremsinga, eitt minutt til opphaldet i stasjonen og to minutt ekstra til akselerasjonen. For opphald i stasjonar med mange av- og påstigande reisande er det rekna med to minutt opphald, slik at eit stoppende tog vil bruke fem minutt meir enn eit tog som passerer stasjonen i høg fart.

<sup>85</sup> Dersom til dømes det første persontoget passerer stasjonen i full fart og det andre toget stopper, vil det ikkje oppstå nokon konflikt. Då kan det første toget jamvel stoppe på den neste stasjonen og det andre toget passere denne utan opphald.

<sup>86</sup> Sjølv om det på (for godstoga) lite utfordrande delstrekningar vil vere mogeleg å køyre fleire persontog enn illustrasjonane 3-3 til 3-6 viser, vil alle desse persontoga før eller sidan kome òg til meir krevjande delstrekningar. Der vil ein ikkje ha kapasitet for eit einaste godstog i slike tidsrom, og såleis heller ikkje rom for eitt godstog i kvar halvtime. Det vil likevel vere mogeleg å finne periodar for køyring av godstog med éin times mellomrom, slik at ein unngår dei mest kritiske delstrekningane.

Det kan hende at ein vil kunne løyse floken ved køyre godstoget over til eit av spora for tog i motsett retning. Men det kan òg hende at dette ikkje er mogeleg av di desse spora er i bruk av andre tog på akkurat same tid.<sup>87</sup> Då vil persontoga måtte køyre bak godstoget i etter måten låg fart til neste stasjon, med tilsvarande tidstap.

Dersom ein derimot byggjer om lag 5 km lange delstrekningar med fire spor ved om lag annankvar stasjon – kombinert med overgangar mellom dei ytre og dei indre spora like ved stasjonsområda – vil ein kunne løyse slike situasjonar på ein langt betre måte. Godstoget vil då kunne vente utanfor stasjonsområdet på å bli køyrt forbi av persontoga.

Dersom ein derimot *ikkje* ønskjer å byggje lange spor til forbikøyring av godstog, mellom anna for å avgrense inngrepa i natur og landskap til eit minimum (jamfør til dømes bilete 3-5 nedanfor), vil det vere tilrådeleg å velje eit driftsopplegg med betydeleg fleksibilitet ved eventuelle forsinkingar. Det vil ein særleg kunne oppnå med godstog i 160 km/t.



**Bilete 3-5:** Om lag 1 km aust for det planlagde området for Haukeligrend stasjon, nær Velemoen Camping og om lag 300 meter nord for Sundflaten skianlegg (i bakgrunnen på biletet), vil Vestlandsbanen gå på bru over elva Kjela i nær 30 meters høgd over vassflata. Brua vil liggje mellom åsryggen til høgde i vest (i sollys) og den nordre dalskråninga av Grungedalen i aust (utanfor venstre biletkant). Dersom ein vel eit driftsopplegg som krev lange spor til forbikøyring av godstog, vil denne brua få fire spor, bli om lag 25 meter brei og vil lett kunne framstå som ruvande i landskapet. Ved eit driftsopplegg med godstog for 160 km/t vil brua derimot berre ha to spor og bli halvparten så brei. Då blir det mykje enklare å gje brua ei elegant og luftig utforming.<sup>88</sup>

Det tyder likevel ikkje at eit driftsopplegg med berre korte spor til forbikøyring av godstog ikkje vil krevje ei einaste bru med fire spor. Ei slik bru er til dømes planlagt like aust for plattformene i Tysse stasjon, sjå bilete 2-9 i kapittel 2.7.3. Foto: © Norsk Bane AS.

<sup>87</sup> Det er òg generelt lite ønskeleg å måtte bruke spor for motgåande tog. Ruteplanen skal sjølv sagt ikkje «kollapse», sjølv om til dømes akutt vedlikehaldsarbeid skulle gjere det nødvendig å stenge eit spor for ein kortare periode.

<sup>88</sup> Sjå til dømes lista over alle høgfartsbanene i Spania, <https://www.adifaltavelocidad.es/red-ferroviaria/red-de-alta-velocidad>. Der finn ein mange bilete frå bruer på sidene for dei einskilte sambanda, særleg om sambanda ligg nær kysten i nordre eller søraustre del av landet.

