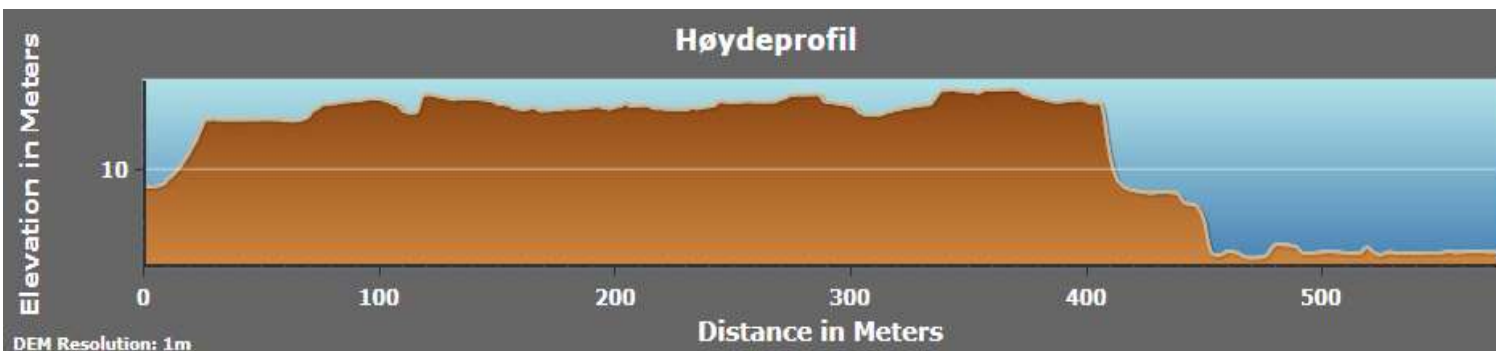


Vedlegg 8.2

Vertikalundersøkelse lilla trasé

Stigningsundersøkelse lilla trasé

L0-L1



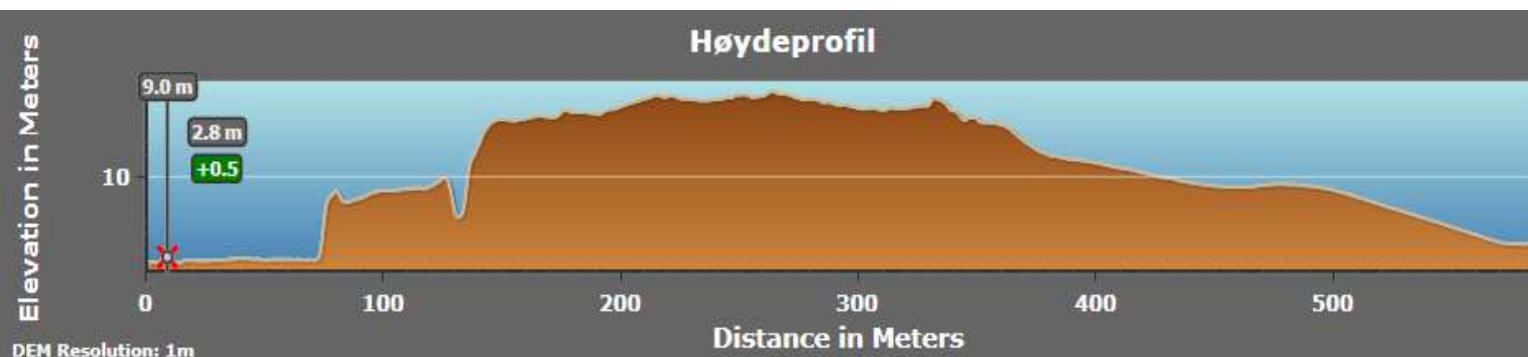
Trasé fra stopp L0 til L1 skal gjennom tunell som er under bakken og har relativt likt høydenivå gjennom hele strekningen. Stopp L0 ligger 8m over havnivå og skal gjennom en tunell, ca. 400m strekning, til stopp L1 som ligger 2m over havnivå. Dette betyr at stigning blir:

$$\frac{8m - 2m}{400m} = 0.015 \approx 1.5\%$$

Videre vil trasé fortsette på nesten den samme høydenivå til stopp L1. Stopp L0 ligger på bakkenivå og stopp L1 ligger under bakkenivå.



L1-L2



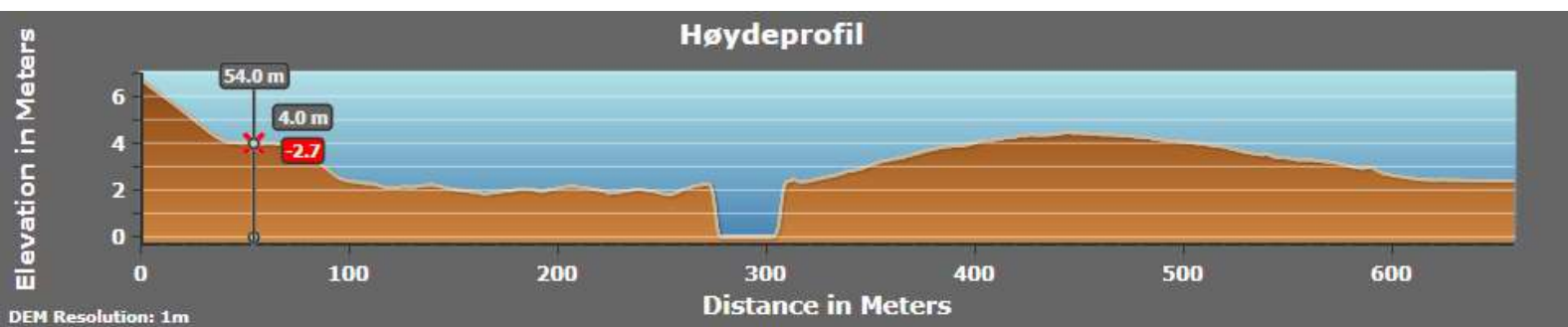
Trasé fra stopp L1 til L2 skal gjennom tunell som er under bakken og har relativt likt høydenivå gjennom hele strekningen. Stopp L1 ligger 2,8m over havnivå og skal gjennom en tunell, ca. 600m strekning, til stopp L2 som ligger 4,4m over havnivå. Dette betyr at stigning blir:

$$\frac{4.4m - 2.8m}{600m} = 0.002 \approx 0.2\%$$

Videre vil trasé fortsette på nesten den samme høydenivå til stopp L2. Stopp L1 ligger på under bakkenivå og stopp L2 ligger på bakkenivå.



L2-L3



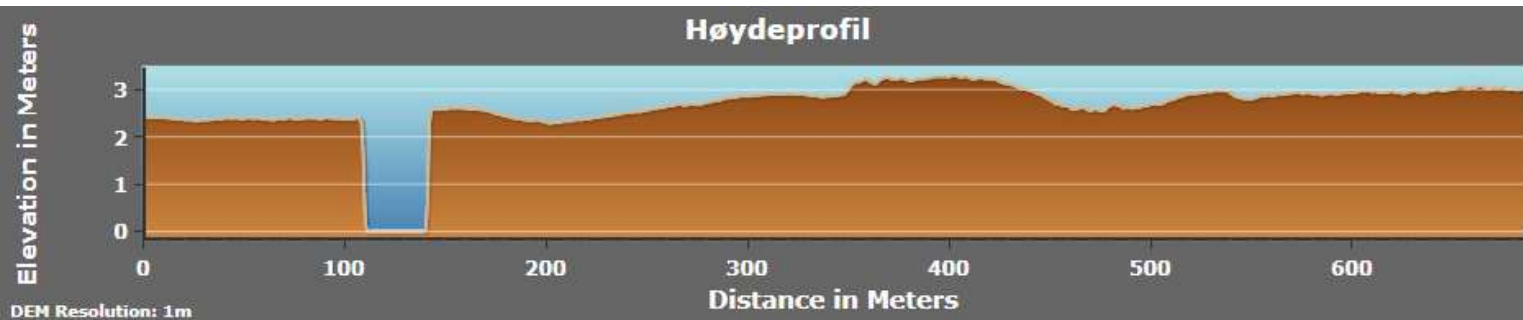
Trasé stopp L2 til L3 har relativt likt høydenivå gjennom hele strekningen. Det største høydeforskjell i strekningen er +/- 2m. Svingen i Nedre Strandgate kan ikke være mindre enn 25m radius. Vi også må ta hensyn til kanalen ved Brusundet og bru som går over den. Trasé må ligge 6m over bakkenivå sann at banen kommer seg forbi Terminalen. For å komme forbi Terminalen må strekningen over bakkenivå være 200m. Dette betyr at stigningen blir:

$$\frac{(2m + 6m) - 4m}{200m} = 0.02 \approx 2\%$$

Stopp L3 vil ligge over bakkenivå med videre trasé strekning på samme høydenivå.



L3-L4



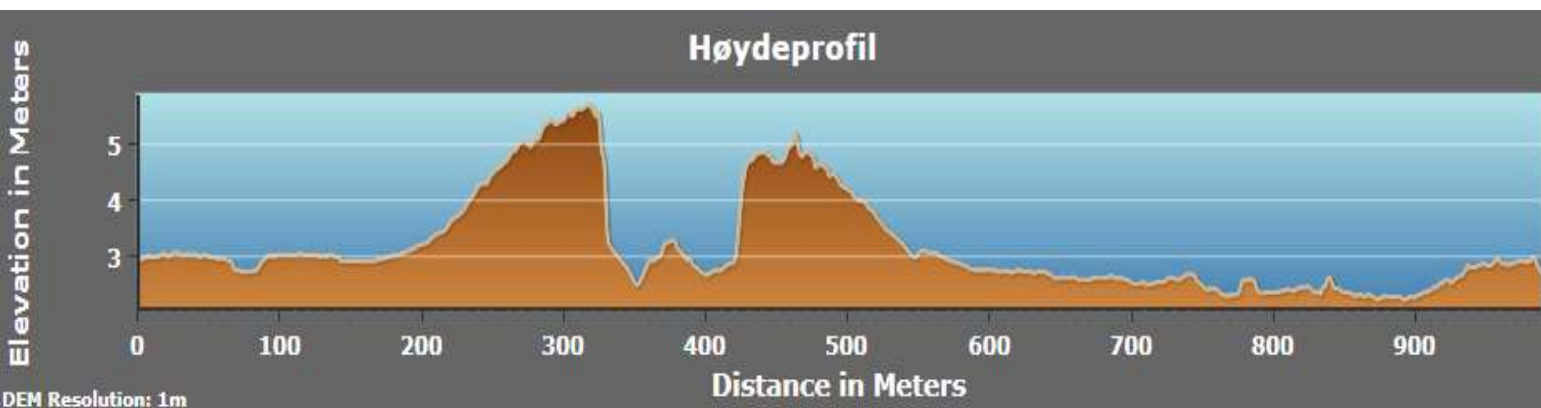
Trasé fra stopp L3 til L4 har relativt likt høydenivå gjennom hele strekningen. Det største høydeforskjell i strekningen er +/- 2,5m. Vi må ta hensyn på hvordan bane skal komme over veien ved Tine fabrikken i Ålesundsvegen/Klaus Nilsens gate. Fra stopp L3 til L4 strekningen er ca. 700m. Dette betyr at fall blir:

$$\frac{4.1m - 2.26m}{300m} = 0.006 \approx 0.6\%$$

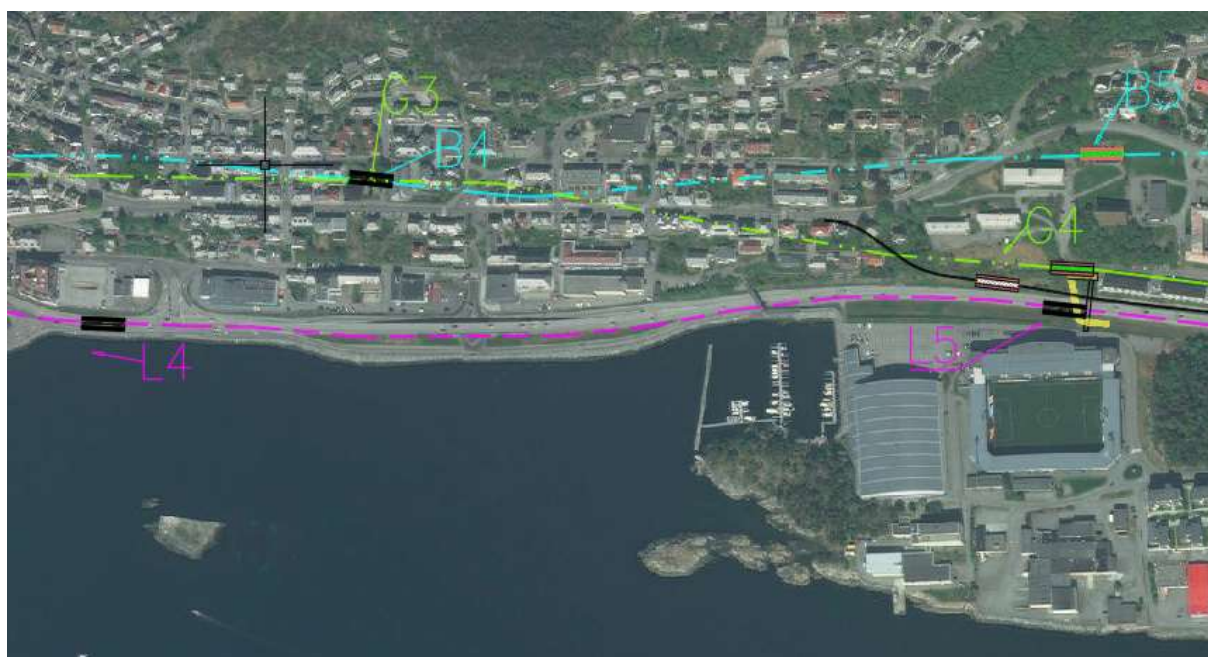
Videre trasé fortsatte på relevant likt høydenivå til stopp L4



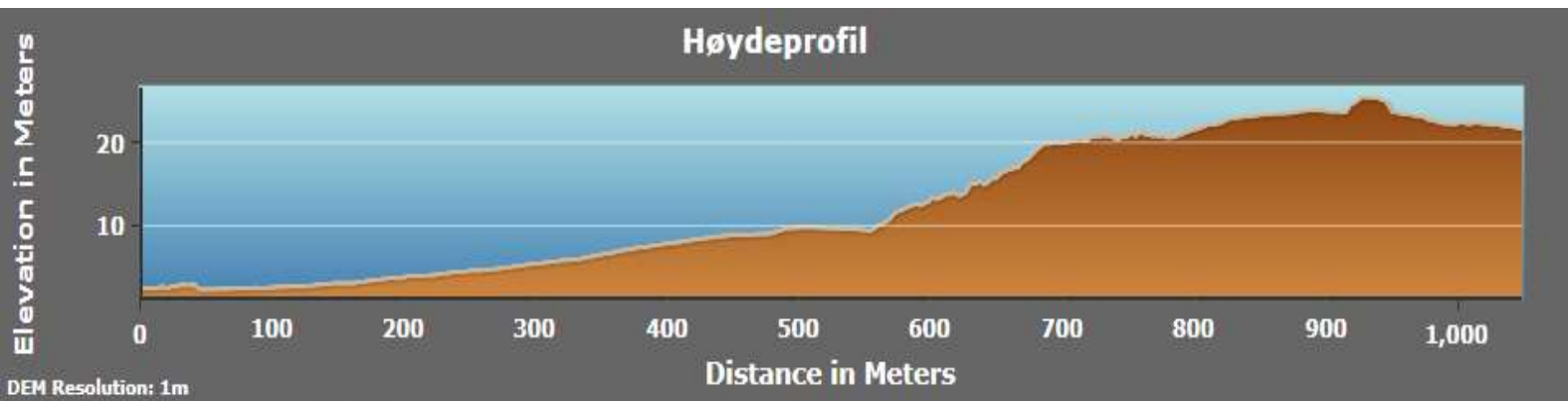
L4-L5



Trasé fra stopp L4 til L5 skal ligge overbakken nivå og har relativt likt høydenivå gjemt gjennom strekningen. Stopp L4 ligge 6m overbakken nivå til stopp L5 som ligge på 6m overbakken nivå. Høydeprofil registrere den (skråning), der trasé overbakken kan plasseres/graves ned for å hindre stignings/fall implementering i strekningen. Det vil si at trasé skal ligge på samme høydenivå gjennom hele strekningen.