## Driftsopplegget med godstog for 160 km/t

Samanlikna med andre, vurderte alternativ vil eit driftsopplegg med godstog for 160 km/t ha fleire fordelar, i tillegg til dei som er nemnde i kapitel 3.5.2.4: kortast køyretid for godstog og like stor kapasitet for persontog ved forbikøyringar av godstog i avstandar på om lag 100 km, eller størst kapasitet for persontog ved forbikøyringar av godstog i avstandar på om lag 60–65 km.

Dei andre, viktige fordelane er:

- Ved eventuelle, større forseinkingar av eit godstog, til dømes som følgje av ein skade i ein av motorane, vil ein ved planlagde forbikøyringar i avstandar på om lag 100 km ha *to* alternativ (stasjonane B og C i illustrasjon 3-6) for kvar godstoget vil kunne køyre til sides. Det vil gje ein større fleksibilitet enn ved dei andre. vurderte driftsopplegga, der ein berre vil ha *eitt* alternativ (stasjon B).
- Ved bruk av godstog for 160 km/t vil skilnaden mellom farten til persontoga og farten til godstoga vere mindre enn ved dei andre, vurderte driftsopplegga. Persontoga vil difor tape minst tid dersom dei ved eit større avvik frå ruteplanen må køyre like bak eit godstog.
- I motsetnad til godstog for lågare fart vil godstog for 160 km/t kunne køyre på dagtid og med normal last gjennom den planlagde tog tunnelen under Boknafjorden.<sup>89</sup> Dette er den einaste strekninga på Vestlandsbanen der det er tilrådd opp mot 2,0 % stigning, for å kunne avgrense tunnallengda til 43,6 km – mot minst 62 km ved maksimalt 1,25 % stigning.

Eit slikt avvik frå standardkrava kan vere problematisk, men vil ha ganske små ulemper her. Til dømes vil godstog frå Bergen, Austlandet eller Mellom-Europa til Sør-Rogaland ofte stoppe nord for Boknafjorden for å levere gods til Haugalandet. Etter det vil toga vere noko lettare, og vil då kunne forsere sterkare stigningar.<sup>90</sup> Godstog for 160 km/t vil derimot kunne klare 2,0 % stigning med full last og vil difor kunne køyre til Stavanger utan noko stopp på Haugalandet.

- Godstog for 160 km/t vil vere meir fleksible enn andre godstog når ein skal frakte gods til mottakarar nær andre og eldre baner enn Vestlandsbanen. Eit godstog frå Kristiansand til Bergen via Stavanger vil til dømes måtte forsere fleire, lengre delstrekningar med opp mot 2,6 % stigning på dei første fem milene nordvest for Sørlandshovudstaden (med mindre det er bygd ein ny bane òg i denne landsdelen).

Slike stigningar vil godstog for 160 km/t kunne klare med full last, men ikkje godstog for 120 km/t med ei samla vognvekt på 1 500 eller 1 200 tonn. Det same gjeld for ein situasjon utan ei alternativ køyrerute til Brynsbakken mellom Oslo S og Alnabru, jamfør bilete 3-2 i første del av kapitel 3.5.

På annan side vil eit driftsopplegg med godstog for 160 km/t kunne føre til noko meir støy, meir slitasje og større energibehov enn andre driftsopplegg, særleg om godstoga for 160 km/t skulle bli køyrde forbi av raskare persontog mest like ofte som godstog for 120 km/t. I tillegg vil kostnadene til lokomotiv og vogner gå opp. Desse meirkostnadene vil likevel bli ganske små, dersom ein kombinerer eit driftsopplegg med godstog for 160 km/t på dagtid med å køyre godstog for 120 km/t om nettene – for å oppnå lågast mogeleg energibruk totalt.