L5-L6



Fra stopp L5 til L6 er ca. 1000m. Stopp L5 ligger på 3.2m høyde der trasé skal videre under broen som er på 15,33m høyde ved strekning på 400m. Stopp L5 og L6 skal ligge på 6m overbakken nivå. Det vil si at stigning blir:

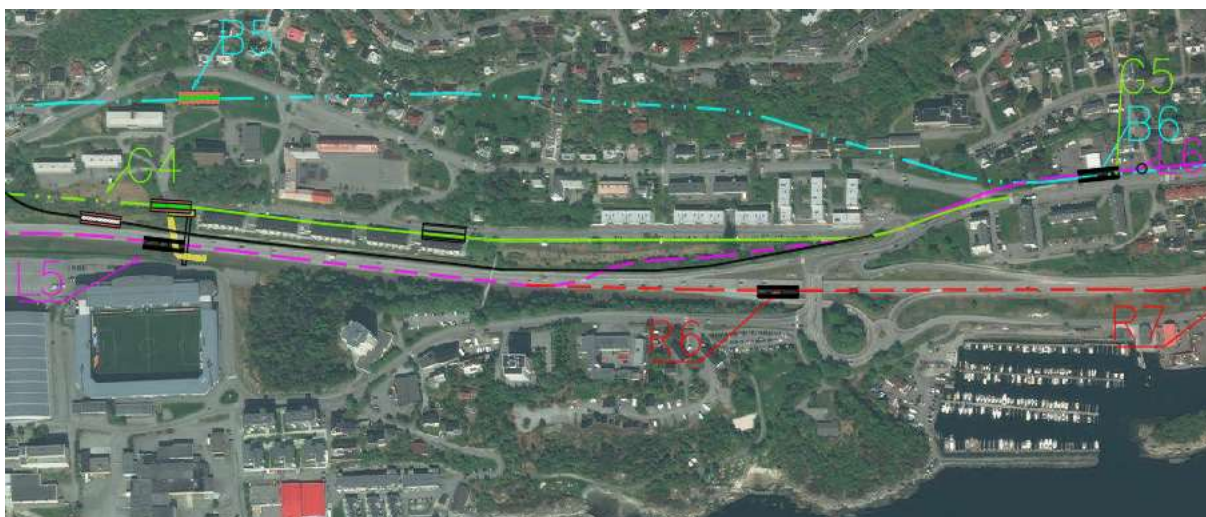
$$\frac{(7m + 6m) - (3.2m + 6m)}{400m} = 0.007 \approx 0,7\%$$

Banen kan gå under broen (hvis der er behov for mer plass, trasse kan blir senket litt lavere for mer plass). Der er 8m plass under broen og vi må ta hensyn på 5m bane høyden.

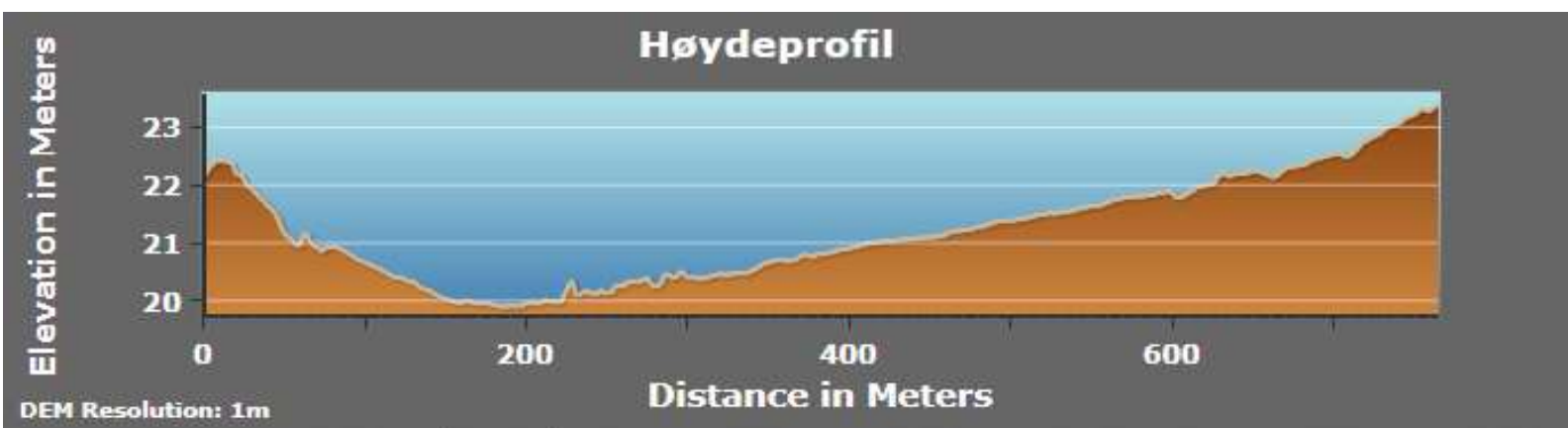
Etter broen bybane skal opp på baken igjen, dvs. fra punkt ved broen til stopp L6. Punkt ved broen ligge på 7,1m høyden og bakken punkt L ligger på ca. 22m høyden, på 350mm strekningen. Det vil si at stigning blir:

$$\frac{22m - 7.2m}{350m} = 0.042 \approx 4.2\%$$

Videre trasé forsete relevant på samme høydenivå til stoppet L6.



L6-L7



Fra stopp L6 til L7 er ca. 800m. Stopp L6 ligger på 22 meter høyde og skal videre i trasé overbakke nivå til stopp L7 som ligger på 23,5 meter høyde. Der er en fall fra 22 meter til 19,9 meter på 200 meter strekning fra stoppet. Det vil si at fall blir:

$$\frac{22m - 19.9m}{200m} = 0.0105 \approx 1,05\%$$

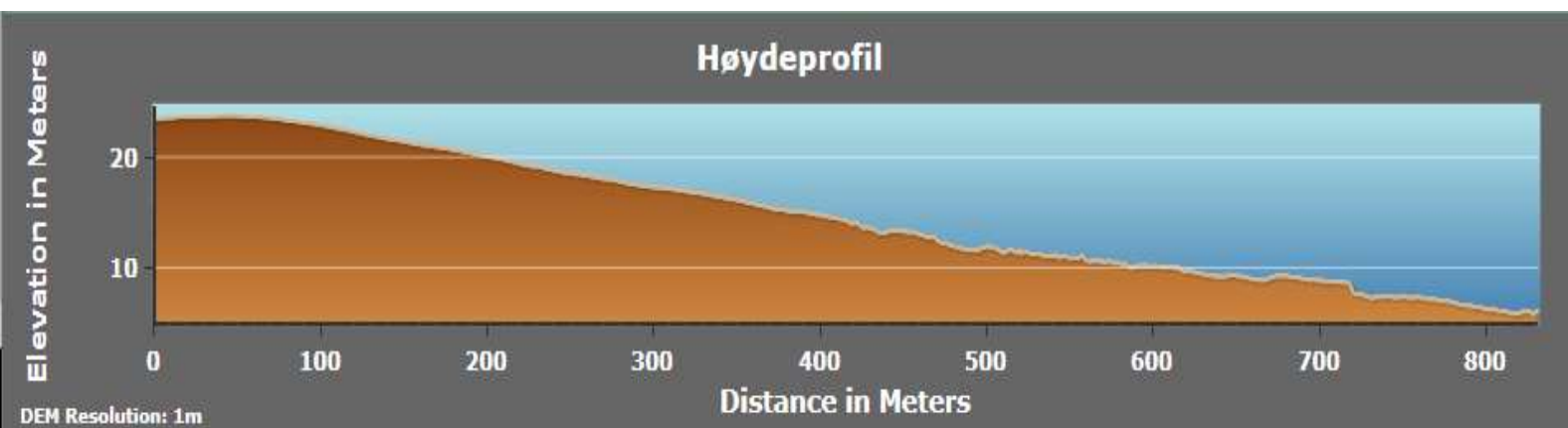
Etter en fall, trasé skal stige til 23,5m høyden på 600 meter strekning. Det vil si at stigning blir:

$$\frac{23.5m - 19.9m}{600m} = 0.006 \approx 0.6\%$$

Stopp L7 vil ligge på overbakken nivå med videre trasé strekning på samme nivå.



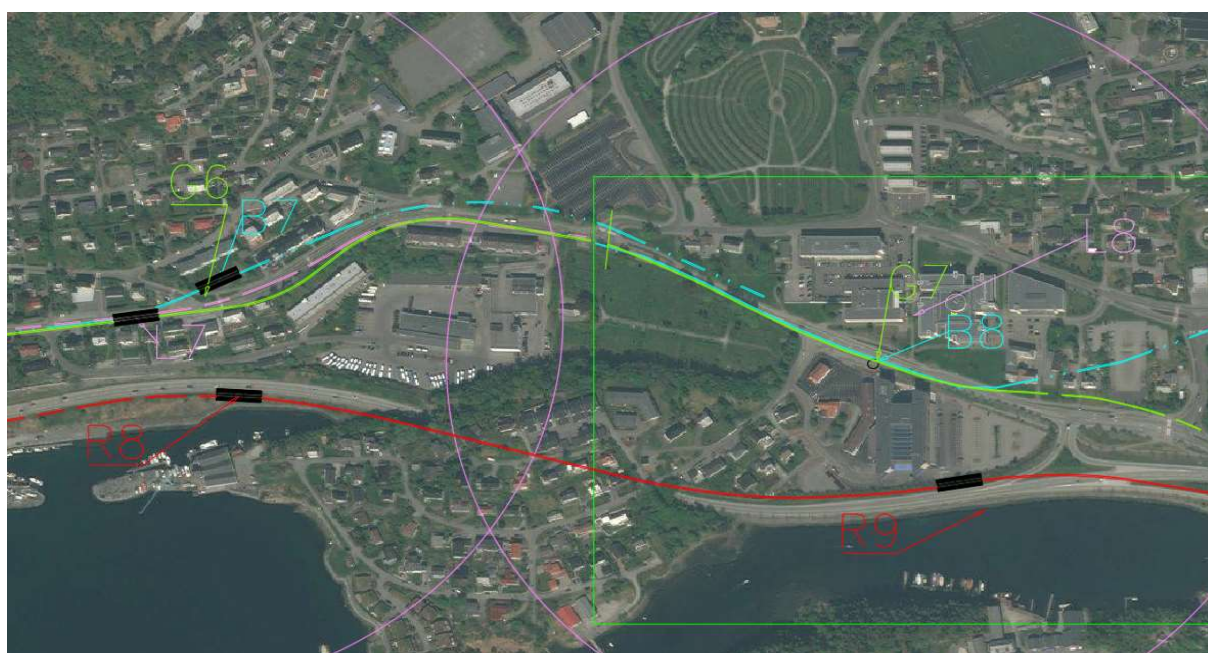
L7-L8



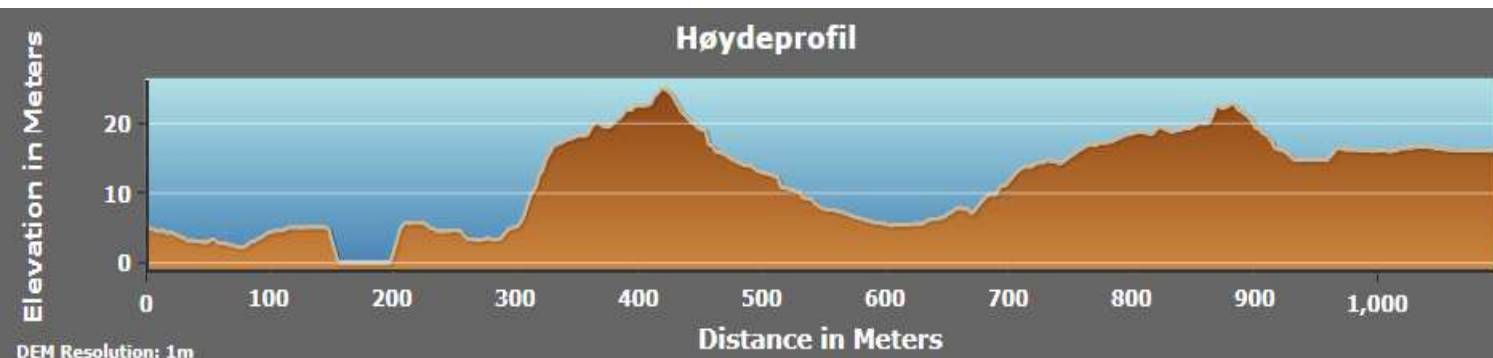
Fra stopp L7 til L8 er ca. 800m. Stopp L7 ligger på 23,5m høyde og skal videre på overbakke nivå trasse til stopp L8 som ligger på 6m høyde. Der er en fall fra 23,5m til 6m på 750m strekning fra stoppet. Det vil si at fall blir:

$$\frac{23.5m - 6m}{750m} = 0.0233 \approx 2,34\%$$

Stopp L8 vil ligge på overbakken nivå med videre trasse strekning på samme nivå.



L8-L9



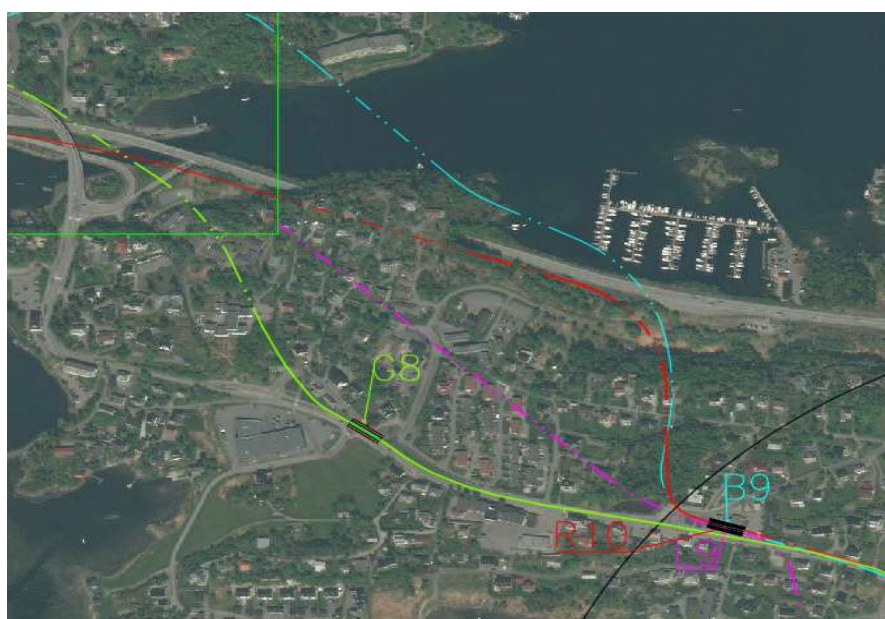
Trasse fra stopp L8 skal fortsette videre relevant samme høydenivå til Nørvasundet. Der trasse må gå videre på broen (ca. 300m langt) over fjorden og inn en tunell.

Stopp L8 ved NTNU ligger på 5,6m høyden og skal videre over til Nørvasundet på en bro til en tunell. Bro må ligge 4,6m over bakken/motorveg for å ikke hindre trafikken. Det vil gi 9m høydenivå for broen. Trasse i tunnelen må senkes ned til 5,4m høyden og må ta hensyn på overdekning på 10m.

$$\frac{5.6m - (-4.6m)}{300m} = 0.034 \approx 3.4\%$$

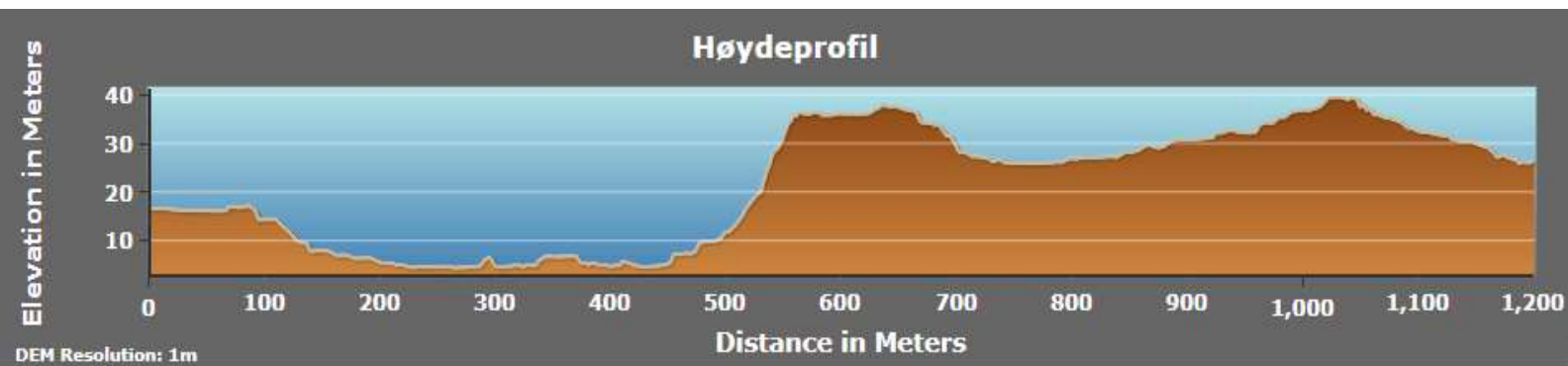
Deretter skal trasse stige oppover til stopp L9 på 16,1m høyden på 400m strekning. Det vil si at fall blir: Stoppen L9 blir under bakkebakken og overdekning skal ikke være mer enn 3m.

Det vil si at stigning blir:



$$\frac{(16.1m - 3m) - (-4.6m)}{400m} = 0.044 \approx 4.4\%$$

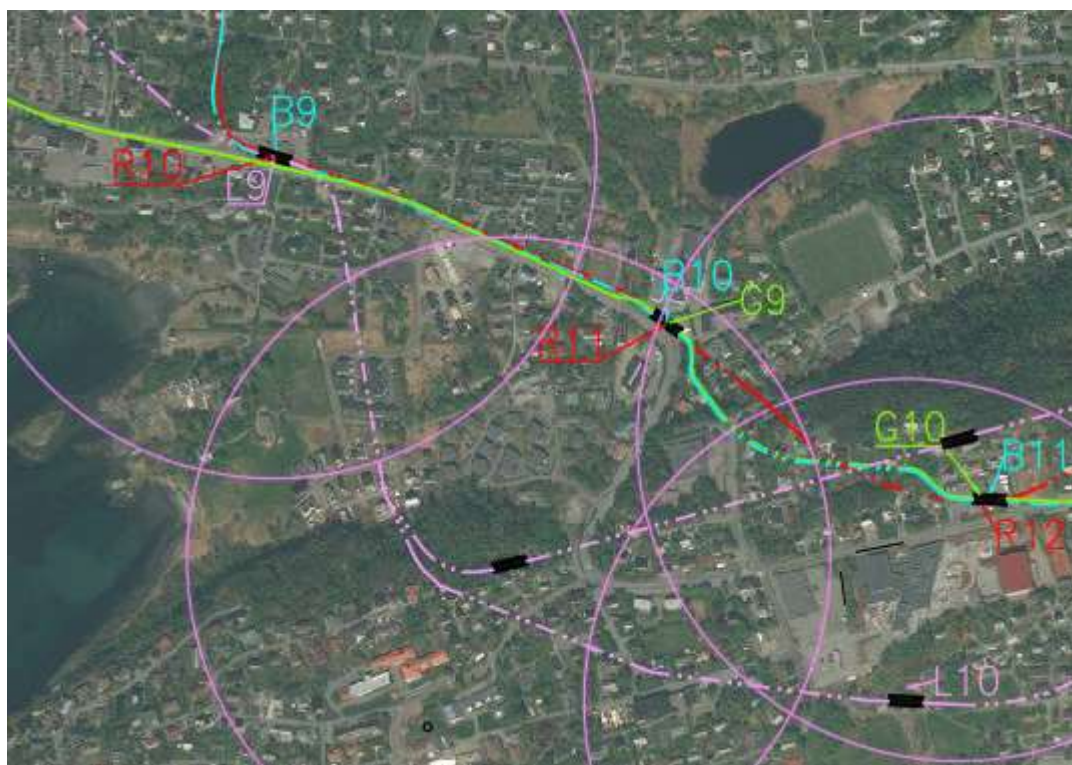
L9-L10



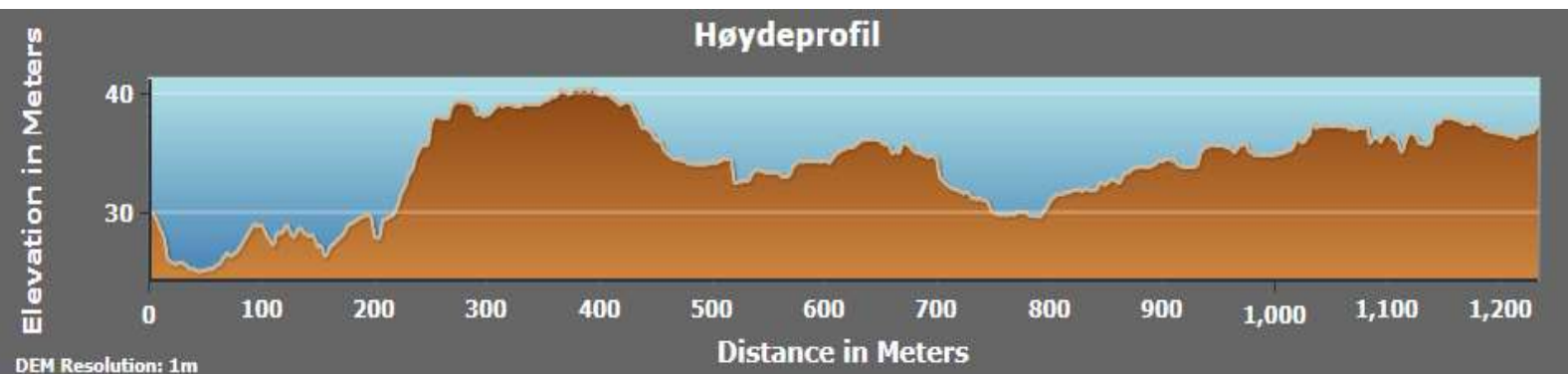
Stopp L9 bør ligg under bakken for optimal fall/stigning mellom de andre stoppene. Hvis stopp L9 ligger på $(16m - 14m) = 2m$ høydenivå vi kan komme oss til stopp L10 på 29m høydenivå på 650m strekning. Det vil si at stigning blir:

$$\frac{29m - (16m - 14m)}{650m} = 0.0415 \approx 4,15\%$$

Stoppen L9 bør å være for å optimalisere trasse løsning og eventuelt må finne andre trasse plassering med å utgå stopp under bakken.



L10-L11



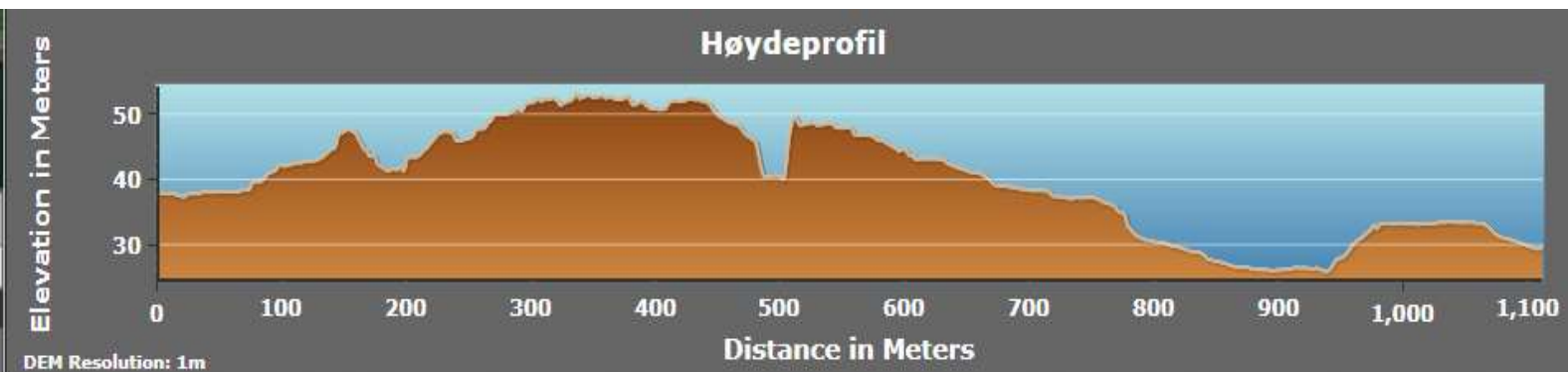
Fra stopp L10 til L11 er ca. 1200m. Stopp L10 ligger på 29m høyde og skal videre på under bakken trasse til stopp L11 som ligger på 37m høyde. Der er en stigning fra 29m til 37m på 1100m strekning fra stopp. Det vil si at fall blir:

$$\frac{37m - 29m}{1100m} = 0.0072 \approx 0.7\%$$

Stopp L11 vil ligge på under bakkenivå med videre trasse strekning på samme nivå.



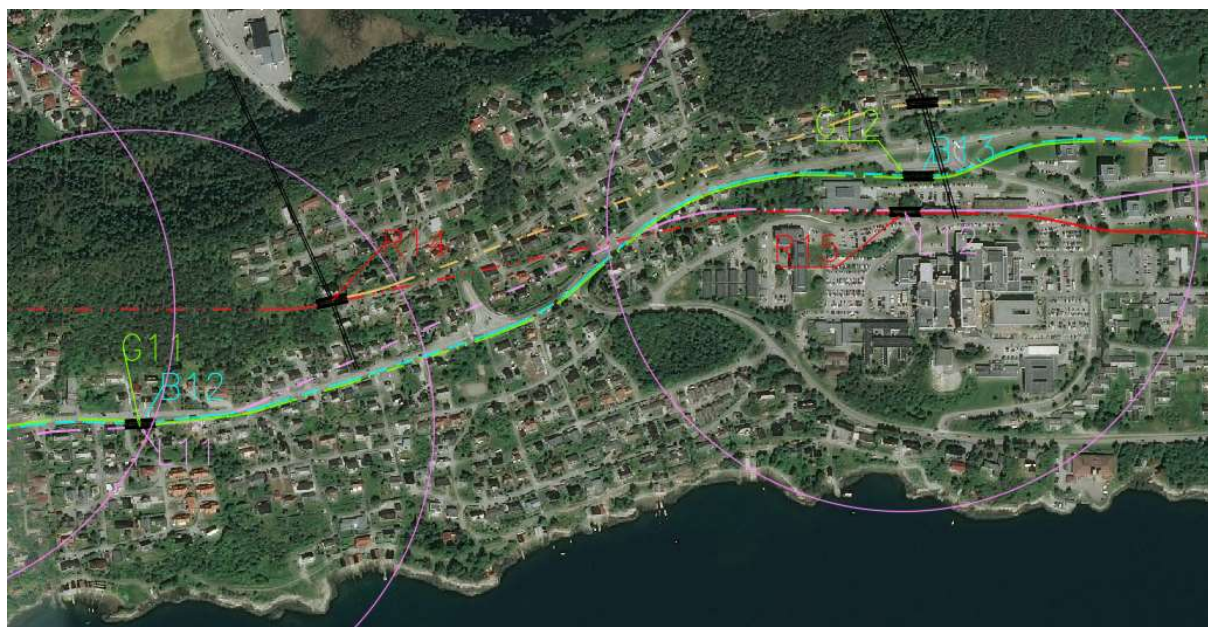
L11-L12



Fra stopp L11 til L12 er ca. 1000m. Stopp L11 ligger på 37m høyde og skal videre på under bakken trasse til stopp L12 som ligger på 33m høyde. Trasse må gå under bakken for å komme seg under vegen foran tunellen. Der er en fall fra 37m til 33m på 300m strekning når trasse nærmas seg stopp L12. Det vil si at fall blir:

$$\frac{37m - 33m}{300m} = 0.0133 \approx 1,34\%$$

Stopp L12 vil ligge på bakken nivå med videre trasse strekning på overbakken nivå.



L12-L13

Trasse fra stopp L12 på 33m høydenivå skal til stopp L13 på 56m høydenivå er ca. 1000m langt. Trasse skal starte på bakken nivå til en tunell og vider ut fra tunell til en bakke nivå.

Trasse i tunellen skal stige kun i 300m merke. Det vil si at stigning blir:

$$\frac{56m - 32m}{700m} = 0.034 \approx 3.4\%$$

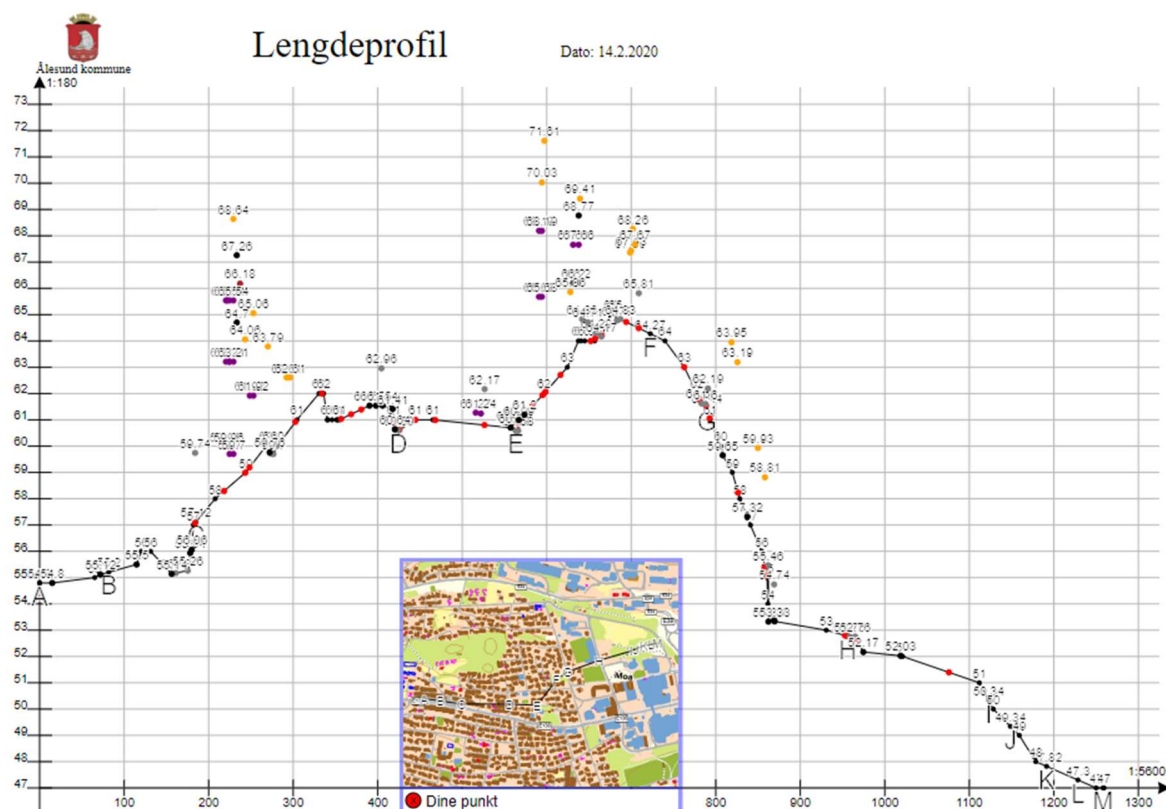
Stoppen L13 skal være på bakke nivå.

L13-L14

Trasse, fra stopp L13 på 56m høydenivå skal til stopp L14 på 48m høydenivå, er ca. 1200m langt. Trasse skal starte på bakke nivå og skal videre i en tunell med en fall. Det vi si at fall blir:

$$\frac{56m - 48m}{1200m} = 0.0066 \approx 0.66\%$$

Stopp L14 skal være på bakke nivå.

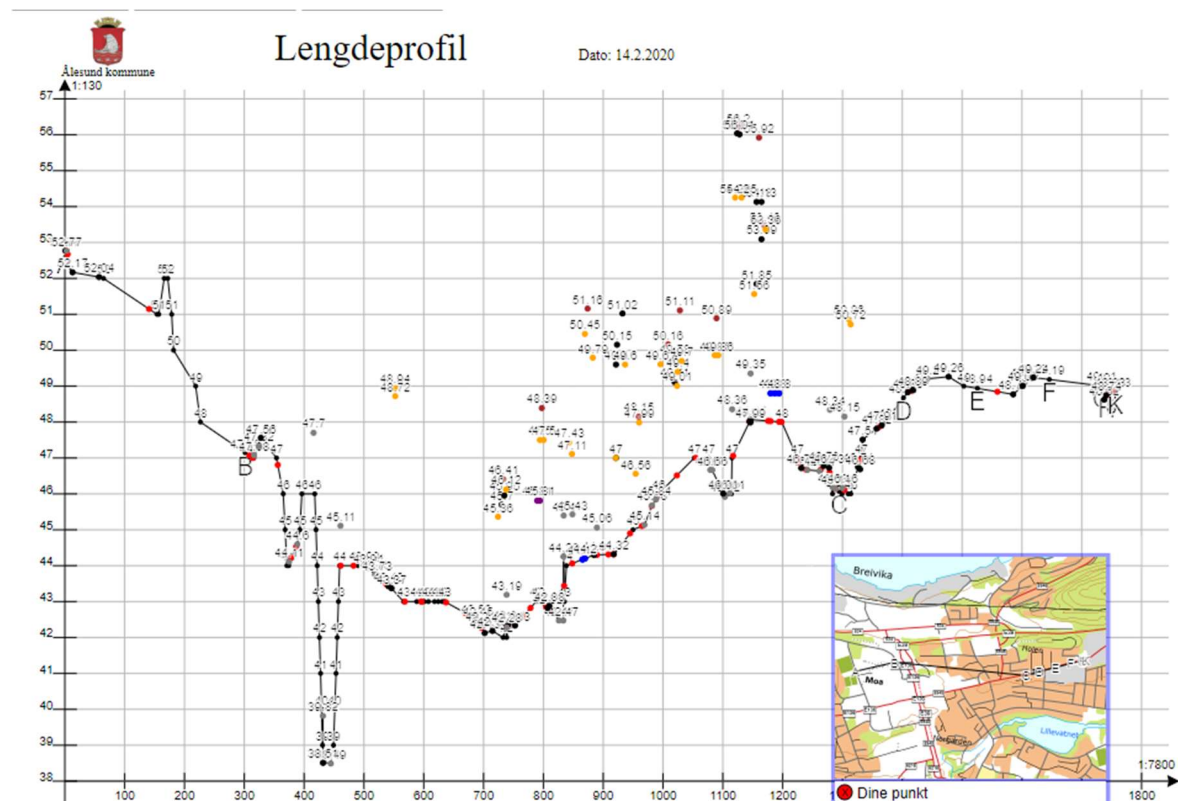


L14-L15

Trasse, fra stopp L14 på 48m høydenivå skal til stopp L15 på 48m høydenivå, er ca. 1600m langt. Trasse skal starte på bakke nivå og skal videre på en bro (ca. 500m) over veg med en fall ned i tunnelen. Trasse i tunnelen skal ha en stigning opp til stoppen L15. Det vi si at fall/stigning blir:

$$\text{Fall: } \frac{48\text{m} - 42\text{m}}{500} = 0.012 \approx 1.2\%$$

$$\text{Stigning: } \frac{48\text{m} - 42\text{m}}{1100\text{m}} = 0.0054 \approx 0.54\%$$