For ei slik løysing vil ein nemleg kunne leggje til grunn at minst to tredelar av aust-vest-gåande godsfrakt vil skje om nettene, sidan kundane vil ha størst transportbehov på denne tida av døgeret. Det tyder at ein vil kunne bruke dei same lokomotiva som ein treng til å trekkje til dømes<sup>91</sup>

<sup>89</sup> Slike godstog vil kunne køyre strekninga Stavanger – Kårstø på knapt 26 minutt, tilsvarande 115 km/t i gjennomsnittet. Det vil gje ein kapasitet for minst tre persontog per halvtime og retning.

<sup>90</sup> Dersom eit godstog berre har lite last som skal til Haugalandet, kan det òg vere eit alternativ å kople på eit ekstra lokomotiv, før godstoget skal køyre gjennom tunnelen under Boknafjorden. Men det kostar sjølvsagt noko meir.

<sup>91</sup> I 2012 utarbeidde Deutsche Bahn International ein prognose for godstogtrafikken på Vestlandsbanen, basert på baneopning i 2025. Prognosen viste grunnlag for i alt 21 godstog per døger og retning mellom Aust- og Vestlandet i opningsåret, men dette talet var venta å auke ved seinare baneopning enn i 2025 og i dei følgjande åra, i takt med utviklinga i folketal og næringsaktivitet.

tjue godstog for 120 km/t per natt og retning (vognvekt 1 500 tonn kvar), òg til trekkje ti godstog for 160 km/t per dag og retning (vognvekt 1 600 tonn kvar, dobbeltsett, to lokomotiv).<sup>92</sup> Ein vil altså ikkje måtte kjøpe og halde ved like ekstra lokomotiv til godstoga for 160 km/t. Kostnadene til godsvognene vil òg bli mindre enn talet på godstog vil kunne tilseie.<sup>93</sup>

Ein vil likevel kunne innvende at eit opplegg med to ulike typar godsvogner vil vere mindre fleksibelt enn eit alternativ med berre éin type, ikkje minst med tanke på nødvendige reservar ved eventuell teknisk svikt. Men det vil berre ha marginal betydning. Eit driftsopplegg med godstog for 160 km/t vil ikkje vere ei særordning for Vestlandsbanen, men truleg kunne utviklast til ein nasjonal standard med tilsvarande stordriftsvinstar.

I andre delar av landet finst det nemleg heller ikkje nokon bane som ligg nær mogelege traséar for framtidige høgfallsbaner og som har både slake stigningar og svingar, stabile fundament og tilstrekkeleg kapasitet for effektiv godsfrakt i meir enn nokre få mils lengde – i tilfelle det i heile finst jernbane i desse delane av landet. Ein bør difor òg byggje andre, moderne baner i Noreg for både person- og godstog, og ikkje berre for persontog.

Samstundes vil særleg høgfallsbaner til og frå Møre og Romsdal, Trøndelag og Nord-Noreg – som Vestlandsbanen – ha ein nøkkelfunksjon for frakt av fersk fisk og andre ferske matvarer. Ved slik frakt vil kortare transporttider enn godstog for 120 km/t vil kunne oppnå, ha stor betydning for både transportvoluma, vareverdien og betalingsviljen.

Saman med momenta som er nemnde tidlegare i dette kapitelet, er dette avgjerande argument for å velje eit driftsopplegg med godstog for 160 km/t på dagtid, både for Vestlandsbanen og fleire andre høgfallssamband.

Tidsvinstane ein vil kunne oppnå med godstog for 160 km/t, særleg på lengre distansar, taler òg sterkt for slike tog på samband mot Sverige og Mellom-Europa. Rett nok vil ein på baner mellom Oslo-området og Mellom-Europa ha ein mindre utprega konsentrasjon av etterspurnaden til nat-tetimanen enn på Vestlandsbanen. Det tilseier ei litt anna vurdering av fordelane og ulempene til ulike driftsopplegg med godstog for 120 km/t eller 160 km/t.<sup>94</sup>

Det vil likevel òg på svenske og danske baner vere betydeleg enklare å integrere godstog for 160 km/t i persontrafikken enn det vil vere mogeleg med godstog for 120 km/t.<sup>95</sup> Tilrådinga for godsfrakt på Vestlandsbanen vil difor harmonere godt med skandinaviske og internasjonale perspektiv for utviklinga av jernbanen.