Vedlegg 8.3

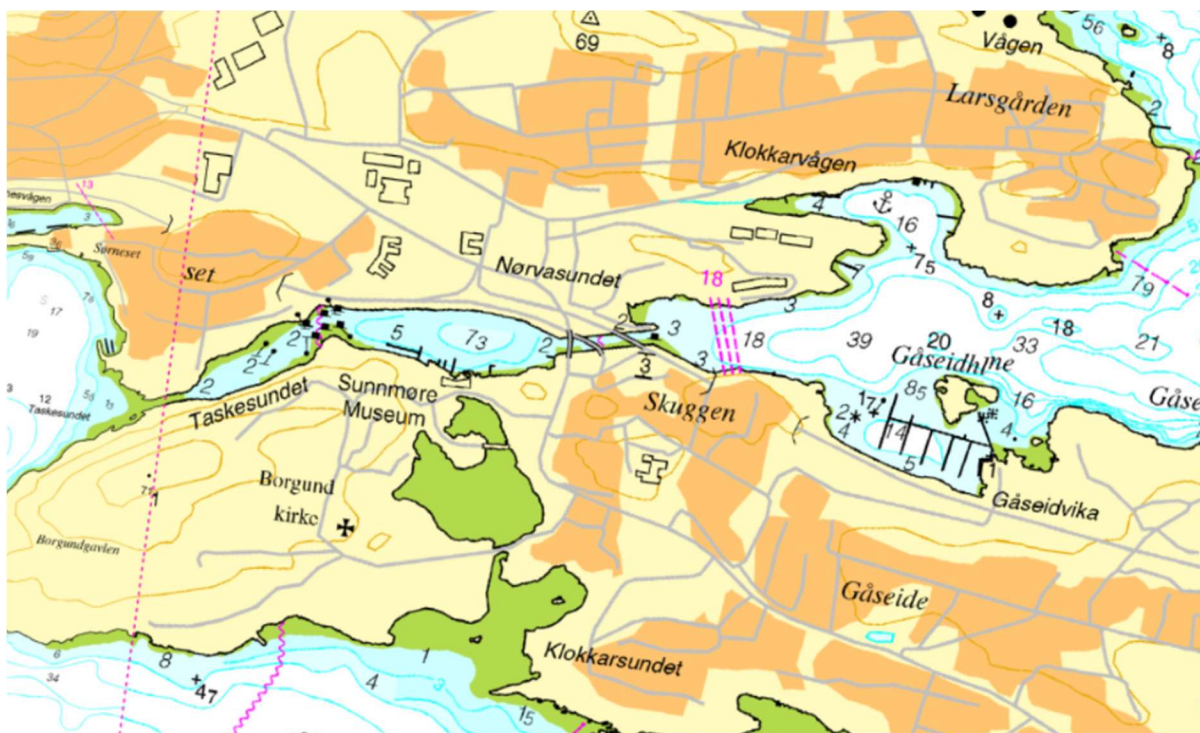
Vertikalundersøkelse NTNU

NTNU området

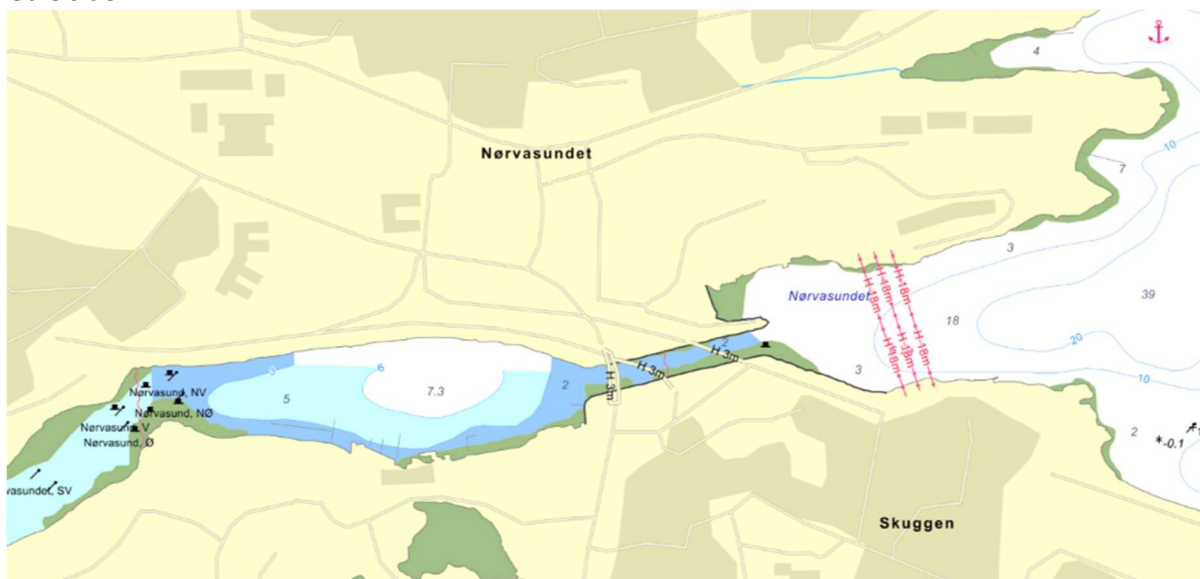
Høydeberegninger NTNU området

Det er viktig å merke seg at AutoCAD tegningene som er brukt, og vist i dette vedlegget har en annerledes logikk for hvilke linjetyper og farger som representerer hva. Siden det her er flere traseer som går på samme område, og flere traséalternativer generelt, representerer hver farge hvordan banen går i terrenget. Grønn linje representerer banen på bakken. Lilla representerer banen under bakken (ikke spesifisert om i tunnel eller kulvert). Blå representerer bybanen på søyler over bakken. Denne logikken gjelder kun denne stigningsundersøkelse for Campus-området.

Sjøkart – norgeskart.no



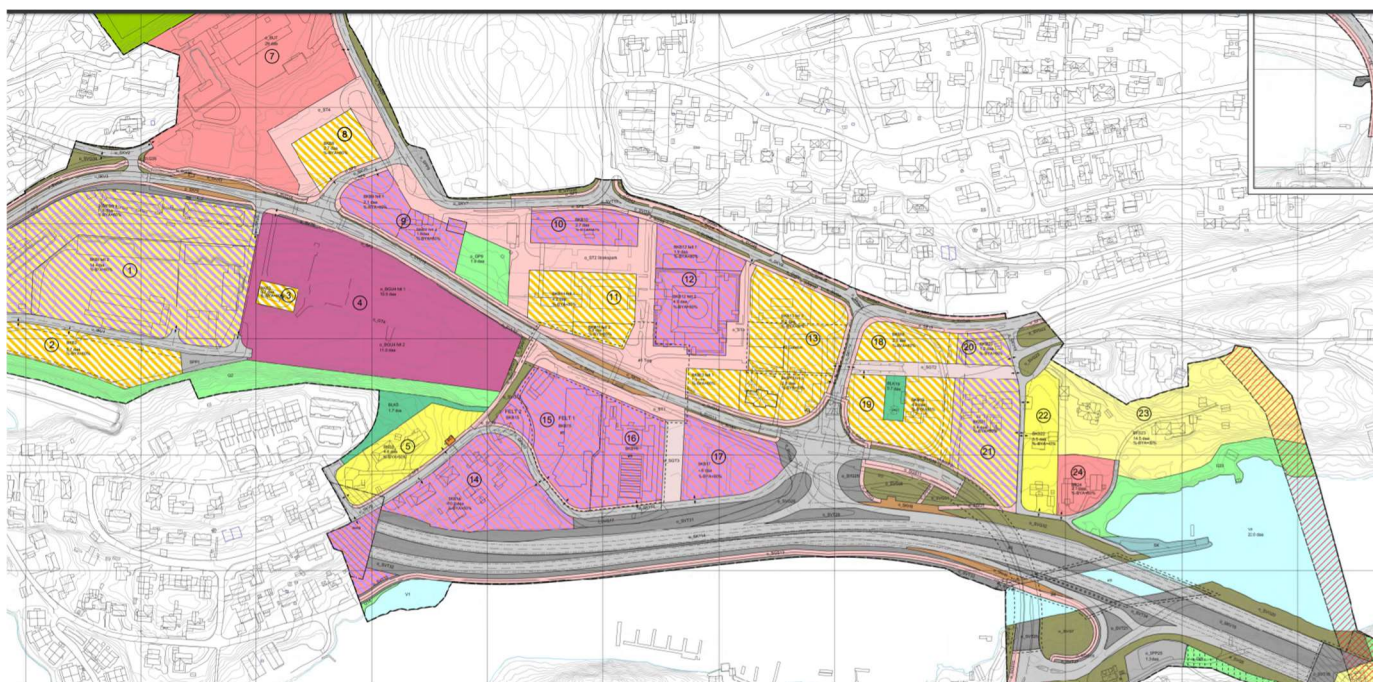
Gule sider:



Uten klotoide:

Stigning(%)	1250		1000		625	
	Horisontal	Vertikal	Horisontal	Vertikal	Horisontal	Vertikal
	m	m	m	m	m	m
1,0	12,499	0,062	9,999	0,050	6,249	0,031
1,5	18,746	0,141	14,997	0,112	9,373	0,070
2,0	24,991	0,250	19,993	0,200	12,496	0,125
2,5	31,233	0,390	24,986	0,312	15,616	0,195
3,0	37,470	0,562	29,976	0,450	18,735	0,281
3,5	43,703	0,765	34,963	0,612	21,852	0,382
4,0	49,930	0,999	39,944	0,799	24,965	0,499
4,5	56,151	1,264	44,920	1,011	28,075	0,632
5,0	62,364	1,560	49,891	1,248	31,182	0,780
5,5	68,569	1,886	54,855	1,509	34,284	0,943
6,0	74,765	2,244	59,812	1,795	37,382	1,122

Reguleringsplan:



<http://innsyn.alesund.kommune.no/wfdocument.ashx?journalpostid=2019059500&dokid=1873653&versjon=1&variant=A&>

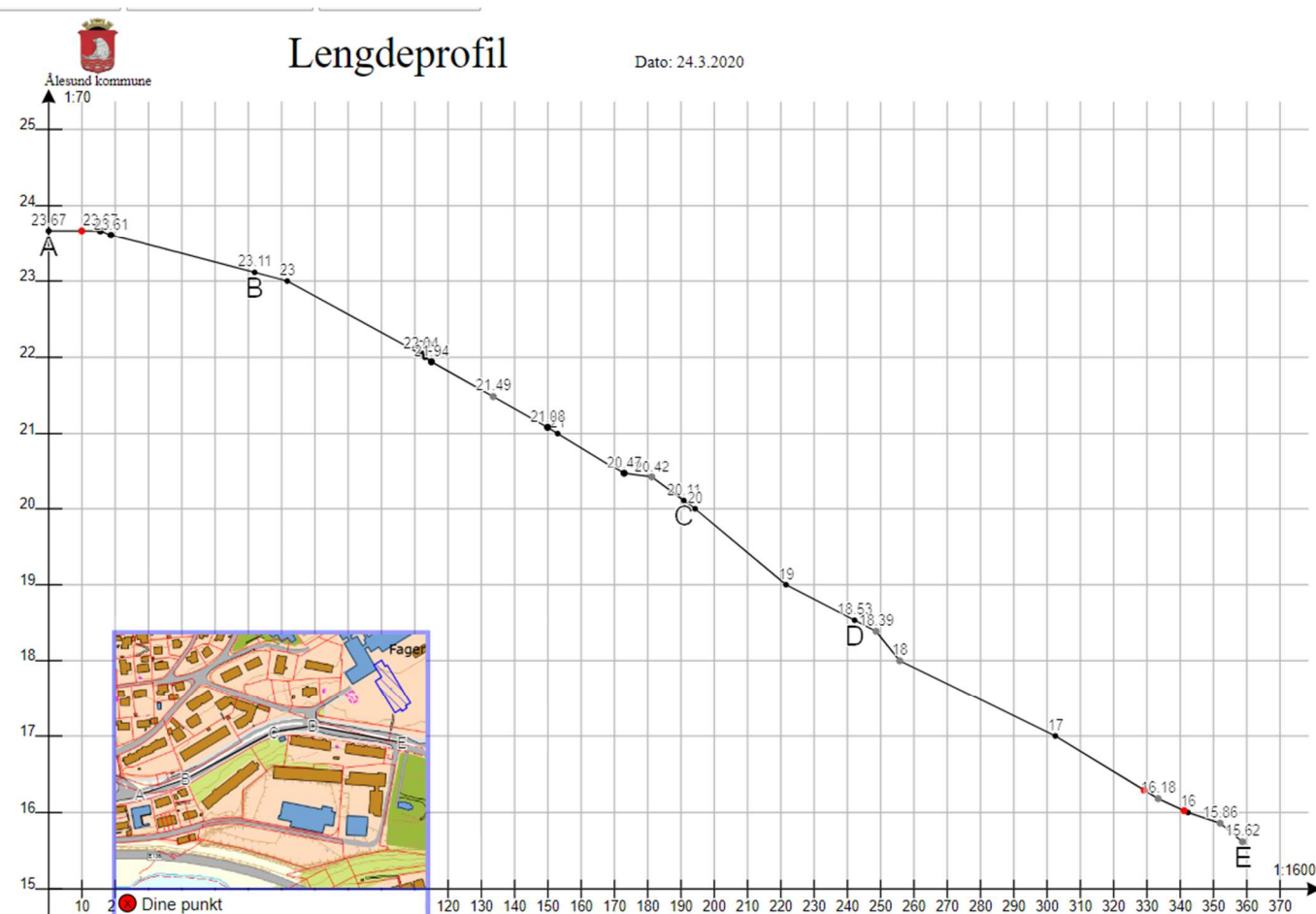
http://innsyn.alesund.kommune.no/wfinnsyn.ashx?response=journalpost_detaljer&journalpostid=2017044031&

(Alle punkter under «innledning» bør tas spesielt hensyn til ved videre mulighetsstudie av området.)

Høydekurve fra G6 til A



Kart over vestre del av Campus-området. Grønn linje representerer banen på bakken. Lilla representerer banen under bakken (ikke spesifisert om i tunnel eller kulvert). Blå representerer bybanen på søyler over bakken. Denne logikken gjelder kun denne stigningsundersøkelse for Campus-området.



På lengdeprofilet er der 5 punkter A-E. A på lengdeprofilet representerer stopp G6. E på lengdeprofilet representerer punkt A på skissekartet.

Omtrent jevnt fall på 2,6%:

Stigning:

$$\frac{16m - 22m}{340m - 110m} = -0,0261 = -2,6\%$$

Her har ingen av linjetypene problemer med stigningen.

Linjene fra A gjennom B8.1 og til K.1

Den ene tunneltraseen som går her, går under bebyggelse BKB- 18, 19, 20 og 21. **Her må vi undersøke (regnes på lenger nede)** hva planen for byggene er. Høyst sannsynlig vil vi kunne legge oss godt under byggene. Den andre tunnelen går under BKB18 og gjennom BKB20 og BKB21.

Traseen som går på bakken her, vil gå noe inn i sonen for 20 og 21, og vil også påvirke byggearealet ved sone 18.

Banen i luften vil kun i (beste fall) kreve en veldig liten del av arealet ved 20 og 21. Den kan også legges lenger øst og kun gå over sone 22.

Stigning for strekningen A til B8.1:

For traseene som går på bakken og i luften er det største fallet/stigningen fra C til D.

$$\Delta L = 85 = 410 - 325$$

$$\frac{10,8m - 14,6m}{85m} = -0,0447 = 4,5\%$$

Ingen problem med stigning.

Traseene skal gå i bro fra G til I og videre. Høydeundersøkelse lenger nede.

Stigning for strekningen B8.1 til K.1:

Fra E og til F blir et jevnt, veldig slakt fall (< 1%). Mellom E og F ligger en vei som ligger noe høyere enn omliggende veier. Denne kan flates ut for banen (), og veien kan flyttes lenger øst. Da tenker vi at fra F til G er helt flatt og ligger begge på kote 6. Etter G er det bratteste partiet, men banen skal her gå over bakken på en bro for å komme over veien ved I.

Om banen går på bakken ved B8.1:

Fra hvor omtrent bør vi starte stigningen for å komme oss over motorveien (5,5m over) ved I?

På F tenkes det at en bilvei kan legges, og stigningen bør derfor starte et sted etter denne.

(Her kan vi starte stigningen så sent som mulig ved bruk av 6%, men da kjører vi langt ned for så å kjøre langt opp igjen, det gir større drifts og rehabiliteringskostnader enn å kjøre rett fram. Kjøreopplevelsen er også bedre for passasjerer med færre vertikalkurver, stigninger og fall. I tillegg er bremselengden lenger om en kjører i stort fall. Bruker derfor lavere stigning her, 3%)

Vertikalkurvenes radius vil her være 650m og utgjør svært lite. Den neglisjeres.

Banen over motorveien ved I:

$$\text{Kote: } 5,2m(\text{motorveien}) + 6,1m(\text{skinnehøyde over bakken}) = 11,3$$

Lengdemeter: 857 (omtrent)

Bakken:

Kote: 6

Stigning = 3%

Finne omtrent lengdemeter:

$$Lengdemeter = \frac{6m-11,3m}{0,03} + 857m$$

$$Lengdemeter = 680,3m$$

Dette er ved F. Dette kan komme i konflikt med veien ved F.

Slutten av veien ved F vil sannsynligvis ikke ligge lenger enn 20 m etter F.

Om vi bruker 6% stigning og hensyn til bidrag fra vertikalkurve:

Vertikalkurve før over motorvei:

R = 1250, Stigningsendring: 0 - 6%

Finne lengdemeter hvor linjen er på kote 6:

$$Lengdemeter = -\frac{6m-11,3m-2,4m}{0,06} + 857m - 74,7m = \underline{734m \text{ OK}}$$

14 m å gå på, kan muligens bruke 5% stigning i stedet.

Høyeste søyle for konstruksjonen:

Punkt H er det laveste punktet, 5,2m-2,6m = 2,6m lavere enn motorveien.