---

<sup>92</sup> Skiljet mellom dag og natt er ikkje eintydig, og vil bli drøfta nærare i kapittel 3.5.3. Dagen vil likevel ha fleire timar enn natta, same kva føresetnader ein måtte leggje til grunn. Det inneber at ein faktisk vil trenge litt færre lokomotiv til å køyre 10 dobbeltsett-godstog for 160 km/t om dagen enn 20 godstog for 120 km/t om natta.

<sup>93</sup> Godsvognene for 160 km/t treng ikkje stå stille om nettene, men kan bli nytta i godstog for 120 km/t. Kvar investering i ei godsvogn for 160 km/t kan altså spare investeringa i ei godsvogn for 120 km/t. Godsvogner for 160 km/t er rett nok litt tyngre enn godsvogner for 120 km/t, grunna betre fjøring og kraftigare bremsar. Skilnaden er likevel berre på om lag 1 tonn per fireaksla vogn eller 25–30 tonn per tog (ved 1 500 – 1 600 tonn vognvekt), tilsvarande 3 % av lastekapasiteten.

<sup>94</sup> Godsfrakt mellom Oslo-området og Mellom-Europa kjenneteiknast sær for Trollhättan av veleigna baner for godstog utan trafikk av høgfalls-persontog, og av ei jamnare fordeling av etterspurnaden over døgeret enn på Vestlandsbanen. Det inneber at ein vil kunne bruke godstog for 120 km/t heile døgeret, og at det på dagtid ikkje vil vere lokomotiv «til overs» som ein vil kunne bruke til godstog for 160 km/t. Skal ein køyre godstog for 160 km/t, må ein kjøpe lokomotiv og vogner for slike tog, med tilsvarande meirkostnader, jamfør nest siste del av kapittel 3.5.1. Samstundes vil jamnare etterspurnad opne for betre bruk av togsetta, og slik for lågare kostnader – for alle typar godstog.

<sup>95</sup> For godstog mellom Noreg og Mellom-Europa finst det i Sverige og Danmark alt i dag lange, samanhengande strekningar som for det meste er dimensjonerte for 160–200 km/t og dobbeltspora sær for Öxnared, nær Trollhättan. På slike baner vil eit godstog for 160 km/t ofte kunne køyre opp mot fleire hundre kilometer utan å måtte sleppe raskare persontog forbi. Til dømes vil eit persontog i 200 km/t berre bruke 6 minutt mindre tid for ei 80 km lang strekning enn eit godstog i 160 km/t, i alle fall om banen har slake stigningar. Har persontoget *eitt* stasjonsopphald på denne strekningen, vil skilnaden minke til 3 minutt. Har persontoget *to* opphald, vil det ha den same køyretida som godstoget. Samanlikna med eit godstog for 120 km/t, vil tidsskilnaden derimot vere 16, 13 og 10 minutt ved dei same føresetnadene for persontoget. Det vil føre til langt fleire forbikøyningar. Liknande kan seiast for godstog på ein framtidig høgfallsbane mellom Oslo og aktuelle dobbeltsporsamband i Sverige.

### 3.5.3 Kor lang er ei natt?

Om nettene, når persontrafikken på Vestlandsbanen vil vere innstilt, vil godstog for 120 km/t og med ei vognvekt på 1 500 tonn kunne køyre mellom kystbyane på Vestlandet og Oslo (eller ei framtidig bru over Oslofjorden) på om lag 4 – 4½ timar. Det svarer til ein gjennomsnittsfart på om lag 100 km/t. Tid for å laste eller losse gods på terminalar eller lastespor<sup>96</sup> langs banen vil kome i tillegg.