En søyle vil her da, på det høyeste, trenge å være **omtrent** 4,9+2,6 = **7,5m (egentlig noe mindre)**. Men her kan en bygge opp bakken ved søylen. Regne nærmere for mer nøyaktige resultater.

Om banen går over bakken ved B8.1:

Her vil vi at undersiden av banens bærekonstruksjon skal ligge 4,9m over motorveien og over veien ved F (på lengdemeter 700). Ikke ønskelig å ligge høyere eller lavere. Veien ved F ligger 0,8m over motorveien. Tilnærmet 0,5% stigning. **Ingen utfordringer.**

Høyeste søyle for konstruksjonen:

Tilnærmet samme tilfelle som over (som for traseen som går på bakken ved F).

Punkt H er det laveste punktet, 5,2m-2,6m = 2,6m lavere enn motorveien.

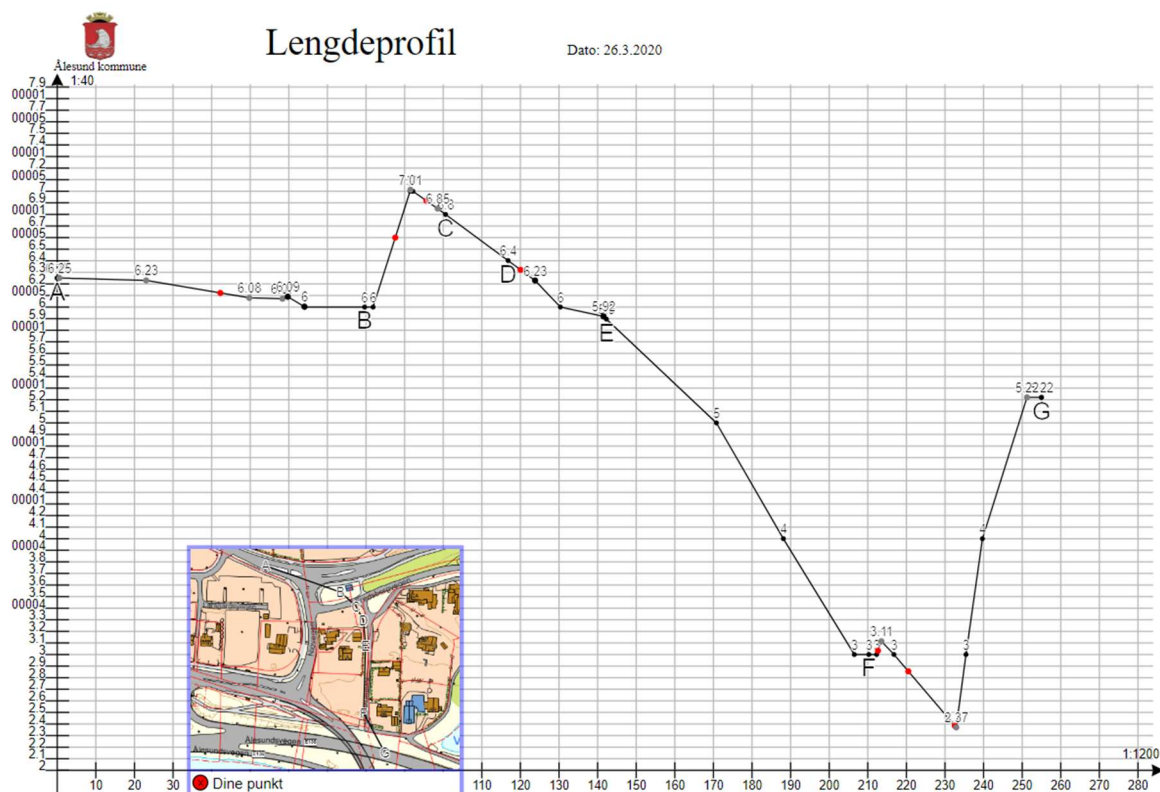
En søyle vil her da, på det høyeste, trenge å være **omtrent** 4,9+2,6 = **7,5m**. Men her kan en bygge opp bakken ved søylen. Regne nærmere for mer nøyaktige resultater.

Om banen kommer fra et stopp ved B8.1 som ligger under bakken: (rød linje)



Skissetegning x

Her ligger stoppet B8.1 under bakken. På stoppet vil skinnene omtrent ligge 7m under bakken. Et punkt etter stoppet vil banen komme ut i dagen. Her vil den ligge i stigning. Vi kaller dette punktet K.2. Mellom stoppet og K.2 en vertikalkurve $R = 650$. Omtrent 100m senere er linjen kommet seg opp til bakkenivå. Dette punktet kaller vi K.3. Banen fortsetter opp til over motorveien i bro, slik som de forrige alternativene. Mellom K.3 og K.2 går linjen i stigning på 6% (Gul verdi), i tillegg går linjen i en horisontal kurve på $R = 55m$ (Gul verdi). Her må det derfor gjøres en RAMS-analyse av kurven (pga. 2 gule verdier).



G er lengdemeter ved motorveien. A representerer enden av stoppet på skisetegningen x.

Finne ut om denne linjen er teknisk mulig:

Banen over motorveien ved G:

Kote: $5,2\text{m}(\text{motorveien}) + 6,1\text{m}(\text{skinnehøyde over bakken}) = 11,3$

Lengdemeter: 255

Bakken: (tenkes at hele området fra og med B til E og noe videre flates ut og legges på kote 6)

Kote: 6

Stigning = 6% (tester med denne for å sjekke om det i det hele tatt er mulig)

Vertikalkurve før G:

$R = 1250$, Stigningsendring: 0 - 6%

Finne lengdemeter for K.3 (regner oss bakover fra motorveien):

$$\text{Lengdemeter} = -\frac{11,3\text{m} - 2,4\text{m} - 6\text{m}}{0,06} + 250\text{m} = 74,7\text{m}$$

$$\text{Lengdemeter} = 127\text{m}$$

Lengdemeter ved K.3 blir altså = 127m.

Finne lengdemeter for K.2:

$$\text{Lengdemeter} = -\frac{6,4\text{m}}{0,06} + 127\text{m} = 20,3 \quad (6,4\text{m} = \text{absolutt høyde fra skinner til tunneltak})$$

Lengdemeter for K.2 = 20,3

Ønskelig kote for skinnene ved stoppet:

7,5m under bakken = 6,4 (tunneltak høyde) + 1,1m (Vertikalkurvens høyde R= 625m)

Finne lengdemeter for enden av stoppet B8.1:

Vertikalkurvens lengde = 37,4m

Lengdemeter = $-37,4m + 20,3m = -17,1$

Stoppet bør ligge 17,1m før A. Ikke anbefalt.

Eventuelt:

Legge stoppet i 2,5% stigning slik at stoppet kan legges 1,55 m før A:

Lengdemeter = $20,3 - 21,85(\text{lengde for en overgangskurve på 3,5\% endring i stigning}) = -1,55m$.

Trolig beste løsning: Eventuelt **legge vertikalkurven ved motorveien** etter kote 250, i stedet for før. Dette hjelper også etter kryssing av sundet når vi skal fort ned i tunnel.

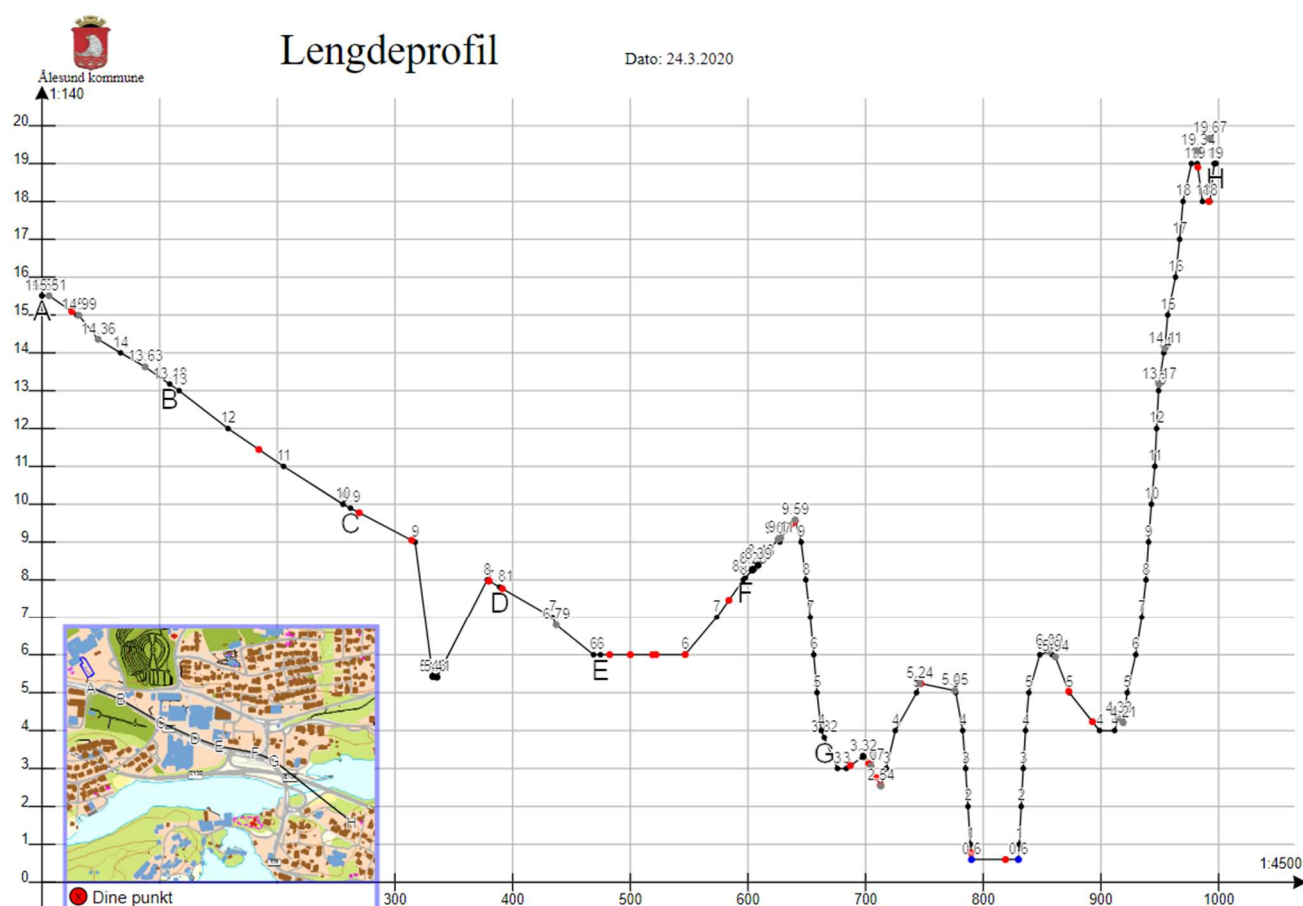
Vi kan nok også klare å **legge stoppet høyere**. Om takhøyden i stoppet er 5,5m kan skinnene legges 6,5m under bakken i stedet for 7,5m. Da kan taket til stoppet utformes som et maks 1m tykt dekke, som biler kan kjøre på.

Da vil stoppet (uten å legg det i stigning) kunne ligge 16,7m ($1m/0,06 = 16,7m$) nærmer A.

Altså:

Lengdemeter = $-37,4m + 20,3m + 16,7m = -0,4m$ før A.

Linjene fra A gjennom B8.0 og til K.1



Denne veien er regulert for en ny vei med rundkjøring. Høyden på veien, er i planene ikke prosjektert enda/ ikke publisert. Vi går ut ifra at den nye veien vil ligge omtrent på samme kote som eksisterende vei. Kanskje vil område rundt E ligge noe høyere (maks 1 m). Det vil imidlertid bare føre til et flatere strekke.

Etter F går begge linjene (trasé på bakken, og trasé i luften) gjennom BKB19 og BKB 21. Her skal ingen eksisterende bygg eller veier beholdes, men det er regulert for nye bygg. Derfor er ikke de eksisterende høydekurvene her relevante. **Her må vi undersøke**, men banen vil nok trenge en del

areal fra begge områdene, og planen for byggene må nok endres for at banen skal få plass. Banen som går på bakken her, vil trenge større areal av BKB19 og 21 enn banen i luft. Den vil også trenge noe av arealet ved 13.

A til E

Ingen problemer med å klare stigning:

Omtrent jevt fall fra A til E.

$$\frac{6m - 15,5m}{465m} = -0,020 = -2\%$$

E til G

Den nye rundkjøringen ligger omtrent mellom lengdemeter 510 og 550. Går ut ifra at koten er 6.

Stigning her ingen problem for noen av banetypene, men her må reguleringsplanen nok endres.

Stigning for strekningen - ende av rundkjøringen til K.1:

Enden av rundkjøringen ligger på lengdemeter 550. Lengdeprofilen viser at mellom dette punktet og G er der en bratt stigning og bratt fall. Dette tenker vi at vi kan jevne ut til et jevnt fall på veldig nært 2%.

Om banen går på bakken over ved rundkjøringen:

I dette tilfellet vil banen starte å stige en plass etter enden av rundkjøringen for å komme seg over motorveien. Logisk at den starter å stige rett etter rundkjøringen. Vil også kunne starte stigningen senere for å få færre meter over bakken i bro.

Hva blir stigningen omtrent da?

Banen over motorveien ved I:

Kote: $5,2m(\text{motorveien}) + 6,1m(\text{skinnehøyde over bakken}) = 11,3m$

Lengdemeter: 745m (omtrent)

Etter rundkjøringen:

Kote: 6

Lengdemeter: 550m (omtrent)

Kurver:

Radius 625m, 2,5%:

Lengde: 15,6m Høyde: 0,2m

Radius 1000m, 2,5%:

Lengde: 25m Høyde: 0,3m

$$\text{Omtrent stigning} = \frac{11,3m - 6m - 0,2m - 0,3m}{745 - 550m - 25m - 15,6m} = 0,031 = \underline{\underline{3,1\%}}$$

Høyeste søyle for konstruksjonen:

Omtrent ved G er det laveste punktet kote 2,5.

Avstand i høyde mellom punktenes kote $5,2\text{m} - 2,5\text{m} = 2,7$

Hvor mye høyere blir søylen her?

$2,7 - 0,027 \cdot (38 - 25)\text{m} - 0,3\text{m} = 2,05$ lavere enn motorveien.

En søyle vil her da, på det høyeste, trenge å være omtrent $4,9 + 2,05 = 6,95\text{m}$. Men her kan en bygge opp bakken ved søylen. Regne nærmere for mer nøyaktige resultater.

Om banen går på bro over rundkjøringen:

Her vil vi at undersiden av banens bærekonstruksjon skal ligge 4,9m over motorveien og over rundkjøringen (på lengdemeter 550). Ikke ønskelig å ligge høyere eller lavere. Rundkjøringen ligger 0,8m høyere enn motorveien. Avstanden er $745\text{m} - 550\text{m} = 195\text{m}$ **Stigning:**

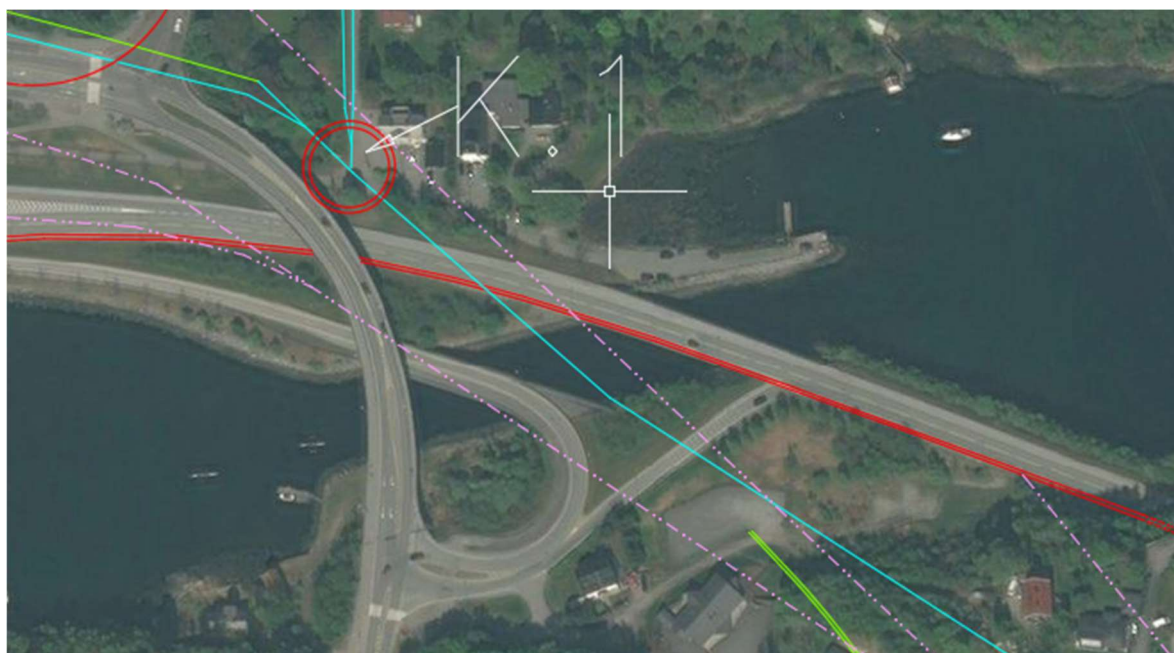
$$\frac{-0,8\text{m}}{195\text{m}} = -0,4\% \text{ stigning (fall)}$$

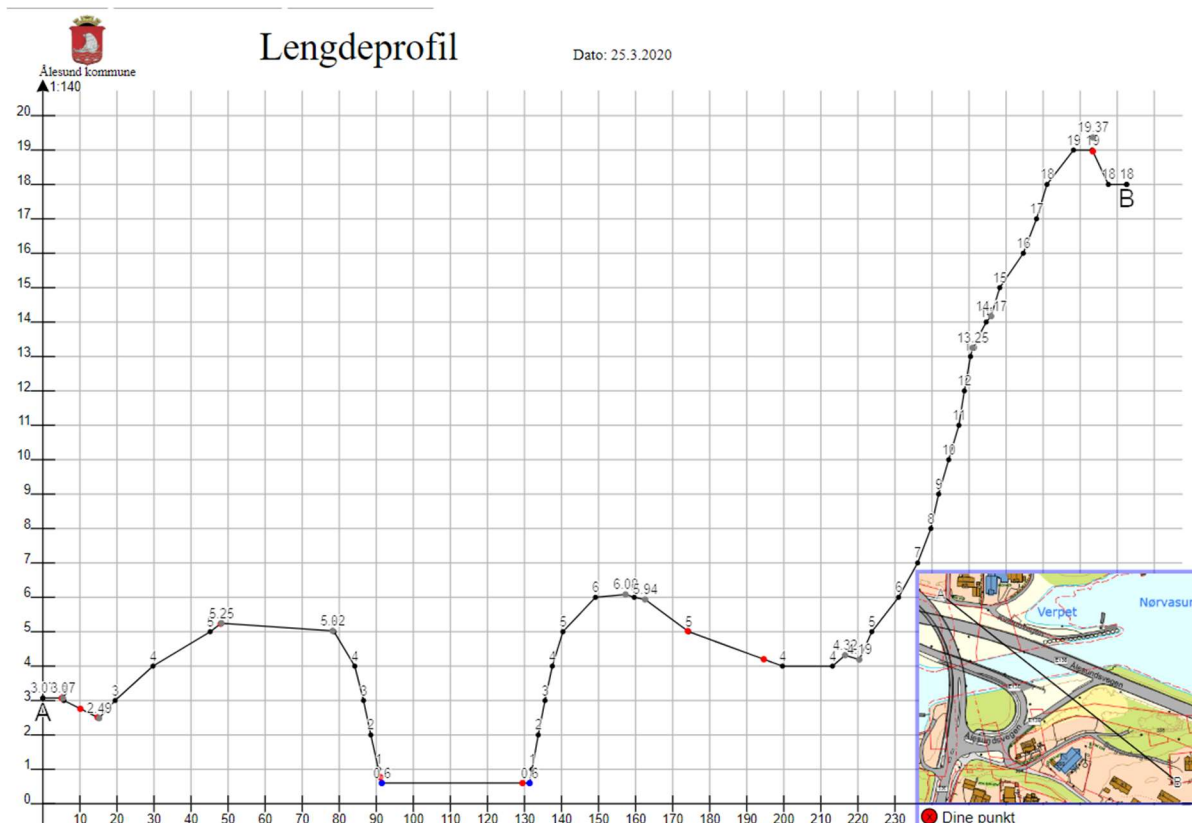
Høyeste søyle for konstruksjonen:

Liknende tilfelle som over (som for traseen som går på bakken over rundkjøringen).

Punkt H er det laveste punktet, $5,2\text{m} - 2,7\text{m} = 2,5\text{m}$ lavere enn motorveien.

En søyle vil her da, på det høyeste, trenge å være omtrent $4,9 + 2,5 = 7,4\text{m}$. Men her kan en bygge opp bakken ved søylen. Regne nærmere for mer nøyaktige resultater.

Krysningen av Nørvasundet med bro (blå trasé)



Broen må gå over 3 veier og et sund. Det lengste spennet hvor søyler ikke kan stå blir med denne linjen blir omtrent 32m (om vi skal ha en søyle i vannet). 40 om vi vil spenne over hele sundet uten å sette en søyle i vannet.

Eventuelt kan vi endre retningen på linjen og få noe kortere spenn. Sannsynligvis helt ned til 25m. Om man kunne flyttet kirken til et annet område, kunne man kommet ned til 23m.

Linjen går over påkjørselen til motorveien. Påkjørselen som er der i dag ligger i dag på kote 6,08m høyere enn motorveien (kote 5,2). Vi mener at den nye påkjørselen (lengdemeter = 175) kan legges på kote 5,2. Da vil broen kunne gå helt rett(plant) over sundet og veiene, og vi kommer oss lenger ned. Det er en fordel, fordi banen skal ned i tunnel omtrent ved lengdemeter 240. (65m etter ny påkjørselvei)

Hvor langt ned under bebyggelse får vi tunnelen?

Vertikalkurve R=1250m 6%

Fra påkjørselen (lengdemeter = 175) starter banen å gå over til et fall på 6%. 75m etter det er vertikalkurven ferdig(lengdemeter = 250).

Kote og lengdemeter for tunnelinngang:

Kote for = $11,3m - 2,24m = 9,06m$ (skinner).

Leser av fra lengdeprofil at tunnelinngangen omtrent vil starte på lengdemeter 240 og kote 9,1.

Hvor langt under bebyggelse ved B?

Stigningsundersøkelse:

Beregning av kote ved B:

Tunnelinngang:

Plassering lengdemeter: 240m Kote: 9,1 Allerede i stigning -0,06

Punkt B:

Plassering lengdemeter: 290m Kote: x

Linjens kote ved B:

$$-0,06 * (290m - 240m) + 9,1 = 6,1m$$

Avstand mellom tunneltak og bebyggelse:

Bebyggelsen ligger på kote 19. Går ut ifra at bunnen av fundamentet ligger på $19m - 1m = 18m$

$$18m - 6m - 6,1m = 5,9m \quad (6m = m \text{ fra skinner til tunneltak})$$

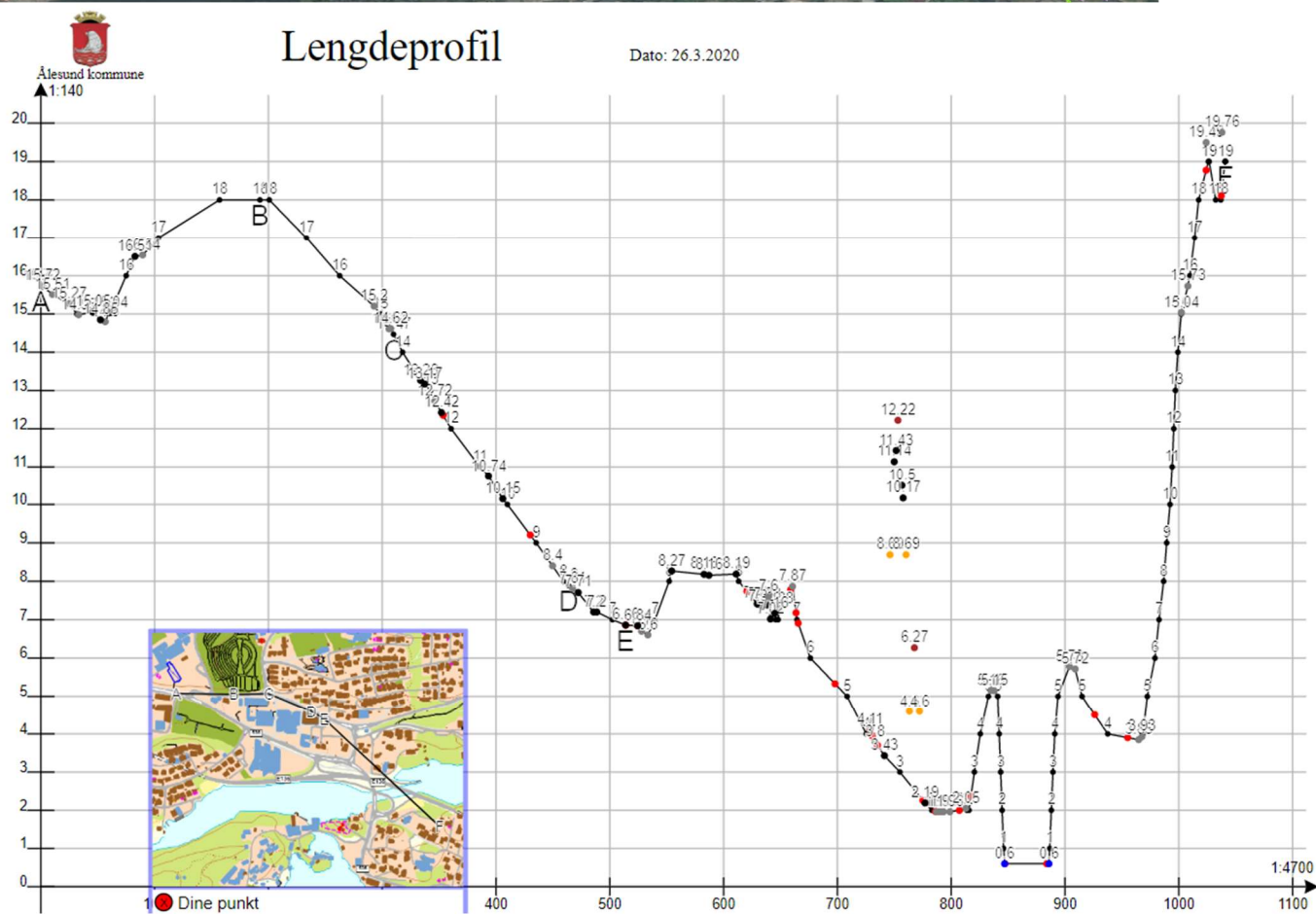
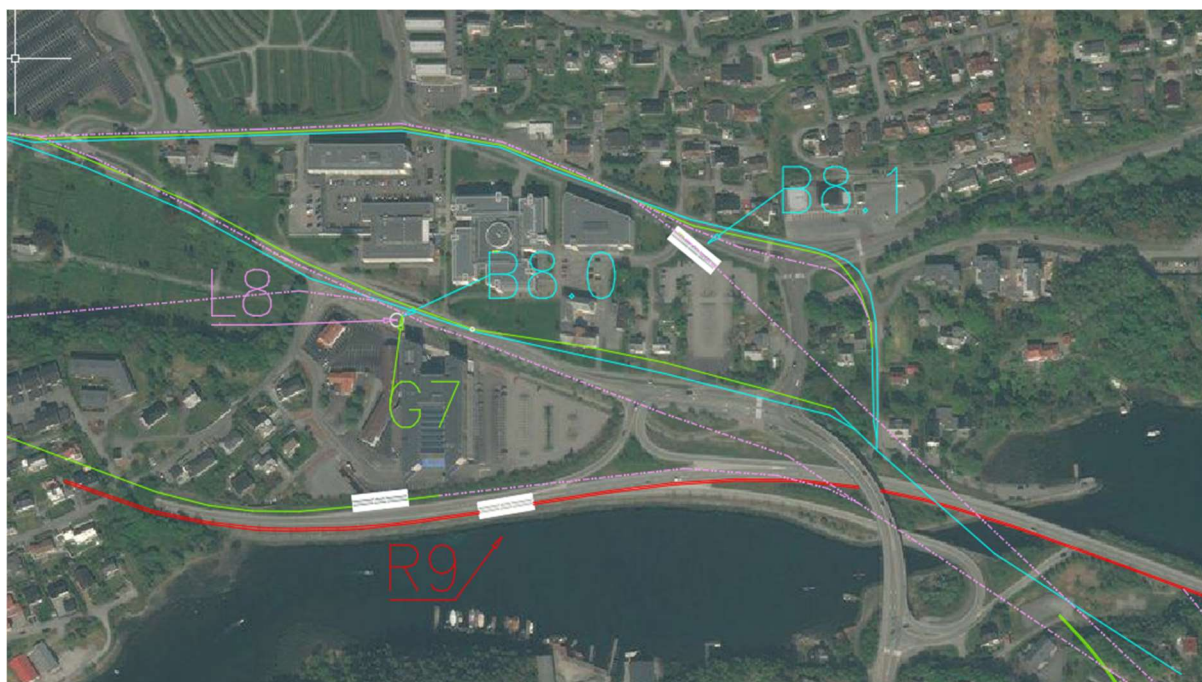
Kun 5,9m under denne bebyggelsen. Tunnel er derimot ikke rett under bebyggelse, men 9 m bortenfor.

Et alternativ kunne vært å ikke legge banen i tunnel, men opp over åsen. Da må man fjerne noe bebyggelse for å kunne gå i et rett strekke. (To rekkehus)

Dette ville krevd en del fylling eller lange søyler, 7,9 maks ($4,9m + 3m$).

Krysningen av Nørvasundet i tunnel

Fra B8.1 til under Nørvasundet



Stopp B8.1 starter i E og slutter på lengdemeter 550.

Her kan man enten legge tunnelen i en senketunel like under havbunnen på omtrent 3,5m. Dette kan trolig bli gjort ved å demme opp sundet og grave ned tunnelen.

Eller så kan tunnelen skjæres ut i fjell under havbunnen. Her er der et krav på at det skal være minst 50m mellom havbunnen og tunnelen. Det er likevel ikke umulig å gå lavere enn 20m om det er tett fjell i havbunnen, og det er fritt for sprekker. Det må undersøkes. Siden havbunnen kun er 2m under havet er ikke poretrykket så stort her.

Ved stopp B8.1 ønsker vi helst at banen er så vært overflaten som mulig, men ikke mindre enn 7m under.

Finne hvilken kote stopp B8.1 vil ligge på om tunneltaket ligger 50m under havbunnen:

Kote på banen under sundet vil da ligge på. $2m + 50m + 6,4m = 59m$.

Havbunnen:

Kote: 58,4

Lengdemeter: 870

Ende av stopp:

Kote: x

Lengdemeter: 550

Vertikalkurve før Havbunnen R =1250m: (kurve for å gå fra 6% fall tilbake igjen til 0% stigning)

Høyde: 74,7m

Lengde: 2,2m

Vertikalkurve etter B8.1, R=625m: (kurve for å gå fra 0% til 6% fall)

Høyde: 37,4m

Lengde: 1,1m

Linjens kote ved stoppet:

$$+0,06 * (870m - 550m - 74,7m - 37,4m) - 58,4m + 2,2 + 1,1 = -42,6$$

Kote: - 42,6

Veldig dypt.

Dette er $7m + 42,6m = \underline{49,6m}$ under bakkenivå.

Om fjellet er tett og man kan legge tunnelen 30m lenger opp: (20m under hav overflaten)

vil stoppet kunne ligge $49,6\text{m} - 30\text{m} = \underline{19,6\text{m}}$ under bakkenivå.

På kote: $-12,6$ ($-42,6\text{m} + 30\text{m} = -12,6\text{m}$)

Om man bruker senketunnel kan man nok legge den med taket 3m under havnivå:

Banens linje under sundet ville da lagt: $3\text{m} + 1\text{m}(?) + 6,4\text{m} = 10,4\text{m}$ under havnivå. (1m= for ekstra tykkelse på tunnelveggene)

På kote: $= -10,4$

Dette er: $58,4\text{m} - 10,4\text{m} = 48\text{m}$ Høyere enn om man legger tunnelen med 50m overdekke.

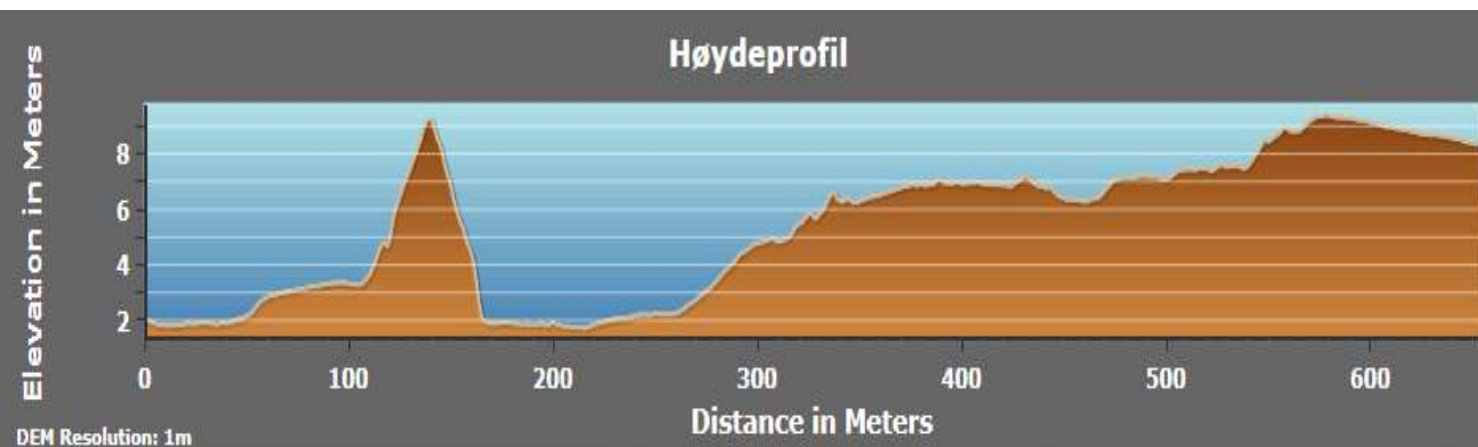
Skinnesnes kote under bakken da:

Det gjør at skinnene ved stoppet kan ligge kun $\underline{1,6\text{m}}$ under bakkenivå. ($49,6\text{m} - 48\text{m} = 1,6\text{m}$)

På kote: $5,4$ ($7\text{m} - 1,6\text{m} = 5,4\text{m}$)

Vi trenger der imot bare å komme oss 7m under bakken her.