Om ønskjeleg vil ein kunne køyre slike godstog med berre nokre minutts mellomrom. Det er likevel viktig å ha så lang tid som mogeleg for å kunne køyre godstoga:

- Di meir tid ein har, di fleire turar kan godstoga køyre i løpet av ei natt, og di færre godstog treng ein å kjøpe, halde ved like og byggje parkeringsplassar og verkstader for. Sjølv om berre einskilde tog vil kunne greie å køyre til dømes Oslo – Bergen tur og retur i løpet av ei natt, bør ganske mange godstog i det minste ha tid for til dømes Stavanger – Bergen – Oslo eller andre, om lag like lange distansar.<sup>97</sup>
- Di jamnare godstogtrafikken vil vere fordelt over natta, di enklare vil ein kunne oppnå god bruk av kapasiteten til godsterminalane. Det er dyrt å skulle dimensjonere terminalane for å kunne ta imot eller klårgjere store godsmengder på kort tid, når ein berre har behov for dette i korte hektiske periodar.
- Di meir tid ein har i løpet av ei natt, di lettare blir det å unngå køyring av godstog i svært korte tidsavstandar – og tilsvarande problem. Til dømes vil eit persontog med sovevogner mellom Bergen og Hamburg ha vanskar med å køyre forbi ein lang pulje med godstog for 120 km/t, i alle høve om ein ikkje skal bruke sporet for tog i motsett retning.

På annan side kan ein ikkje velje fritt kor lang ei natt bør vere. Teljingar av vegtrafikk viser behov for eit persontogtilbod på kvardagar i tidsrommet frå om lag kl. 5:30 om morgonen til om lag ein halvtime etter midnatt, kl. 0:30. I nettene til laurdag og søndag bør det òg gå persontog seinare enn dette, men i desse nettene er behovet for godsfrakt svært lite. I tillegg kan det vere behov for avgangar før kl. 5:30 på måndagar, ikkje minst for vekependlarar.

Det tyder likevel ikkje at ein på kvardagar berre vil ha fem timar – frå om lag kl. 0:30 til kl. 5:30 – som ein vil kunne nytte til godsfrakt med tog for 120 km/t. Det siste persontoget frå Stavanger til Oslo vil til dømes ha avgang om lag kl. 22:00 for å kunne vere framme i hovudstaden kl. 0:30. Liknande gjeld for det siste austgåande persontoget frå Bergen. Desse toga vil passere dei planlagde forgreiningane sør for Røldal om lag kl. 22:50.

Etter det, og fram mot den siste avgangen frå Stavanger til Bergen om lag kl. 23:00 (og om lag samstundes i motsett retning), vil ein framleis køyre persontog på dei vestre, nord-sør-gåande spora til Vestlandsbanen, men knapt på det austgåande sporet mot Austlandet. Det synest lite truleg at ein kjem til å tilby avgangar med persontog som ikkje vil kunne nå heilt fram til Oslo før kl. 0:30, men som til dømes måtte ha endestasjonen sin på Bø i Telemark.

Det tyder at det disponible tidsrommet vil vere betydeleg lengre enn berre fem timar, i alle høve på store delar av strekninga mellom Vest- og Austlandet. Ein vil likevel berre kunne nytte dette tidsrommet dersom ein på dei andre delane av strekninga klarer å køyre austgåande godstog (for maksimalt 120 km/t) mellom persontoga.

<sup>96</sup> Godsterminalar vil kome på stader med større fraktmengder, medan ein på stader med mindre fraktmengder berre vil byggje enkla spor for å lasting og lossing. Prognosane for fraktmengdene er førebels ikkje tilstrekkeleg presise til å kunne avgjere kva løysing ein bør velje på ulike stader.

<sup>97</sup> Sambandet Bergen – Stavanger vil vere 276 km lang, altså 155 km kortare enn Stavanger – Oslo. Eit aktuelt tiltak for å auke køyredistansane, særleg til dei dyre lokomotiva, er at ein på terminalane ved endepunkta til Vestlandsbanen ikkje ventar til alt gods er lossa og nytt gods er lasta på vognene, men koplar frå lokomotivet og bruker det til det første vognsettet på terminalen som er ferdig lasta og klar til avgang. Det er òg viktig å frakte gods til og frå stader langt frå Vestlandsbanen, til dømes i Sverige og Mellom-Europa, i størst mogeleg grad med direkte tog, utan omlasting (og tilsvarande tidstap) i Oslo-området.