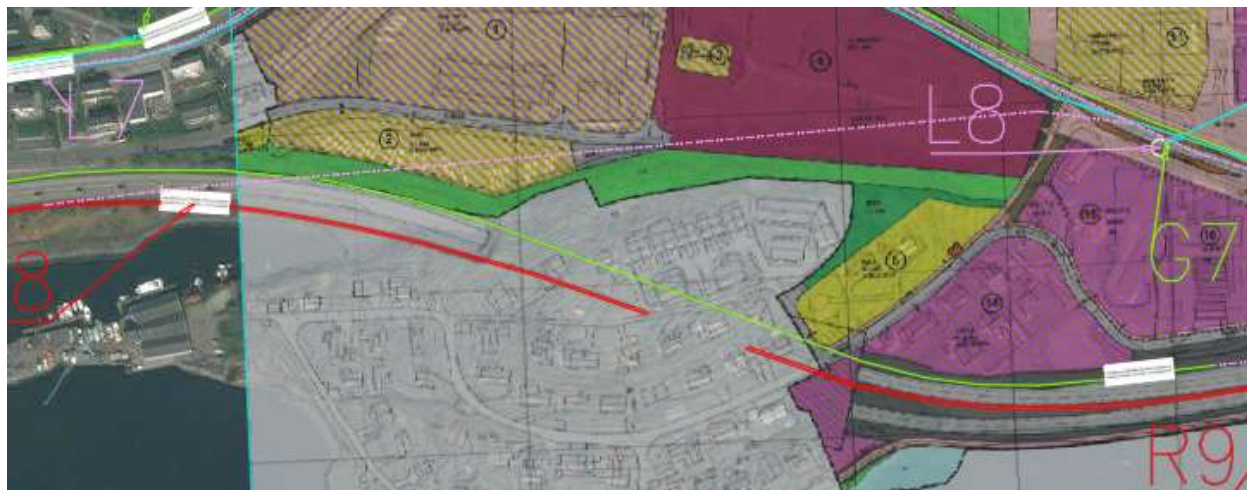
R8-L8



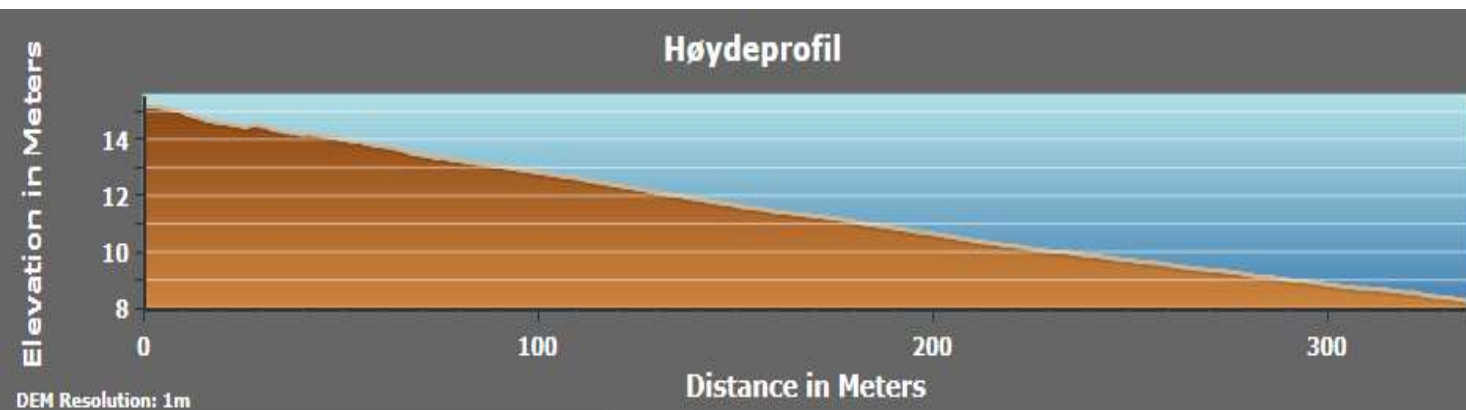
Trasse fra stopp R8 som ligger på 1,9m høyden skal fortsette videre relevant samme høydenivå til NTNU på 400m strekning. Stopp L8 ved NTNU ligger på 8,8m høyden. Trasse i tunnelen må senkes ned til 5m høyden og må ta hensyn på overdekning.

Der er for litte avstand for å komme seg under motorvegen, men hvis stopp R8 blir plasert lenger bak, dær blir nok plass for å komme seg under motorvegen. Det vil si at stigning blir:

$$\frac{8.8m - 6.9m}{400m} = 0,00475 \approx 0,48\%$$



A-L8

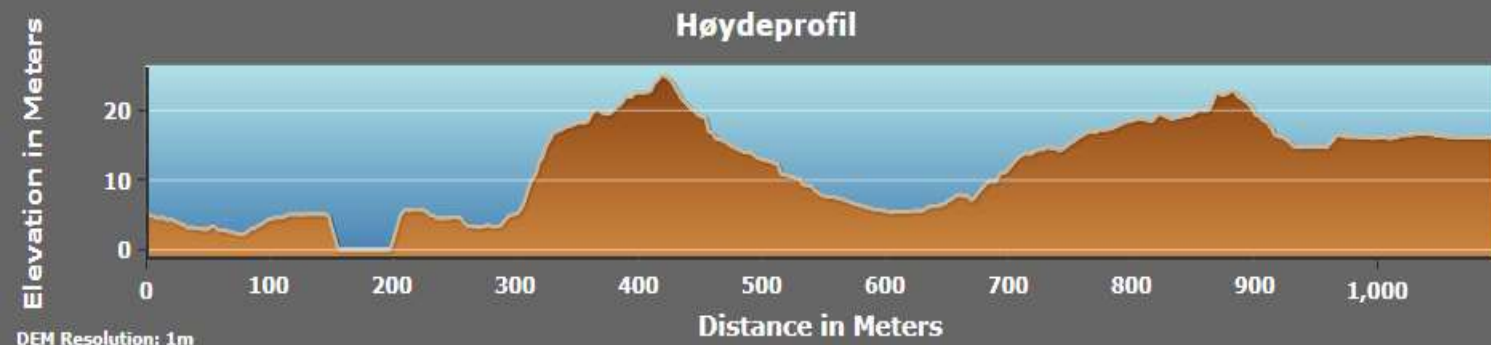


Trasse fra A som ligge på 15,2m høyden skal fortsette videre underbakken med en fall til NTNU på 300m strekning. Stopp L8 ved NTNU ligge på 8,8m høyden. Trasse i tunellen må senkes ned til 5m høyden og må ta hensyn på overdekning. Det vil si at fall blir:

$$\frac{15.2m - 8.8m}{300m} = 0,0213 \approx 2,13\%$$



L8-L9



Trasse fra stopp L8 skal fortsette videre relevant samme høydenivå til Nørvasundet. Der trasse må gå videre på broen (ca. 300m langt) over fjorden og inn en tunell.

Stopp L8 ved NTNU ligger på 5,6m høyden og skal videre over til Nørvasundet på en bro til en tunell. Bro må ligge 4,6m over bakken/motorveg for å ikke hindre trafikken. Det vil gi 9m høydenivå for broen. Trasse i tunnelen må senkes ned til 5,4m høyden og må ta hensyn på overdekning på 10m.

$$\frac{5.6m - (-4.6m)}{300m} = 0.034 \approx 3.4\%$$

Deretter skal trasse stige oppover til stopp L9 på 16,1m høyden på 400m strekning. Det vil si at fall blir: Stoppen L9 blir under bakkebakken og overdekning skal ikke være mer enn 3m.

Det vil si at stigning blir:

$$\frac{(16.1m - 3m) - (-4.6m)}{400m} = 0.0$$



Vedlegg 9

Kritisk stigning og vertikalradius

Hvis stigning er kritisk merkes det med x
 Vertikalkurve merkes dersom stigning er kritisk

Trase	Stigning	Vertikalkurve
B0-B1		
L0-L1		
B1-B2		
L1-L2		
L1-G2	x	x
B2-B3	x	x
L2-L3	x	x
B3-B4		
G2-G3		
L3-L4		
B4-B5		
G3-G4		
L4-L5		
B5-B6		
G4-G5	x	x
L5-L6	x	x
L5-R6		
B6-B7		
G5-G6		
L6-L7		
R6-R7		
R7-R8		
B7-B8		
G6-G7		
L7-L8		
R8-R9		
R8-L8	x	x
B8-B9		
G7-G8	x	x
L8-L9		
R9-R10		

Trase	Stigning	Vertikalkurve
G8-G9		
R10-R11		
B9-B10		
L9-L10	x	x
G9-G10	x	x
R11-R12		
B11-B12		
G10-G11		
L10-L11		
R12-R13		
B12-B13		
G11-G12		
R13-O14		
R13-R14		
L11-L12		
B13-B14	x	x
G12-G13	x	x
L12-L13		
R14-R15		
O14-O15		
B14-B15	x	x
G13-G14	x	x
L13-L14		
R15-R16	x	x
O15-L14		
B15-B16	x	x
G14-G15	x	x
R16-G15		
L14-L15	x	x
B16-B17		
G15-G16		
L15-L16		

Vedlegg 10

Evalueringsliste

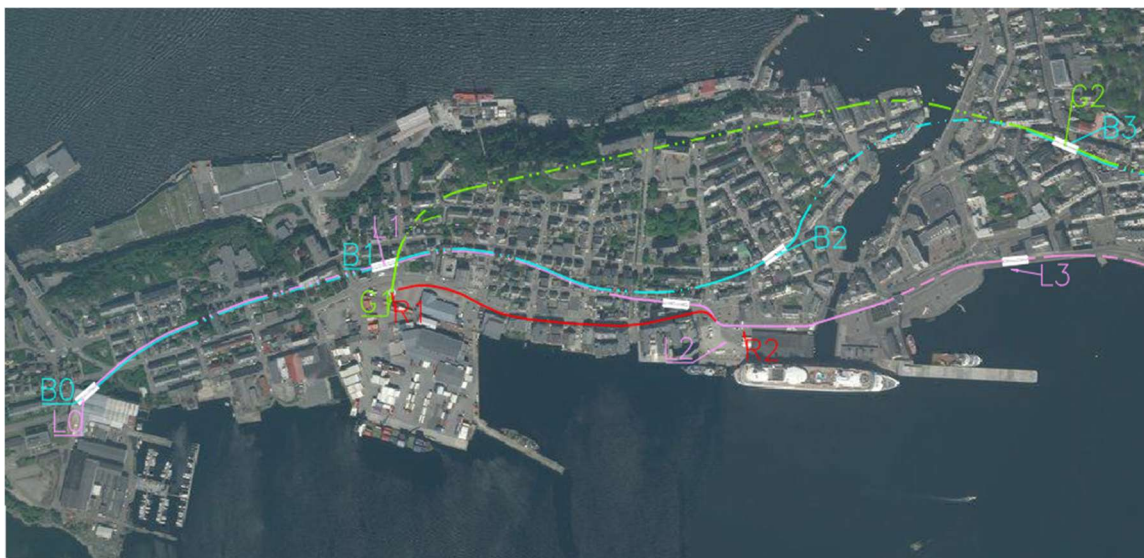
Evalueringsliste		
	Evalueringpunkt	Poenggivning
Gruppe 1	Kostnad trase	
1	På bakken	4
2	Grav og dekke til	3
3	Over bakken	2
4	Tunnel	1
Gruppe 2	Kostnad stopp	
5	Begge stopp på bakken	4
6	Begge stopp i luften	3
7	Et stopp på bakken	2
8	Et stopp i luften	1
Gruppe 3	Folkemengde/ radius 400 m til stopp:	
9	Boliger (gåavstand til)	3
10	Skoler (gåavstand til)	2
11	Jobb (gåavstand til)	1
Gruppe 4	Diverse	
12	Ikke fjerning av bygninger	3
13	Ligger til rette for fremtidige planer	4
14	Mulighet for kombinert sykkelvei	2
15	Er ikke påvirket av trafikk	1

Vedlegg 11

Delstrekningene brukt i teknisk undersøkelse

Traseene brukt i den tekniske undersøkelsen

Delstrekning 1: Aspøya – Øst-Brusundet



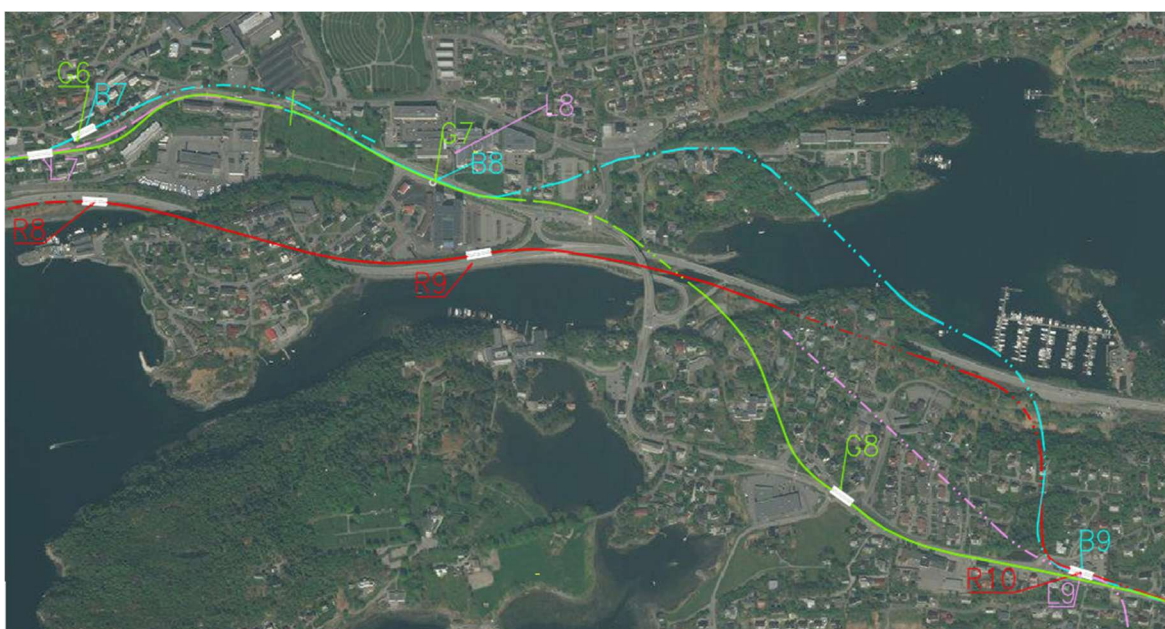
Delstrekning 2: Øst-Brusundet – Color Line Stadion



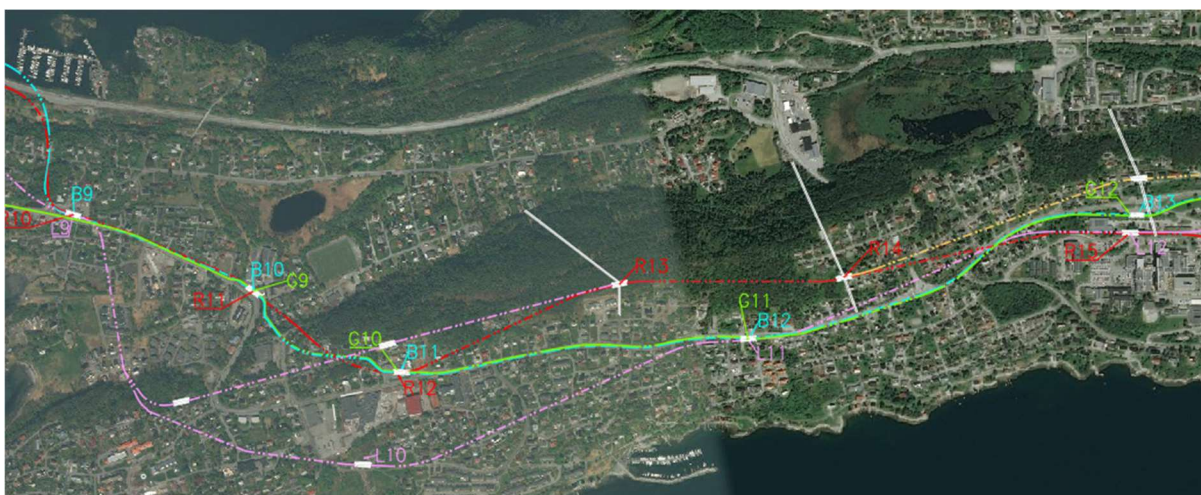
Delstrekning 3: Color Line Stadion – Nørvegata



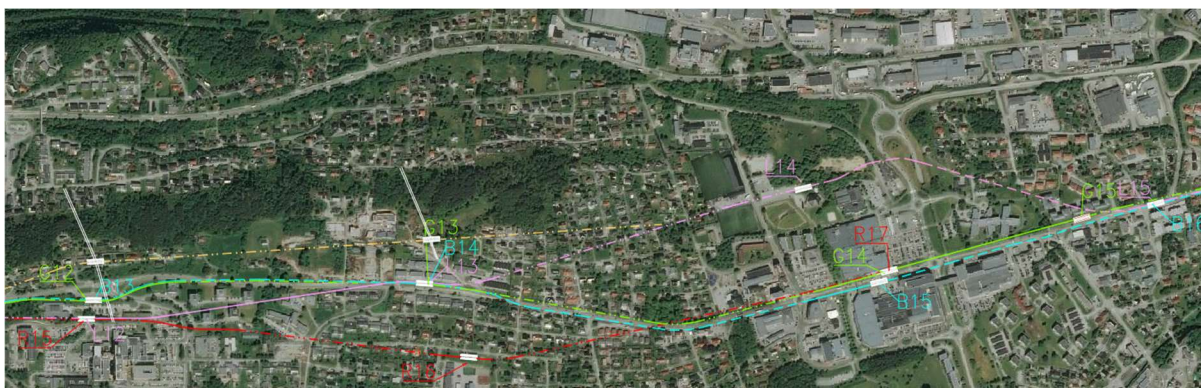
Delstrekning 4: Nørvegata – NTNU – Borgrundvegen