Gjennomgangen i kapittel 3.5.2 viser ei mogeleg løysing på dette: ein kan auke takta i ruteplanen frå 30 til 40 minutt etter til dømes kl. 20 på kvardagskveldar, slik at persontoga får avgangstider som kl. 20:00, 20:40, 21:20 osv. Dersom persontoga då køyrer forbi godstoga i annankvar stasjon, vil ein få den same kapasiteten for persontog som ved bruk av godstog for 160 km/t og forbikøyringar i avstandar på om lag 100 km, jamfør illustrasjon 3-4 i kapittel 3.5.2.3.

Det inneber rett nok at godstoga vil bruke noko meir tid på delar av strekninga enn ved uhindra køyring etter midnatt, men det vil vere ei lita ulempa, sett i høve til vinsten av å kunne køyre godstog for 120 km/t fleire timar tidlegare enn elles. Det tilseier òg å bruke det same opplegget før kl. 6 om morgonen, slik at ein totalt får ti timar – frå kl. 20 om kvelden til 6 om morgonen – til å køyre godstog for 120 km/t. På denne måten vil godstoga kvar natt kunne køyre ganske store distansar, samstundes som kapasiteten til godsterminalane vil bli brukt nokså jamt.

### 3.5.4 Krav til infrastrukturen

Vestlandsbanen skal kunne bli brukt av både person- og godstog til alle tidene av døgneret. Det stiller strengare krav til infrastrukturen enn om banen berre skulle vere for persontrafikk. Eit av desse krava er ein skinnegang på eit betonglag, ikkje på sviller i pukk, sjå bilete 3-6 nedanfor.

Ein slik skinnegang har mange fordelar, jamfør teksten til bilete 2-3 i kapittel 2.5, mellom anna eit særst lågt behov for vedlikehald. Skulle ein derimot byggje Vestlandsbanen med tradisjonell skinnegang, ville ein måtte stenge banen kvar natt for å justere spora, slik det til dømes blir gjort med franske høgfallsbaner (som berre er for persontrafikk). Det ville føre til store komplikasjonar for godstogtrafikken.



**Bilete 3-6:** Den 8,7 km lange Groene Hart-tunnelen er ein del av høgfallsbanen «HSL Zuid» i Nederland. Tunnelen blei bygd med *én* stor tunnelboremaskin, men har i heile si lengd ein skiljevegg i betong mellom dei to spora. Sporavstanden er noko større enn normalt, men vesentleg mindre enn ved to parallelle, einspora tunnelar. Biletet er teke ved den sørlege portalen av tunnelen, nær Zoetermeer. Foto: © Daniel Sparing, [flickr.com](https://www.flickr.com/photos/dsparing/), lisens: [creative commons](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## Tunnelar

Ei anna, viktig oppgåve er å tryggje at påkjenningane på eit godstog ikkje blir for store når det blir treft av ei trykkløse frå eit møtande persontog. Desse påkjenningane kan bli problematiske i ein lang tunnel, dersom tunnelen berre har eitt løp for to spor. Mange lange tunnelar på høg-fartsbaner – òg om dei berre er for persontrafikk<sup>98</sup> – blir likevel bygde med to parallelle tunnellop og eitt spor i kvart løp, sidan det ofte er betre for vedlikehaldsarbeid og for tryggleiken.<sup>99</sup>

Når ein tunnel berre skal bli to, tre kilometer lang, er det derimot vanleg og generelt rimelegare å byggje berre eitt tunnellop for to spor, dersom godstog berre skal bruke banen om nettene eller ikkje i det heile. Skal godstoga derimot kunne møte eit persontog på motsett spor, må alle tunnelane som er *meir enn 1 km lange*, vere bygde med to parallelle løp.

Utfordringa er at avstanden mellom venstre og høgre spor blir større, ikkje berre i sjølve to-løps-tunnelen, men òg på delstrekningane utanfor tunnelen. Lengda på delstrekningane med utvida sporavstand vil variere mellom nokre hundre og opp mot tusen meter, avhengig av linjeføringa og sporavstanden på tunnelstrekninga. Tunnelar som er bora med tunnelboremaskin, kan ofte ha kortare avstand mellom dei to spora enn tunnelar som er sprengde ut.<sup>100</sup>

Eit mogeleg alternativ er å byggje ein stor, to-spors-tunnel med ein skiljevegg i midten, sjå bilete 3-6 på førre side. Ein slik tunnel treng ikkje vere dyrare enn to parallelle, einspora tunnelar, og vil ofte kunne gje rimelegare og betre løysingar for natur og miljø utanfor tunnelen.