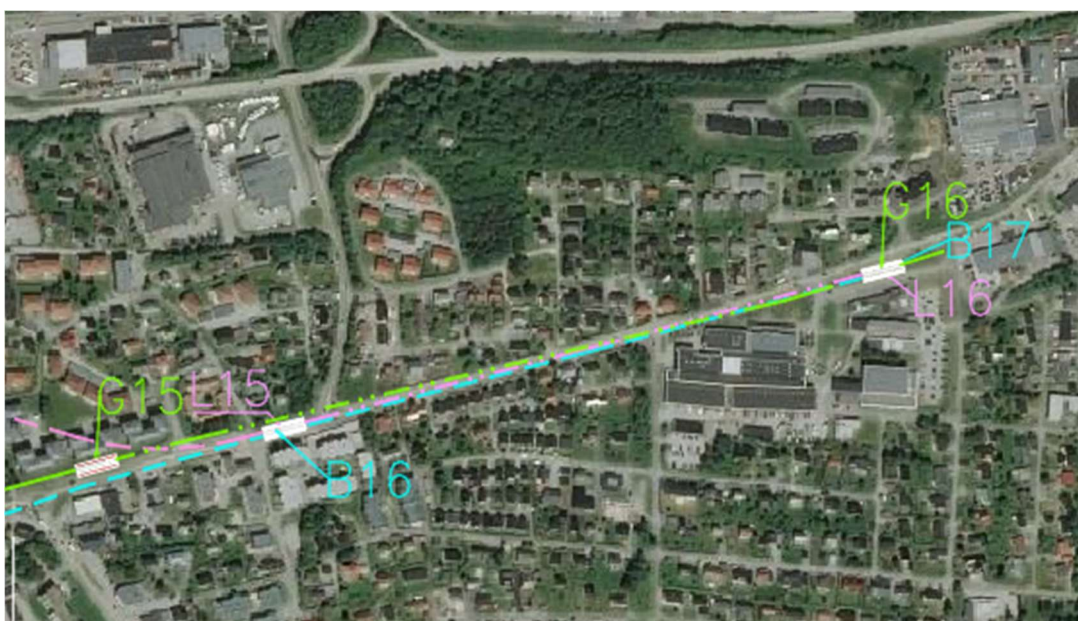
Delstrekning 5: Borgundvegen – Åse Sykehus



Delstrekning 6: Åse Sykehus – Øst-Moa



Delstrekning 7: Øst Moa – Borgund Videregående skole



Vedlegg 12

Evalueringstabell

Evalueringstabell

Evalueringsspunkt nummer

Poenggivning

Evalueringsspunkt nummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Poenggivning		4	3	2	1	4	3	2	1	3	2	1	3	4	2	1	
		Trase															SUM
Del Strekning 1	B0-B1				1					3		1	3	4		1	13
	L0-L1				1					3		1	3	4		1	13
	B1-B2				1					3	2	1	3	4		1	15
	L1-L2				1			2		3	2	1		4			13
	L1-G2				1			2		3		1	3	4			14
	B2-B3				1					3	2	1	3	4		1	15
	L2-L3		3					2	1	3	2	1	3	4	2		21
Del Strekning 2	B3-B4				1					3		1	3	4		1	13
	G2-G3				1					3		1	3	4		1	13
	L3-L4		3				3			3		1	3	4	2	1	20
	B4-B5				1					3	2	1	3	4		1	15
	G3-G4				1			2		3	2	1	3	4		1	17
	L4-L5		3				3			3	2	1	3	4		1	20
Del Strekning 3	B5-B6				1			2		3	2	1		4		1	14
	G4-G5	4				4				3	2	1		4	2		20
	L5-L6		3				3			3	2	1		4		1	17
	L5-R6		3				3			3	2	1	3	4		1	20
	B6-B7			2				2		3	2	1		4		1	15
	G5-G6	4				4				3	2	1		4	2		20
	L6-L7		3				3			3	2	1		4	2	1	19
	R6-R7		3				3			3	2	1	3	4		1	20
	R7-R8		3				3			3	2	1	3	4		1	20
Del Strekning 4	B7-B8			2				2		3	2	1	3			1	14
	G6-G7	4				4				3	2	1	3	4	2	1	24
	L7-L8				1				1	3	2	1	3	4		1	16
	R8-R9			2				2		3	2	1	3	4	2	1	20
	R8-L8				1				1	3	2	1	3	4		1	16
	B8-B9			2				2		3	2	1	3			1	14
	G7-G8	4				4				3	2	1	3	4	2	1	24
	L8-L9				1			2		3	2	1	3	4		1	17
	R9-R10			2			3			3	2	1	3	4		1	19

Evalueringspunkt nummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Poenggivning		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Trase																SUM
Del strekning 5	G8-G9	4				4				3	2	1		4	2	20
	R10-R11			2						3		1	3	4		14
	B9-B10		3				3			3		1		4	2	17
	L9-L10				1					3	2	1	3	4		15
	G9-G10				1			2		3	2	1		4		14
	R11-R12				1					3	2	1	3	4		15
	B11-B12		3				3			3	2	1		4	2	19
	G10-G11			2				2		3	2	1		4		15
	L10-L11				1					3	2	1	3	4		15
	R12-R13				1					3	2	1	3	4		15
	B12-B13		3				3			3		1		4	2	17
	G11-G12			2				2		3		1	3	4		16
	R14-O14				1			2		3		1	1	1		10
	R14-R15				1			2		3		1	3	4		15
	L11-L12				1					3		1	3	4		13
Del strekning 6	B13-B14		3				3			3	2	1	3	4	2	22
	G12-G13			2				2		3	2	1	3	4		18
	L12-L13	4				4				3	2	1		4	2	20
	R14-R15				1			2		3	2	1	3	4		17
	O14-O15				1					3	2	1	1	1		10
	B14-B15		3					2	1	3	2	1	3	4	2	22
	G13-G14			2				2		3	2	1	3	4		18
	L13-L14				1	4				3	2	1	3	4	2	20
	R15-R16				1					3	2	1	3	4		15
	O15-L14				1					3	2	1	3	4		15
	B15-B16		3		1			2	1	3		1	3	4	2	21
	G14-G15	4				4				3		1	3	4	2	21
	R16-G16	4				4				3		1	3	4	2	21
	L14-L15				1			2		3			3	4		14
Del strekning 7	B16-B17		3				3			3	2	1	3	4	2	22
	G15-G16			2		4				3	2	1	3	4		20
	L15-L16			2				2		3	2	1	3	4		18

Vedlegg 13

3D Tegninger



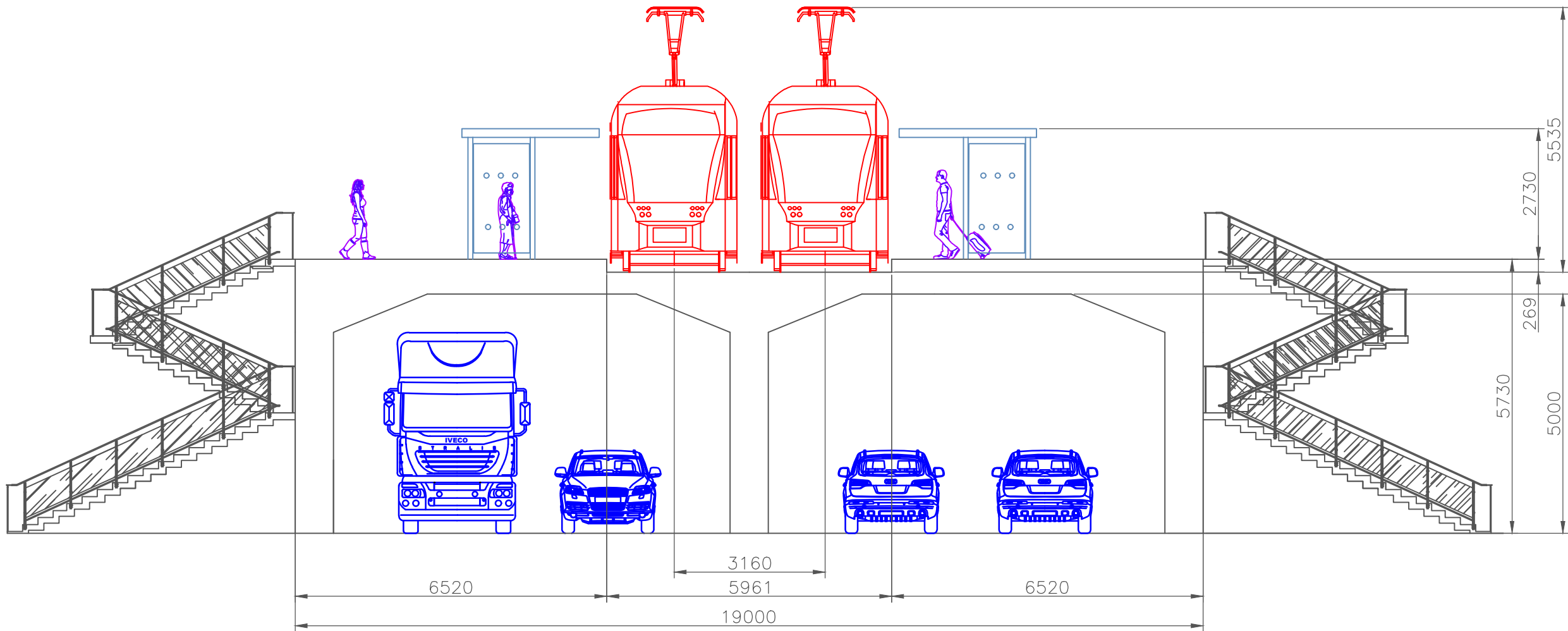


Vedlegg 14

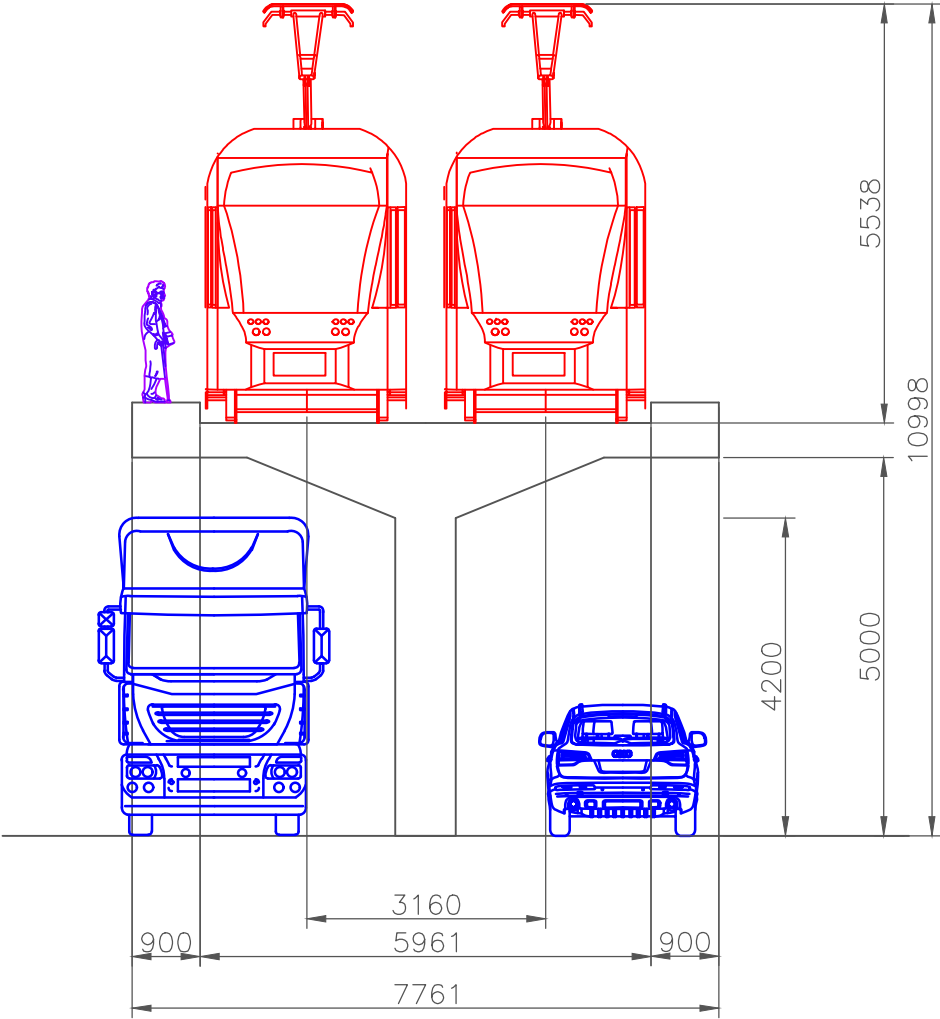
Snitt 2D tegninger



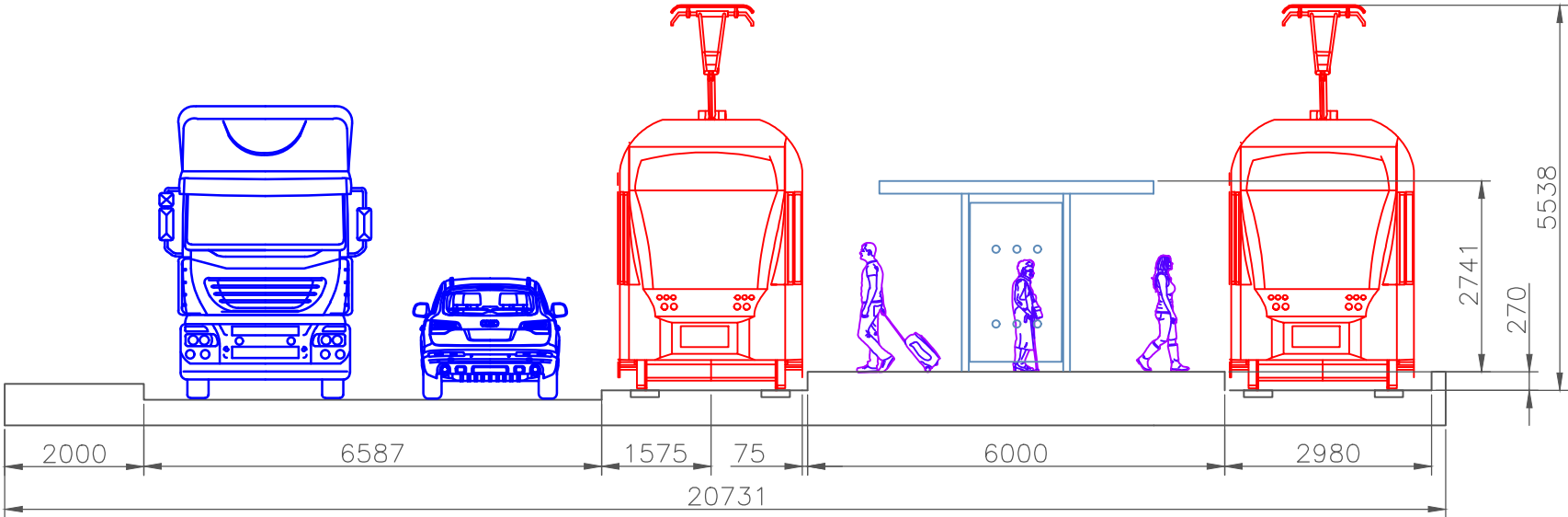
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



REV	ANT	REVIDERINGEN GJELDER			SIGN.	DATO	
G.- OG B.NR:					MÅLESTOKK:	1:100	
TILTAKSHAVER:					TEGNET DATO:	26.04.2020	
ADRESSE:		Larsgårdsvegen 2, Ålesund 6009			TEGNET AV:	K K	
TEGN. INNH:		Banesnitt			UNDERSKRIFT:		
K K Adresse tlf, faks, org.nr					TEGNINGENS NUMMER:		REV.
					Tegningen 14.2		



REV	ANT	REVIDERINGEN GJELDER		SIGN.	DATO
G.- OG B.NR:				MÅLESTOKK:	1:100
TILTAKSHAVER:				TEGNET DATO:	26.04.2020
ADRESSE:		larsgårdsvegen 2, Ålesund 6009		TEGNET AV:	K K
TEGN. INNH:		TEGNINGENS INNHOLD		UNDERSKRIFT:	
		K K		TEGNINGENS NUMMER:	
		Adresse		Tegningen – 14.3	
		tlf, faks, org.nr			
				REV.	



REV	ANT	REVIDERINGEN GJELDER		SIGN.	DATO
G.- OG B.NR:				MÅLESTOKK:	1:100
TILTAKSHAVER:				TEGNET DATO:	26.04.2020
ADRESSE:		larsgårdsvegen 2, Ålesund 6009		TEGNET AV:	K K
TEGN. INNH:		TEGNINGENS INNHOLD		UNDERSKRIFT:	
K K Adresse tlf, faks, org.nr		TEGNINGENS NUMMER:			REV.
		Tegningen – 14.4			

Vedlegg 15

Fremdriftsplan fra forprosjekt