## Stigningar og svingar

Som nemnt i kapittel 2.5 og seinare, er Vestlandsbanen planlagd med stigningar på maksimalt 1,25 %. Baner som berre er for persontog, vil derimot kunne ha maksimalt 3,5 % stigning på opp til 6 km lange strekningar eller 2,5 % stigning på opp til 10 km lange strekningar. Slike stigningar fører til betydelege fartsvariasjonar og auka energibehov, men byggjekostnadene kan bli lågare, sidan det blir enklare å finne ein trasé som følgjer terrenget. Inngrepa i natur og miljø blir likevel ikkje nødvendigvis mindre. Ved færre tunnelar og bruer vil meir av banen gå på bakken.

Baner berre for persontog kan òg ha 15–20 % krappare svingar for same fartsnivå, sidan ein kan dosere spora noko sterkare enn om banen òg skal bli nytta av godstog. I slakare svingar kan lokføraren likevel sjå lengre framover enn i krappare, noko som er viktig for tryggleiken.

Innsparingane som sterkare stigningar og slakare svingar kunne opne for, er heller ikkje særleg store. Dei fleste fjella i områda som Vestlandsbanen vil gå igjennom, er så høge og bratte at sjølv ein bane med svært sterke stigningar ikkje vil kunne gå over dei i dagen, men i alle tilfelle må gå i tunnel. Dessutan er mest alle dei lengre tunnelane til Vestlandsbanen planlagde under høg fjellområde, tettbygde strok, rasfarlege fjellsider eller verneområde. Desse tunnelane ville knapt bli nemneverdig kortare om banen kunne vere brattare eller ha krappare svingar.

Den planlagde samdrifta av person- og godstog på Vestlandsbanen fører altså til fleire strenge krav til infrastrukturen, men ikkje til så store meirkostnader eller ulemper at ein bane utan gods-trafikk eller med godstrafikk berre i nattetimane vil vere eit tilrådeleg alternativ.

<sup>98</sup> Eit døme er det nye sambandet Wendlingen–Ulm i Sør-Tyskland, som er planlagt opna 11.12.2022. Banen er klart for bratt for godstrafikk, men både Boßler- og Steinbühl-tunnelen (på 8 806 og 4 847 meter) har to parallelle tunnellop med eitt spor i kvart tunnellop, sjå [https://de.wikipedia.org/wiki/Neubaustrecke\\_Wendlingen-Ulm](https://de.wikipedia.org/wiki/Neubaustrecke_Wendlingen-Ulm).

<sup>99</sup> I to-løps-tunnelar vil eventuelle avsporingar og togbrannar har færre konsekvensar for andre tog. Slike tunnelar vil òg kunne gjere det enklare å finne løysingar for rømningsvegane. Tunnelar som er meir enn 1 km lange, må ein etter internasjonalt regelverk byggje anten med rømningsveg til friluft i maks. 1 000 meters avstand, som to parallelle, einspora tunnelar med gasstette overgangar dei imellom i maks. 500 meters avstand, eller som ein dobbeltspora tunnel med ein parallell tryggingstunnel og overgangar mellom dei to tunnelane i maks. 500 meters avstand.

<sup>100</sup> Ein vel ofte ein stor avstand (25–30 meter) mellom tunnellopa, dersom ein skal sprengje ut tunnelane og støype dei ut med betong eller kle dei innvendig med betongelement. Då unngår ein skadar på betongkonstruksjonane som følgje av ristingar frå arbeid i det andre tunnellopet. Ved bruk av tunnelboremaskinar i stabilt fjell kan sporavstanden derimot bli betydeleg mindre, om lag 12–15 meter, rekna mellom senterlinjene til spora.